

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



" RESPUESTA DEL MAIZ (Zea mays L.) A LA
FERTILIZACION CON ROCA FOSFORICA EN
LOS SUELOS ROJOS DE LA COSTA
DE JALISCO ".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALISTA EN SUELOS
P R E S E N T A

IGNACIO MEJIA MEDINA

GUADALAJARA, JAL.

1983

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 12 de Agosto de 1982.


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

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE:
IGNACIO MEJIA MEDINA Titulada:

"RESPUESTA DEL MAIZ (Zea mays L) A LA FERTILIZACION CON ROCA FOS
FORICA EN LOS SUELOS ROJOS DE LA COSTA DE JALISCO".

Damos nuestra aprobación para la impresión
de la misma.

DIRECTOR



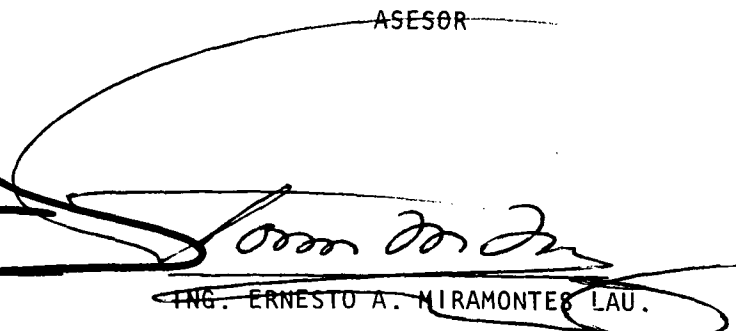
ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ.

ASESOR



ING. RAMON CEJA RAMIREZ

ASESOR



ING. ERNESTO A. MIRAMONTES LAU.

airq.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

12 de Agosto 1982

EXPEDIENTE

NUMERO

PROFESORES:

ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ, Director

ING. RAMON CEJA RAMIREZ, Asesor

ING. ERNESTO ALONSO MIRAMONTES LAU, Asesor

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

" RESPUESTA DEL MAIZ (Zea mays L) A LA ROCA FOSFORICA EN LOS SUELOS ROJOS DE LA COSTA DE JALISCO."

presentado por el Pasante **IGNACIO MEJIA MEDINA**, 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

PA

ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ

eml.

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES:

Ana Medina Palafox

José Mejía Cruz

Cuyo más grande anhelo ha sido la formación de cada uno de sus hijos como hombres de provecho.

A MIS HERMANOS:

José Luis, Ma. Dolores, Margarita, Esteban,
Ana, Ma. Dolores y Leonides.

Por su apoyo y estímulos que hicieron posible mi formación como profesionista.

A MIS SOBRINOS:

Que no sea yo un ejemplo sino un inicio
de una cadena de profesionistas en nuestra
familia

A MIS DEMAS FAMILIARES Y AMIGOS

A MIS COMPADRES

A MIS PROFESORES

A MIS COMPAÑEROS

A MI ESCUELA

A MI UNIVERSIDAD

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Campo Agrícola Experimental Costa de Jalisco;
por las facilidades y apoyo para llevar a cabo
este trabajo

Al Ing. M.C. Camerino Guzmán E., encargado del
programa de suelos, por la asesoría y entusiasmo
brindados que hicieron posible que se realizara
el desarrollo y ejecución de dicha investigación

Al Ing. M.C. Florentino Monjaras, coordinador del
Campo Agrícola Experimental Costa de Jalisco, por
su apoyo desinteresado y las facilidades brinda-
das para la realización de esta tesis

Al Ing. Gabriel Martínez G., por las sugerencias,
dirección y revisión de este trabajo

Al Ing. Ramón Ceja R., por su valiosa aportación
en esta tesis

Al Ing. Ernesto Miramontes L., por su participación
y apoyo

Al Ing. Ernesto Robles Santoyo., por su eficiente
intervención en el aspecto climatológico

A los trabajadores del Campo Agrícola Experimental Costa de Jalisco. por el desempeño de su trabajo, especialmente al ayudante C. Hilario Navá, del programa de suelos

A la Srta. M^a Evelia Preciado Rodríguez., por su valiosa ayuda y eficiente trabajo de mecanografía

A las familias Cañedo Flores y Cañedo Angúlo, por su valiosa ayuda desinteresada y apoyo moral, que me sirvió bastante para la culminación de mi carrera

Al Ing. Arturo Curiel B., por sus eficientes sugerencias en la estructura y redacción de esta tesis

A GUANOS Y FERTILIZANTES DE MEXICO, S.A., y muy especialmente al Ing. Alvaro Izaguirre, por las facilidades prestadas para la obtención de la roca fosfórica.

I N D I C E

1.- INTRODUCCION

II.- REVISION BIBLIOGRAFICA

- 2.1 La planta de maíz y sus necesidades de clima y suelo
 - 2.1.1 Sistema radicular
 - 2.1.2 Tallos y hojas
 - 2.1.3 Flores
 - 2.1.4 El grano
 - 2.1.5 Necesidades climáticas del maíz
 - 2.1.6 Necesidades de suelo
- 2.2 Necesidades en elementos nutritivos
 - 2.2.1 Nitrógeno
 - 2.2.2 Fósforo
 - 2.2.3 Potasio
 - 2.2.4 Nutrientes secundarios
- 2.3 Importancia del fósforo
 - 2.3.1 Funciones del fósforo en la planta
 - 2.3.2 El fósforo en el suelo
 - 2.3.3 Formas del fósforo en el suelo
 - 2.3.4 Factores que regulan la aprovechabilidad y la fijación del fósforo en el suelo
- 2.4 Origen de la roca fosfórica (R.F.)
 - 2.4.1 Composición de la R.F.
 - 2.4.2 Características físicas de la R.F.
 - 2.4.3 Contenido de P_2O_5 de rocas fosfóricas de diferentes regiones del país, de Florida y de Marruecos
 - 2.4.4 Estudios sobre las propiedades mineralógicas de la R.F.
 - 2.4.5 Factores que afectan la solubilidad de la R.F.
 - 2.4.6 Factores que determinan la calidad de la roca comercial
 - 2.4.7 Suelos adecuados para aplicación directa de R.F.
 - 2.4.8 Estudios que comparan la respuesta agronómica de los cultivos a la R.F. molida contra los superfosfatos.

- 2.4.9 Formas tendientes a incrementar la eficiencia de la R.F. a nivel agricultor.
- 2.4.10 Consumo mundial y nacional de R.F.
- 2.5 El encalado de los suelos
 - 2.5.1 Agrocal o cal agrícola
 - 2.5.2 Aplicación de agrocal
- 2.6 El azufre
- 2.7 Experimentos realizados
- 2.8 Plagas y enfermedades

III.- OBJETIVOS HIPOTESIS Y SUPUESTOS

IV.- MATERIALES Y METODOS

- 4.1 Ubicación
- 4.2 Localización geográfica y límites del municipio
- 4.3 Clima
 - 4.3.1 Comparación entre las zonas climatológicas
- 4.4 Suelos
 - 4.4.1 Descripción del sitio
 - 4.4.2 Descripción del suelo
 - 4.4.3 Características generales del suelo
 - 4.4.4 Interpretación del análisis del suelo
- 4.5 Comentarios
- 4.6 Vegetación
- 4.7 Caracterización general de los experimentos
 - 4.7.1 Diseño experimental
 - 4.7.2 Variables de respuesta
 - 4.7.3 Análisis estadístico
 - 4.7.4 Análisis económico
 - 4.7.5 Desarrollo del experimento

V.- RESULTADOS Y DISCUSION

- 5.1 Análisis de varianza

VI.- CONCLUSIONES

VII.- CONSIDERACIONES

VIII.- RESUMEN

IX.- BIBLIOGRAFIA

- INDICE DE FIGURAS
- INDICE DE CUADROS
- INDICE DE GRAFICAS.

I INTRODUCCION

Se ha manifestado como un serio problema el crecimiento de las poblaciones a nivel mundial, ya que sería éste incremento como una progresión geométrica, tanto la demanda de alimentos es como una progresión aritmética, es tribando aquí el problema con la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos para abastecer a toda la humanidad existente en el globo terráqueo.

El maíz se cultiva en los cinco continentes aunque su zona típica de cultivo es el continente americano. Desde dicho continente, donde constituía el alimento base en las civilizaciones Inca, Maya y Azteca, fue llevado por los descubridores españoles a Europa. Dentro de Latino-América todos los países cultivan el maíz, pero entre ellos podemos destacar a tres: Brasil, México y Argentina. Este cultivo ocupa el tercer lugar en importancia mundial después del trigo y el arroz; y a nivel nacional es el principal por numerosos factores de orden agrícola, económico y social. El maíz en México se considera como el cultivo de mayor importancia en cuanto a producción y superficie sembrada entre otros aspectos: alcanzando de 12.4 a 14.7 millones de toneladas de grano cosechadas en 1980 y 1981 con superficies de poco más de 6.9 y 8.1 millones de hectáreas respectivamente, además de que ocupa un 20% de la población económicamente activa.

En La República Mexicana el mayor productor de maíz es el estado de Jalisco, que cuenta con una extensión territorial de 81,058 kilómetros cuadrados, los cuales están divididos en cuatro zonas naturales bien definidas que son: 1) Zona de los altos; 2) zona central 3) zona del sur; 4) zona de la costa.

En ésta última zona se desarrolló este trabajo y cuenta con una superficie agropecuaria de 496 077 hectáreas, de las cuales 139 745 hectáreas se dedican a la agricultura, correspondiendole un total de 103 060 hectáreas a los cultivos de temporal, el 90% se siembra maíz en el ciclo primavera-verano, siendo importante incrementar los rendimientos por unidad de superficie. El

incremento de la producción dependerá de varios factores destacando entre estos el uso adecuado de los fertilizantes.

Actualmente uno de los principales problemas en México es el de baja fertilidad de los suelos, como consecuencia de la sobre explotación de los mismos y la no reposición de los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, y debido a la falta de conservación de dichos suelos; con lo cual la producción ha mermado a tal grado que no es proporcional al crecimiento demográfico.

Los fertilizantes tienen un alto valor social y económico en la creación y mantenimiento de una civilización avanzada. Además son indispensables para reducir el costo unitario de producción de las cosechas, pues los rendimientos substanciales por unidad de superficie son cada vez mayores a medida que el uso de fertilizantes se hace extensivo en su aplicación. La demanda de fertilizantes, y especialmente los fosfatados, ha ido en aumento, por lo cual, México ha intensificado las exploraciones en regiones donde existen ya cimientos de roca fosfórica (R.F.) por ser este material la materia prima para la producción de este tipo de fertilizantes. México importa casi la totalidad de R.F. empleada en la elaboración de los superfosfatos, por lo que el costo de producción de éstos es considerablemente alto.

México ha estado importando roca fosfórica para abastecer a la industria de fertilizantes en una relación de dos millones ton/año; durante 1976, importó 1.7 millones de toneladas de este mineral, con un costo aproximado de 1,000 millones de pesos. A pesar de contar con numerosos yacimientos de este mineral se continúa obteniendo cantidades apreciables de otros países (EE.UU Y Marruecos). Por lo tanto, la gran demanda y la elevación de los precios de los fertilizantes fosfatados despertaron el interés por la realiza--ción de la presente investigación para caracterizar y medir la eficiencia de la roca fosfórica en aplicaciones directas al suelo, México cuenta con yacimientos y depósitos de R.F. en varios estados, tales como: Baja California Sur, Coahuila, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas; de los cuales los más importantes a la fecha son los dos primeros.

La aplicación directa de R.F. a los terrenos de cultivo o de pastoreo en México es una práctica poco usual, a pesar de las amplias posibilidades que ofrece, especialmente en los suelos ácidos de las zonas cálidas húmedas cuya superficie es considerable. Esta nueva línea de investigación, reviste particular importancia para México, no solamente porque tiende a incrementar los rendimientos de los cultivos y a minimizar los costos de producción, sino porque también una vez que se haya comprobado la bondad de la R.F. nacional implicando tratamientos que aumenten su solubilidad para su mejor aprovechamiento; ello permitirá un considerable ahorro de divisas al reducirse las importaciones de este material. Por consiguiente, el interés e importancia del presente experimento, es el de usar la R.F. nacional en forma más efectiva y económica debido primordialmente a la gran demanda y elevación de los precios de los superfosfatos, y a la redituabilidad que ha venido mostrando la R.F. debido a su lenta solubilidad y efecto residual prolongado en los suelos, así como los factores climatológicos que influencian en la respuesta positiva de este material fertilizante.

De acuerdo a las evidencias que existen en los suelos tropicales, son suelos que tienen alto contenido de fierro, aluminio y sílice, por lo cual se tiene una alta fijación de fósforo; hasta no llegar a saturar el sistema coloidal del suelo con el nutrimento en cuestión. Esta situación se puede resolver aplicando superfosfato o bien algún material fosfato de solubilidad lenta, lográndose con el último un mayor efecto residual y economía; aunque esta no es la única alternativa por solucionar el problema, es decir aumentar el pH del suelo (en el caso de suelos ácidos) para aumentar a la vez la disponibilidad de fósforo. Existen otras alternativas, entre otras, el adicionar CaCO_3 o bien incorporar materia orgánica al suelo.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 La planta de maíz y sus necesidades de clima y suelo.

2.1.1 Sistema radicular.

Está constituido por tres tipos de raíces: Las raíces seminales que tienen su punto de partida en la semilla o grano de maíz, y que constituye el sistema radicular primario: El sistema secundario está constituido por las raíces que parten de los nudos del tallo situados debajo de la superficie del suelo; finalmente existe un tercer tipo de raíz, el aéreo que parte de los nudos de los tallos más cercanos a la superficie, constituyendo, para la planta, un fuerte sistema de fijación.

2.1.2 Tallos y hojas

Los tallos del maíz son cilíndricos, rayados longitudinalmente y con entre nudos, miden según la variedad y el cultivo, desde 50 cm. a 6 m. de altura.

2.1.3 Flores

El maíz tiene sus flores en forma de espiguillas estando separadas las masculinas de las femeninas. Las masculinas forman la panícula, las femeninas se asientan sobre un eje pajoso (zuro) que puede llevar de ocho a treinta surcos longitudinales de pares de espiguillas. Cada espícula femenina termina en un largo estilo o barba. La mazorca formada por el conjunto de flores femeninas está situada sobre un corto tallo lateral.

2.1.4 El grano

Las espiguillas femeninas tienen dos flores de las que normalmente, solo una es fértil. Esta flor es fecundada por el polen procedente de las espiguillas y da lugar a un fruto en cariósipide que es el grano de maíz.

2.1.5 Necesidades climáticas del maíz

El maíz requiere para producir buenos rendimientos temperaturas promedio entre 18 y 25°C, con lo que el maíz se puede cultivar en diversas regiones con precipitaciones inferiores a los 250 mm. a los 5,000 mm. y en campos de regadio. No cabe duda que la pluviometría, sobre todo en la época que rodea la floración es el factor determinante del rendimiento del maíz. Las lluvias actúan igualmente originando una baja de temperatura y un aumento del grado higrométrico que reduce fuertemente la evapotranspiración potencial. La planta de maíz parece ser más resistente a la sequía en los comienzos de su desarrollo que posteriormente. Esta falta de resistencia es mayor en el momento de aparición de las barbas y de la subsiguiente polinización (Beer y otros 1967). La media diaria óptima de temperatura durante junio, julio y agosto es de aproximadamente 22°C, por otra parte existe una interrelación entre pluviometría y temperatura del aire como del suelo. Si la pluviometría es elevada disminuye la temperatura del suelo y del aire debido al decrecimiento de la insolación, y aumenta el grado higrométrico del aire. Todos estos factores contribuyen a retardar la madurez del maíz, a parte de que la humedad del suelo facilita el desarrollo de enfermedades criptogámicas.

2.1.6 Necesidades de suelo

El maíz se cultiva en una amplia gama de suelos, pero lógicamente da rendimientos más elevados en suelos profundos, con un buen drenaje y buena aireación. Con relación al pH, el maíz prefiere los suelos debilmente ácidos o neutros. Por otra parte, el pH, influye en la extracción de elementos nutritivos, aumentando la extracción de fósforo, potasio, magnesio, calcio, cobre, boro y fierro cuando el pH. pasa de ser extremadamente ácido a solo ligeramente ácido. (Lutz 1972).

2.2 Necesidades en elementos nutritivos

Las necesidades nutricionales de cualquier planta son determinados por la cantidad total de nutrientes que precisa extraer durante su desarro-

llo fisiológico. El cultivo de maíz agota los nutrientes como el fósforo entre otros en forma considerable siendo necesario un abastecimiento de estos para dicho cultivo proporcione rendimientos satisfactorios.

2.2.1 Nitrógeno

El maíz absorbe casi todo el nitrógeno en forma de nitratos (NO_3). Pero el nitrato solo puede almacenarse en el suelo en pequeñas cantidades, a causa de la lixiviación y la desnitrificación, por lo que se debe de seccionar en su aplicación en dos o tres partes. En la absorción de nitrógeno podemos distinguir tres fases, según el ritmo o velocidad de absorción: La primera fase comprende desde la nacencia hasta un mes antes de la aparición de las barbas" o estilos de la flores femeninas; la segunda se desarrolla durante el mes anterior a la aparición de las barbas, y la tercera nos lleva hasta el momento de la madurez fisiológica. Imparte color verde intenso, fomenta crecimiento rápido aumenta producción de hojas, aumenta el contenido protéico de los cultivos y alimenta a los microorganismos del suelo durante su descomposición de los materiales orgánicos.

Deficiencias.- Color verde amarillento enfermizo, desarrollo distintivamente lento y escaso, secado o "Quemado" de las hojas que comienza en la punta de las hojas de abajo y continúa hacia el centro a lo largo de la vena central.

2.2.2 Fósforo

La mayor cantidad de fósforo que la planta de maíz necesita continuamente es absorbida por las raíces en forma de los compuestos químicos H_2PO_4 pequeñas cantidades se absorben en forma orgánica. La absorción de fósforo es mucho más lenta que la de el nitrógeno y corre paralela a la acumulación de materia orgánica seca durante la mayor parte del desarrollo vegetativo de la planta. Debido a ésto se aplica todo el fósforo al momento de la siembra, por su poca movilidad, no existiendo pérdidas significativas. En la linea de absorción de fósforo, cabe mencionar la inflexión que señala el descenso que produce en la extracción media diaria de fósforo cuando la planta pasa al período crítico de desarrollo ubicado en los alrededores de la aparición de la

inflorescencia masculina y de las barbas. Estimula la pronta formación de las raíces y su crecimiento, rápido y vigoroso comienzo a las plantas, acelera la maduración y ayuda a la formación de la semilla.

Deficiencias.- Estas se presentan en las primeras fases del desarrollo, síntoma típico la coloración púrpura-rojiza en las hojas jóvenes, pequeños tallos delgados con mazorcas pequeñas o torcidas, carencia de germinación, bajos rendimientos en granos frutos y semillas, retrasa la maduración.

2.2.3 Potasio

El potasio es extraído rápidamente en el momento de la nacencia, conforme se desarrolla el cultivo se acelera la absorción hasta 20 días antes de la emergencia de los estilos femeninos manteniéndose constante, durante 20 a 25 días. En este período la absorción diaria puede alcanzar hasta 7.3 Kgs/ha.

Al principio se encuentra en las hojas y en el tallo aumentando la concentración en el período de aparición de la panícula masculina y las barbas, se produce emigración del potasio al grano pero su traslocación es mucho más lenta y menos importante.

Imparte a las plantas gran vigor y resistencia a las enfermedades, aumenta el tamaño de grano y semilla, mejora la calidad de los frutos, auxilia en la formación de la antocianina (color rojo de las hojas y del fruto, coadyuva en la producción de proteína en las plantas).

Deficiencia.- Disminución del ritmo de crecimiento de la planta color mas claro en las hojas y parece como si se quemaron o secaron los bordes de las hojas más bajas y viejas, la planta se degenera antes de madurar, debido a un desarrollo pobre de las raíces, extremo de la mazorca sin grano, puntia gudo y seco.

2.2.4 Nutrientes secundarios (Mg,S,Ca).

a) Magnesio

Las necesidades de magnesio del maíz son similares a las del calcio o fósforo pero el grano es netamente más rico en el primero de ellos. Es un componente esencial de la clorofila, es necesario para la formación de azúcar, ayuda a regular la asimilación de otros nutrimentos, actúa como transportador de fósforo en la planta, en ciertas formas, corrige la acidéz del suelo.

Deficiencias.- Produce rayas blancas a lo largo de las venas y con frecuencia el envés de las hojas inferiores toma una coloración púrpura, pérdida general de color verde, tallos débiles con largas ramificaciones de las raíces, las hojas se tuercen hacia arriba a lo largo de los bordes.

b) Azufre

Las necesidades de azufre del maíz son mínimas. Es un ingrediente esencial de la proteína, ayuda a mantener el color verde intenso, estimula la producción de semilla, procura el crecimiento más vigoroso de la planta.

Deficiencias.- desarrollo lento y raquítico.

c) Calcio

El calcio se encuentra en el maíz fundamentalmente en las hojas, siendo el grano especialmente pobre en este elemento. Estimula la producción de semilla y grano, activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas.

Deficiencias.- En algunos casos, las hojas juvenes permanecen enrolladas.

2.3 Importancia del fósforo

Es frecuente clasificar al fósforo como un macronutriente aunque las plantas lo contienen en menor cantidad que el nitrógeno, potasio y calcio. Sin embargo, el fósforo como factor limitativo tiene mayor importancia que el calcio y, quizá más que el potasio. En términos de los fertilizantes más empleados en todo el mundo, el fósforo ocupa un lugar apenas inferior al potasio y, en cuanto al peso ambos elementos equivalen a menos de un cuarto del total del nitrógeno. En el caso particular de México el consumo nacional de fósforo solo es superado por el nitrógeno y excede de unas diez veces al consumo de potasio fertilizante.

Se estima que la tierra contiene aproximadamente 0.12 % de P_2O_5 en sus 10^{-15} ton. de corteza. La distribución de este elemento en suelos agrícolas depende de muchos factores, por lo cual las cantidades aprovechables que éstas contienen son variables (18). Todas las materias vegetales y animales, y la mayoría de los abonos fosfáticos presentan su fósforo en forma de sales del ácido ortofosfórico. La piedra caliza contiene a menudo fosfato tricálcico en proporción en que puede variar desde indicios hasta el 80 %. La materia orgánica del suelo también contiene fósforo (II).

En contraste con ciertas formas inorgánicas combinadas del nitrógeno.

2.3.1 Funciones del fósforo en la planta

Las funciones del fósforo son: 1) constituyentes de metabolitos y compuestos, como: azúcares fosforilados, ácidos orgánicos fosfatados, alcoholes fosforilados, fosfátidos y nucleótidos; 2) en los procesos fisiológicos, como: transferencia de energía, metabolismo de las proteínas y proteidos, y formación de las membranas; 3) como activador, cofactor o regulador de enzimas y grupos prostéticos, como: transferasas, oxido-reductasas y linasas (2).

La cantidad total del fósforo en las plantas varía desde 0.05 al 1 % con un promedio entre 0.1 y 0.2 %. El fósforo tiende a concentrarse en los tejidos jóvenes con crecimiento activo y en las semillas de las plantas (9).

En general, los síntomas de deficiencia de fósforo en las plantas no son muy pronunciados, así como tampoco muy específicos. Por lo tanto, es posible que resulte difícil efectuar su diagnóstico en las plantas a simple vista; pueden ser necesarios análisis químicos de las plantas a probar los fertilizantes fosfatados.

Aunque una deficiencia extrema en fósforo puede producir cierto amarilleo en las hojas, el síntoma más común es la aparición de una coloración verde oscuro o azulada, que puede presentarse acompañada por tintes bronceados o purpúreos. La coloración púrpura, causada por los pigmentos de antocianina, es el síntoma más evidente y el que se menciona con más frecuencia (7).

Parece que el fósforo acelera la madurez más que otros nutrientes, y un exceso estimula una maduración temprana. Muchos suelos producen forraje deficiente en fósforo, en términos de requerimientos nutricionales de los animales, y la fertilización con suficiente fósforo para incrementar el contenido fosfórico del forraje, aumenta la calidad de este (23).

2.3.2 El fósforo en el suelo

La cantidad total de fósforo en la capa arable en los suelos agrícolas varía alrededor de 0.01 a 0.15 % (aprox. 200 a 3 000 Kg/ha). La cantidad depende en gran parte, del contenido del fósforo en el material basal.

La fuente original del fósforo en el suelo es generalmente la fluoropatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$), la cual resulta un constituyente común de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias (9).

Se determinó que en perfiles de suelos formados de material madre en apariencia uniforme, el porcentaje mínimo de fósforo se da, por lo general, en la parte inferior del horizonte A o en la parte superior del horizonte B, se menciona también que es probable que el valor mínimo en el % de fósforo resulta de su absorción por las plantas. El mayor contenido en el suelo superficial puede atribuirse al hecho de que parte del fósforo absorbido por

las plantas es devuelto ya que el suelo superficial lo retiene. El fósforo que se libera en forma soluble en los suelos, por la meteorización de minerales primarios portadores de aquel, y el proveniente de los residuos vegetales y de los fertilizantes se combinan primariamente con la fracción arcilla; por consiguiente, el % de fósforo de la fracción arcillosa suele superar al de las partículas de mayor tamaño (7).

2.3.3 Formas del fósforo en el suelo

El fósforo se presenta en el suelo casi exclusivamente como ortofosfato y todos los compuestos son derivados del ácido fosfórico. (H_3PO_4).

Los fosfatos del suelo se pueden dividir en dos grandes grupos: inorgánicos y orgánicos. En los inorgánicos los iones hidrógeno del ácido fosfórico se reemplazan por cationes formando sales. En los orgánicos uno o más hidrógenos del ácido fosfórico dan origen a enlaces esféricos y el resto puede ser reemplazado por cationes.

Se han encontrado que algunos factores como la temperatura, la precipitación pluvial, la acidéz del suelo, determinan la participación de las fracciones orgánicas e inorgánicas en el fósforo total. Bajo condiciones de acumulación de materia orgánica en el suelo (baja temperatura y alta precipitación, acidéz del suelo, escasa actividad biológica), predominan los fosfatos orgánicos.

Entre los fosfatos inorgánicos se diferencian formas químicamente definidas y cristalizadas, no bien cristalizadas o amorfas, fosfatos adsorbidos y presentes en la solución del suelo. Entre los fosfatos cristalinos están: Los cálcicos (fosfato monocálcico fosfato dicálcico y sus formas hidratadas): Las apatitas hidroxidadas y sus variantes fluoradas y carbonadas. Los aluminicos: Fosfato aluminico (variscita). Y los fosfatos férricos o ferrosos (vivianita y estrengita). Otros fosfatos cristalinos (tarankitas, garceixita, florencita wavelita, crandalita). Formas químicamente no bien definidas, no bien cristalizadas o amorfas como los fosfatos adsorbidos al complejo coloidal y los ocluidos en los hidróxidos de Al, Fe y Mn a través de su proceso de cristalización y crecimiento.

El fósforo se encuentra en cantidades muy pequeñas en forma de ácido fosfórico en la solución del suelo.

La distribución de los fosfatos inorgánicos del suelo dependen del grado de meteorización y desarrollo de los suelos. En los suelos recientes predominan los fosfatos cálcicos; en los medianamente desarrollados se presentan proporciones balanceadas de los diferentes fosfatos inorgánicos y en los maduros predominan los fosfatos ocluidos en los hidróxidos de Al, Fe y Mn. Los fosfatos inorgánicos dependen de la granulometría del suelo: En los arenosos predominan los fosfatos cálcicos y en los arcillosos los aluminicos y férricos. las condiciones de inundación, propician la acumulación de fosfatos ferrosos (14).

Se menciona que la disponibilidad del fósforo del suelo, para las plantas, depende aparentemente de la extensión de la superficie de las varias especies químicas del fósforo presente en el suelo.

2.3.4 Factores que regulan la aprovechabilidad y la fijación del fósforo en el suelo

a) Humedad

El contenido de humedad del suelo tiene efecto sobre la eficiencia y la disponibilidad de fósforo aplicado en varias formas. Varios experimentos han demostrado que cuando el contenido de humedad del suelo está a capacidad de campo, de un 50 a un 80 % del fósforo soluble en agua puede esperarse que sea removido del fertilizante granulado dentro de un tiempo de 24 horas. Aún en suelos con solamente 2 a 4 % de humedad, de un 20 a un 50 % de fósforo soluble en agua puede removerse del fertilizante dentro del mismo tiempo bajo condiciones óptimas de humedad, la respuesta del fósforo granulado de alta solubilidad en el agua es superior a la de los materiales pulverizados. (32).

b) PH (reacción del suelo).

La actividad del fósforo en el suelo está íntimamente asociada con

el pH ya que a pH inferior a 6, la solución del suelo contiene cantidades cada vez mayores de los iones aluminio, hierro, manganeso y todos los demás metales con el fósforo disminuyendo su disponibilidad como nutriente. Por otra parte si el pH del suelo se lleva mucho arriba de 7, comienza la formación de fosfatos de calcio insoluble. En ambos extremos de esta escala de pH la solubilidad del fósforo, ya sea el natural o el agregado por medio de fertilizantes, es muy restringida, y su aprovechamiento es mínimo (5).

La concentración del fósforo en la solución del suelo. en suelos alcalinos o calcáreos está gobernada por: 1) actividad del calcio, 2) la cantidad y tamaño de las partículas del carbonato cálcico libre en el suelo; y 3) la cantidad de arcilla presente (32).

Los estudios realizados hasta la fecha han permitido establecer que la fijación del fósforo en el suelo alcanza su nivel más bajo entre los valores de pH 6 a 7 y su grado de aprovechamiento es máximo (5).

El efecto del pH del suelo en la mineralización del fósforo orgánico puede explicarse por la teoría de que todo incremento de pH reduce la adsorción de los compuestos de fósforo orgánico por los óxidos hidratados y, por lo tanto aumenta su solubilidad y susceptibilidad a la mineralización (5). Sin embargo se menciona que el complejo arcilloso húmico, no fija a ningún anión excepto al anión H_2PO_4 (fosfato), que aprovecha un puente formado por el catión calcio.

Se menciona que en suelos de áreas tropicales se presentan por lo general, asociados con un pH bajo, grandes cantidades de hidróxidos de Al y Fe gran cantidad de cargas electropositivas, y una alta capacidad de retención de fósforo (14). Por otra parte establece que en suelos de América Latina se realizaron estudios en los cuales se encontró que la capacidad de fijación del fósforo correlaciona significativamente con el contenido de materia orgánica, hidróxidos de aluminio, hierro y arcilla de los suelos. Los factores más importantes son el pH, el contenido de hidróxidos libres de Fe y la materia orgánica (9).

Se dice que existen trabajos que indican que en suelos lateríticos de

de Hawaii, tres días después de la aplicación de dosis elevadas de fosfatos, hasta el 96 % de fósforo aplicado se fijó y en su mayor proporción al Al, y al Fe. (14).

En experimentos en suelos húmedos tropicales y de regiones áridas y semi-áridas, correspondientes a Rendzinas, vertisoles y ferralsoles; las proporciones de fósforo-aluminio, fósforo-fierro y fósforo-calcio encontrando que era mayor la proporción de fósforo-aluminio y fósforo-fierro en los suelos húmicos tropicales y menor proporción de fósforo-calcio en estos suelos; en consecuencia los fósforos-calcio predominan en suelos áridos y sub-áridos; dichos experimentos se realizaron con disminución y aumento de irrigación, (29).

2.4 Origen de la roca fosfórica

La obtención y uso de fertilizantes es tan antigua como la agricultura misma; sin embargo, de los fertilizantes fosforados, la (R.F.) como materia prima de estos constituye hoy en día la base principal de la industria de este tipo de fertilizantes. (31).

La definición que dá la Asociación Americana de Químicos Agrícolas (AOAC) de este mineral es que la R.F. es una roca natural que contiene uno o más minerales de fosfato de calcio de suficiente pureza y cantidad que permita su uso, directamente o después de concentrarla en la fabricación de productos comerciales.

De acuerdo a Yong, de tennessee vallery authority (TVA), existen actualmente muchos depósitos de R.F. los cuales difieren en características físicas y forma mineral en el cual el fósforo se presenta, así como la naturaleza y abundancia de impurezas.

La mayor parte de los yacimientos de R.F. son de origen marino. Al levantarse las grandes masas de tierra y mar, y después de la evaporación del agua, se inicia la formación de capas de sales mezcladas con los fosfatos de los esqueletos de la fauna marina. La molécula de apatita es muy estable y de

baja solubilidad en ácidos débiles, se destruye en los procesos técnicos durante la fabricación de abonos químicos, transformándose en productos solubles, que luego al ser asimilados por los organismos, pasan nuevamente a formas más estables, En la naturaleza por la acción solubilizadora del agua cargada de CO_2 , tiene lugar un ciclo semejante. Una parte del fósforo (p). Solubilizado llega al mar y se acumula en la forma orgánica, originándose así los grandes sedimentos marinos, (ciclo del fósforo). (14).

2.4.1 Composición de la roca fosfórica

La composición de la R.F. ha sido bastante discutida (14); hoy se sabe que cuando no sufren una transformación metamórfica la mayor parte, de estos minerales se encuentran principalmente en una forma parecida a la apatita amorfa o cristalina como lo es la apatita hidroxidada. $\text{Ca}_5(\text{PO})_3$ y/o en sus variedades carbonatadas fluorada (young, tva.). La concentración de P_2O_5 es muy variable en cada roca de orígenes diferentes.

Las rocas fosfatadas solamente pueden ser calcificadas de acuerdo a su origen como sedimentarias; metamórficas e ígneas. Casi el 8 % de la R.F. que es utilizada en forma comercial es sedimentaria siendo el resto principalmente ígneo. Muchas de las rocas fosfatadas contienen fluorapatita, $\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$ como forma primaria. Sin embargo, la fluorapatita pura es relativamente rara (22).

Dentro de la serie de la apatita se encuentran:

- | | |
|---------------------|---|
| a) Fluorapatita | $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ |
| b) Cloroapatita | $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ |
| c) Hidroxilapatita | $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ |
| d) Carbonatoapatita | $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3)\cdot\text{H}_2\text{O}$ |

2.4.2 Características físicas de la roca fosfórica

Se indica que todas las rocas fosfatadas se derivan de la apatita que puede encontrarse en rocas ígneas, sedimentarias ó metamórficas (B). De acuerdo con esto y en estudios hechos a la R.F. de Missouri se obtuvieron resultados tales como:

Que las rocas ígneas se derivan del magma fundido consistiendo en algo similar a: $\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3 \text{Cl}$ ó $\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3 \text{F}$. Las apatitas sedimentarias incluyen la mayoría de las R.F. comercialmente explotadas. Son depósitos marinos amorfos constituídos principalmente de flúor e hidroxilapatita, con impurezas de calcita, arcilla, cuarzo también de mono y difosfato de calcio.

Con respecto a la apatita de origen ígneo, mencionan que ésta ocurre una impureza en el mineral de Fe que se explota al Este Central de Missouri.

Indican que las características tales como textura, tamaño de partícula, grado de cristalización, alteración física y concentrados homogéneos o mezclas en la R.F. son de gran importancia ya que determinan en alto grado la disponibilidad de su fósforo (20).

2.4.3 Contenido de P_2O_5 de rocas fosfóricas de diferentes regiones del país, Florida y Marruecos. (I)

Roca fosfórica de Zimapán, Hgo. (32.93 % P_2O_5)
Roca fosfórica de Saltillo, Coah. (27.98 % P_2O_5)
Roca fosfórica de Rofomex Cruda, B.C.S. (23.90 % P_2O_5)
Roca fosfórica de San Hilario, B.C.S. (20.52 % P_2O_5)
Roca fosfórica Com. 2 Rofomex, B.C.S. (30.17 % P_2O_5)
Roca fosfórica de Florida, EE.UU. (32.65 % P_2O_5)
Roca fosfórica de Marruecos, Africa (31.97 % P_2O_5)
Roca fosfórica de San Juan de La Costa B.C.S. (12.15 % P_2O_5)

2.4.4 Estudios sobre las propiedades mineralógicas de la R.F.

También estudios hechos sobre aspectos mineralógicos y agronómicos, proporcionaron amplia información sobre el porqué algunas rocas fosfóricas dan buena respuesta del cultivo cuando son aplicadas directamente al suelo. La conclusión fué que esto sucede debido a que el mineral básico es alterado por otros elementos químicos que se encuentran en su estructura. (T.V.A.).

2.4.5 Factores que afectan la solubilidad de la roca fosfórica

La solubilidad de la roca fosfórica se encuentra definida tanto por sus características intrínsecas, como por los factores del medio a saber:

a) Propiedades de las rocas:

- 1.- Contenidos de óxidos de hierro y aluminio
- 2.- Contenido de Flúor
- 3.- Grado de substitución de iones carbonato (CO_3^{2-}) por iones fosfato (PO_4^{3-}) en la estructura de la apatita.
- 4.- Area superficial
- 5.- Estructura y porosidad
- 6.- Tamaño de partícula

b) Factores del medio:

- 1.- pH del suelo
- 2.- Condiciones del suelo y del clima
- 3.- Secreción de ácidos por las raíces del cultivo
- 4.- Tiempo de contacto.

2.4.6 Factores que determinan la calidad de la roca comercial

Se menciona que principalmente se deben de considerar en cuanto a calidad física y química, (20) siguientes:

a) Calidad física:

- Textura
- Tamaño de partícula
- Grado de cristalización
- Alteración física
- Concentración, homogéneos y mezclas.

b) Calidad química:

- 1.- En cuanto a su proceso químico:

Contenido de P_2O_5

Contenido de F.

Contenido de carbonato del mineral apatítico

Contenido de carbonatos libres

Contenido de materia orgánica

Contenido de cloro.

11.- En cuanto a su proceso y productos resultantes:

Contenido de Fe y Al,

Contenido de Mg.

Contenido de Na y K.

Contenido de F la fracción soluble

Impurezas varias Ti, Ba, Sr, y tierras raras.

La calidad comercial de la roca fosfórica está expresada por el contenido de P_2O_5 total; el rango usual es de 28 a 38 %.

En otros estudios hechos sobre la solubilidad (14), se encontró una gran influencia del pH, el cual se explica a partir del producto de solubilidad del fósforo de diferentes R.F. y que aumenta en forma exponencial al disminuir el pH.

La amplia variedad de suelos y la diferencia en su composición mineral complica el problema en la determinación de la eficiencia de la R.F. finamente molida como fuente de fertilizante de fósforo; además no se puede formular un procedimiento general que indique la posibilidad de aplicar ésta a todos los tipos de suelos. (35).

En lo que respecta al factor tiempo, este juega un papel muy importante. Por ejemplo: La solución del suelo saturada con respecto al mineral fosfato puede ser relativamente baja en P_2O_5 . por tanto, en el orden de extracción de cantidades de este nutrimento, nuevas cantidades de la solución del suelo sin saturar pueden ponerse en contacto con el mineral sin disolver. Además de afectar la solubilidad de la R.F. el valor económico y agronómico también depende de los factores mencionados anteriormente.

2.4.7 Suelos adecuados para aplicación directa de R.F.

Experimentos llevados a cabo, muestran que la R.F. finamente molida es más efectiva cuando es aplicada en suelos ácidos y en aquellos suelos alcalinos o neutros donde son agregadas cantidades altas de materia orgánica. (31). Esto es entendible ya que la naturaleza ácida de la solución del suelo aumenta el poder de disolución de los minerales fosfatados haciendo disponible el fósforo para las plantas.

De acuerdo a características tales como tamaño de partícula, área superficial, grado de calcinación y pH son las que determinan la aprovechabilidad del fósforo. Por lo tanto, en suelos ácidos se puede esperar un buen efecto de las rocas fosfatadas, al ser aplicadas finamente molidas, y en especial sobre cultivos perennes, (14).

En suelos fuertemente ácidos así como también en aquellos de carácter orgánico, las rocas fosfatadas finamente pulverizadas pueden rendir favorablemente. Esto se debe a que existe un peligro menor de fijación del que presentan los fertilizantes fosfatados solubles en ácido cítrico ó citrato de amonio. (19).

2.4.8 Estudios que comparan la respuesta agronómica de los cultivos a la R.F. molida contra los superfosfatos.

Mencionan que en tres experimentos con pasto de Mississippi se reportó que la roca fosfórica aplicada a dos veces la cantidad de P_2O_5 como superfosfato incremento el rendimiento en un 47 % comparado con un 60 % con superfosfato (3).

Por otra parte se ensayó la roca fosfórica cruda de Zimapán, Hgo., aplicada a tres suelos derivados de cenizas volcánicas del Edo. de México, al cultivo de maíz de temporal, observando una eficiencia de producción de grano respecto a la eficiencia del superfosfato del 59.7 % en el suelo el capulín; la misma comparación y con el mismo suelo, fué de 54.4 % en fósforo extraído por el grano. Los suelos de Santa María del Monte y el suelo de lomas de San Juan, Texcoco, México, no mostraron respuesta a la aplicación de fósforo, por

lo que no fué factible hacer una comparación de eficiencia relativa entre las fuentes de fósforo ensayados (4).

El encalado disminuye la efectividad de la roca fosfórica apreciablemente (24).

Señalan que una evaluación comparativa sobre roca fosfórica y superfosfato sobre largos períodos de tiempo en cultivos desarrollados sobre suelos que recibieron R.F. eventualmente la producción fué tan buena como suelos que recibieron superfosfatos. Sin embargo, para cortos períodos de tiempo el superfosfato fue superior.

Se señala que la fosforita molida finamente, se agrega al suelo en cantidades bastantes grandes con el objeto de obtener un incremento sustancial en el contenido de fósforo del suelo para lograr así un prolongado efecto residual (7). Sin embargo Moschler y otros (1957), citados por Black (1975) referente a lo anterior mencionan que en contraste con los fosfatos minerales solubles industrializados, cuyo valor disminuye con el tiempo de aplicación, la fosforita puede aumentarlo con el transcurso del tiempo.

Se encontró en la comparación de R.F. con superfosfato triple, la producción de trebol rojo fue solamente del 75 % de la obtenida por el superfosfato cuando se usó R.F. a 2.5 veces la cantidad equivalente de P_2O_5 (21).

Comentan que datos publicados de Carolina del Norte muestran el valor de la roca fosfórica en comparación con superfosfatos. Se concluye que la R.F. fue inferior al superfosfato cuando se aplicaron en igual base. Fué necesario de 2 a 7 veces mas fósforo en la forma de R.F. para dar respuesta igual a la de superfosfato (37).

2.4.9 Formas tendientes a incrementar la eficiencia de la roca fosfórica a nivel de Agricultor.

Indican que la efectividad de la roca fosfórica puede ser mejorada añadiendo azufre elemental. Cuando es atacado el azufre por los microorganismos del suelo, el azufre elemental es convertido a ácido sulfúrico el cual ataca a la roca fosfórica y libera fósforo en forma asimilable produciendo superfos

fato in-situ. El azufre y la roca necesitan mezclarse íntimamente para que sean más efectivos. Sin embargo la respuesta varía en los suelos aparentemente debido a las propiedades del suelo, población bacteriana y otros factores. Materiales de este tipo están en estado de experimentación, sin embargo mezclas simples de azufre y (R.F.) han sido puestas al mercado en escala limitada. (6).

2.4.10 Consumo mundial y nacional de roca fosfórica

a) Consumo mundial de roca fosfórica

De acuerdo a la producción y uso comercial de la roca fosfórica se inició en el siglo XX (22). El primer dato estadístico data desde 1947 según Gray (1944), (citado por Mc Clellan y Hignett 1978), aunque es probable que haya existido alguna producción anticipada. La producción mundial aumento rápidamente a 5,000 toneladas en 1850, a 10 000 en 1853, a 100 000 en 1865 a 1000 000 en 1885, 10 000 000 en 1928 y en 1974 casi 100 000 000 toneladas tomando como base el consumo de fertilizantes permitidos y proyectados para otros usos anualmente, probablemente este será el orden de 300 millones de toneladas para el año 2 000.

Aunque la R.F. tiene muchos usos, probablemente mucho más del 85 % de la producción mundial se utilizará en la manufactura de fertilizantes (incluyendo la aplicación directa al suelo).

Desde que la R.F. fue considerada como materia prima principal para la manufactura de fertilizantes fosfatados, su demanda ha sido creciente. Durante 1965 la demanda de R.F. fue aproximada 63 millones de toneladas. alcanzando en 1970, un consumo de 100 millones de toneladas (17).

En 1971 la producción de fertilizantes fosfatados y fosfatos industriales fue el 90 % de la capacidad estimada y el promedio recuperado de P_2O_5 en proceso fue de 90 %. Por lo que se requirieron aproximadamente 33.5 millones de toneladas de P_2O_5 como R.F. para llevar a cabo estos cálculos se incluyó la cantidad de R.F. usada en aplicación directa, que fue alrededor de 1.8 millones de toneladas durante 1965.

Debido a que no se registró aumento de roca fosfórica para aplicación directa, el requerimiento total para 1971 fue de 33.5 millones de toneladas de P_2O_5 lo cual equivale aproximadamente 110 millones de toneladas de R.F. con un contenido de 32 % de P_2O_5 .

b) Consumo nacional y programas de explotación de roca fosfórica.

En México, las tasas de incremento anual en el consumo de fósforo entre 1951 y 1975 fueron de 18.4 % (10).

Hasta 1971 gran parte de los requerimientos de (R.F.) para la industria de fertilizantes debía ser importada pues durante 1968, éstas importaciones excedieron 300 000 toneladas. Para evitar lo anterior se estableció un proyecto para producir en pequeña escala (R.F.) calidad fertilizante para así tratar de hacer a México autosuficiente en abastecimiento de R.F. (World Survey of phosphate, 1973).

El creciente mejoramiento en ofertas de mineral fosfato se pronosticó en 1975, con un superavit significativo para 1976/77 suponiendo la existencia de una mayor explotación y descubrimiento de otros yacimientos (30).

Recientes descubrimientos de roca fosfórica hechos en Baja California, muestran, de acuerdo a las estimaciones de las reservas en la península, que ésta son en cantidades considerables tales que podrían exceder los 500 millones de toneladas (12). Para la explotación de estas reservas se planeó en 1975 invertir alrededor de 184 millones de pesos, lo cual debía de iniciar en 1977 con una relación de 5 millones de toneladas de R.F. por un año de la cual el 60 % de la producción sería para exportación.

También estimaciones hechas por Roca Fosfórica Mexicana (ROFOMEX). Indican tener disponibles alrededor de 180 000 ton./año de un producto con 16.53 % de P_2O_5 provenientes de San Hilario, B.C.S. además de la R.F. importada de Marruecos. Todo esto para aplicación directa (8). Otras compañías tales como fosforitas Mexicanas, S.A. y minerales Industriales, S.A. también son proveedoras de rocas nacionales como son la de Saltillo, Coahuila y Zimapán, Hidalgo respectivamente, las cuales podrían considerarse como probables

fuentes de abastecimiento de R.F. para aplicaciones directas.

Indican que en México tienen un consumo aparente de fosfatos de 1.5 millones de toneladas, de los cuales la mayor parte se importa de Marruecos y Florida con respecto a las reservas de B.C.S. menciona que estan calculadas en 250 millones de toneladas, por lo que en un futuro no lejano México será autosuficiente en este tipo de mineral (25).

2.5 El encalado de los suelos

Los suelos de las regiones húmedas generalmente son ácidos a través de todo el perfil.

Sin la aplicación de cal en suelos ácidos, se reduce el desarrollo de muchas plantas y disminuye el uso de los fertilizantes.

El desarrollo deficiente de las plantas en suelos ácidos por el efecto de contenidos de Al, Fe, Mn, intercambiables.

- a).- Efectos nocivos en el desarrollo de las raíces de las plantas.
- b).- Disminución de la absorción y traslocación de Ca.
- c).- La necesidad de cantidades considerablemente altas de fertilizantes fosfatados.

De acuerdo con Coelho y Verlangia del Instituto agronómico de Campinas, el problema de los suelos ácidos debe considerar los puntos de vista siguientes:

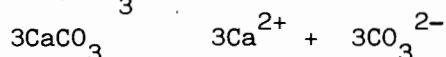
a).- El empobrecimiento del suelo en bases intercambiables, principalmente Ca y Mg, y su consecuente acidificación, es consecuencia de la absorción de esos nutrientes por las plantas, de la lixiviación por el exceso de agua que percola, de la aplicación continua de fertilizantes de residuo ácido y de la erosión.

b).- La aplicación de caliza y fertilizantes recupera al suelo. La

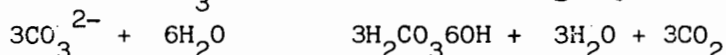
reacción de la caliza en el suelo depende de la velocidad de la solubilización de sus partículas, interviniendo varios factores en el proceso, siendo decisiva la presión del CO_2 .

En la neutralización de la acidéz causada por Al^{3+} intercambiable la reacción puede escribirse como sigue:

a) El CaCO_3 se disuelve lentamente en el agua.



b) Los iones CO_3^{2-} reacciona con el agua para formar H_2CO_3 y OH^- .



c) Los OH^- reaccionan con el Al^{3+} para formar $\text{Al}(\text{OH})_3$ insoluble.



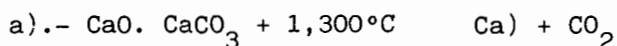
d) Los iones Ca^{2+} van a los sitios de intercambio dejados por el Al^{3+} y la reacción sería.



De este modo, después de la solubilización de la cal el Al es sustituido por el calcio en el complejo de intercambio del suelo, habiendo insolubilización del Al por la elevación del pH en forma de hidróxido de Al.

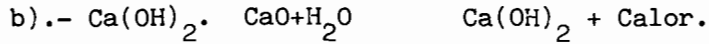
Materiales de encalado, Son sustancias químicamente básicas. Con el objeto de neutralizar la acidéz del suelo. deben ser aceptores de protones. La porción aniónica del compuesto es el aceptar de protones, y el catión suele ser el calcio. (9).

Generalmente son sales de Ca y Mg, cuyo anión sea el de un ácido débil. El ácido débil es precisamente el encargado de inactivar los hidrogeniones presentes en la solución del suelo.



Es el único material que puede denominarse cal. Es un polvo fino que

reacciona rápidamente en el suelo; es caústico y difícil de mezclar. Debe evitarse el contacto con las semillas.



El hidróxido de Ca es otro de los materiales calizos de acción neutra lizante rápida. El suelo debe barbecharse inmediatamente después de su aplicación.

c).- CaCO_3 (calcita) y $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ (dolomita). El proceso de beneficio consiste en el rompimiento de la roca con explosivos, trituración y molida del material, tamizado y envasado.

d).- Marga.- Depósitos CaCO_3 no solidificados. Contienen bastante agua e impurezas. Se extrae con palas mecánicas y se deja secar. Proceso de beneficio: molienda, tamizado y envasado.

e).- CaSiO_3 (silicato de calcio).- Proveniente de las escorias básicas y de la obtención del fósforo elemental a partir de la roca fosfórica. Contiene CaCO_3 y $\text{P}(\text{P}_2\text{O}_5)$ aprovechable de 1.0 a 2.0 % (28).

2.5.1 AGROCAL O CAL AGRICOLA

Composición:

En un derivado de sales de calcio proveniente de una caliza que contiene 90 % mínimo de carbonato de calcio y magnesio, su análisis es:

60-70 % de carbonato de cal y magnesio (dolomita)

20-30 % de hidróxido de calcio

3-5 % de óxido de calcio.

En términos generales, por cada unidad de pH por aumentar, se emplean 2 toneladas de AGROCAL/ha.

2.5.2 Aplicación del AGROCAL:

Debe de aplicarse sobre toda la superficie del terreno, desparramando lo lo más que se pueda.

Si puede mezclarse con los compuestos de fósforo.

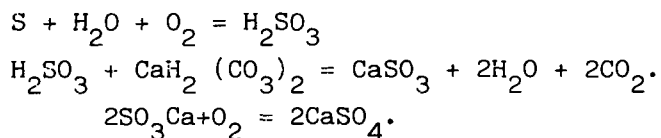
Rendimientos: Según los informes de la Rhode Island and New Jerse Experiments Stations, un peso invertido en un compuesto similar a AGROCAL, regresó una utilidad neta de:

MAIZ \$ 2.06

El maíz necesita un pH entre 6.5 y 7

2.6 EL Azufre

El azufre elemental puede oxidarse a sulfato en el suelo por acción de thiobacillus thiooxidans, T. thioparus y T. copraliticus que son aerobios obligados y autotrofos, este azufre es convertido en ac. sulfúrico en pocas semanas.



Las condiciones que favorecen la oxidación microbiológica del azufre.

- 1.- Presencia de los microorganismos responsables.
- 2.- Humedad cercana a capacidad de campo.
- 3.- Temperatura entre 27° y 35° C.
- 4.- Azufre finamente pulverizado e incorporado en los suelos.
- 5.- pH ácido en el suelo.

El azufre elemental puede mezclarse con Urea, amoniaco anhidro y fosfato de amonio (26).

El azufre elemental como fertilizante agregado directamente al suelo

moviliza al ácido fosfórico de los fosfatos que posee, así como contrarresta la alcalinidad de los excesivamente básicos, y mejora las malas cualidades de los suelos salinos (13).

2.7 Experimentos realizados.

En la actualidad a nivel nacional se han llevado a cabo pocos trabajos de investigación de este tipo. En Tabasco se tienen referencias de algunos trabajos con roca fosfórica, ignorándose los resultados obtenidos pues son trabajos recientes como el actual.

En el Colegio de Postgraduados de Chapingo en México, se tienen trabajos de R.F. pero son experimentos de investigación básica a nivel invernadero.

2.8 Plagas y enfermedades

Las principales plagas que afectan al cultivo del maíz en la zona de La Costa son las siguientes: a) Gallina ciega (*Phyllophaga* sp); b) Diabrotíca sp) c) Colaspis (*Colaspis* sp); d) Rata de campo (*Signmodon hispidus*); e) Gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*); f) Gusano soldado (*Pseudoletia unipuncta*); g) Gusano elotero (*Helicoverpa* Sea); h) Araña roja (*Tetranychus* sp); i) Comegen, Warker termites, (*Retículitermes Flavipes*). En cuanto a las enfermedades se presentan el carbón cubierto (ustilago maidis).

Para el control de muchas plagas se utilizan los insecticidas y las dosis recomendadas de la zona, evitandose de esta manera, que influya este factor en los rendimientos obtenidos. Y para el control de enfermedades se emplean variedades resistentes a tales enfermedades.

III. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

Con el propósito de encontrar solución favorable, el presente trabajo de investigación tiene como OBJETIVO principal el siguiente:

Determinar la conveniencia del uso de roca fosfórica nacional finamente molida, por tratarse de un material fertilizante de bajo precio y de mediano efecto residual, en suelos de reacción ácida, en el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal.

Para cumplir con el objetivo mencionado se plantean las HIPOTESIS siguientes:

I) El rendimiento presentará incrementos decrecientes al adicionarse dosis crecientes de P_2O_5 como (R.F.).

II) La (R.F.) sola supera en rendimiento a la (R.F.) mezclada con azufre y con $CaCO_3$.

III) La (R.F.) superará en rendimiento al superfosfato.

IV) La (R.F.) nacional superará o igualará en rendimiento a la (R.F.) de importación.

Para apoyar los hipótesis planteadas se establecen los SUPUESTOS que se mencionan a continuación:

1) Las dosis estudiadas están acorde a niveles económicos aceptables.

2) El espacio de exploración por estudiar es adecuado para lograr el objetivo de la investigación presente.

3) Los materiales y métodos a utilizar son apropiados.

4) La fecha de siembra, densidad, combate de malas hierbas etc. son las adecuadas.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación.

Dentro de la República Mexicana existen 31 estados entre los cuales encontramos el estado de Jalisco, al suroeste de la misma (fig. 1), en cuyo estado se encuentra ubicada el área de influencia del Campo Agrícola Experimental Costa de Jalisco, constando de 11 municipios (fig. 1), estando ubicados los municipios de Cuautitlán y La Huerta, existiendo las localidades de Tequesquitlán y Las Pilas respectivamente. En estas localidades se encontraron establecidas los trabajos de investigación.

4.2 Localización geográfica y límites de los municipios.

El municipio de Cuautitlán limita al norte con los Mpios. de La Huerta, Casimiro Castillo y Autlán de Navarro, al sur con el Mpio., de Cihuatlán y el estado de Colima al oriente con los Mpios. de Tuxcacuesco, Tolimán y estado de Colima al poniente con los Mpios. de Cihuatlán y La huerta su extensión geográfica es de 1431.069 Km². La localización geográfica de la cabecera municipal y de la estación del mismo nombre es 21° 44' de latitud norte y 101° 58' longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a una altitud de 508 m. SNM. (Fig. 2).

4.3 Clima.

De acuerdo al segundo sistema de clasificación de THORNTHWAITE, el cual relaciona las variables de temperatura y precipitación, el clima de esta zona queda clasificado como:

A W B'2 A', qué significa; es una zona super húmeda, con moderada deficiencia de agua invernal, es templado con baja concentración de calor en el verano.

Esta zona se caracteriza por presentar precipitaciones altas en el período de lluvias, la precipitación media anual de 1783.1 mm. muestran una

LOCALIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA DEL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL EN LA — COSTA DE JALISCO —

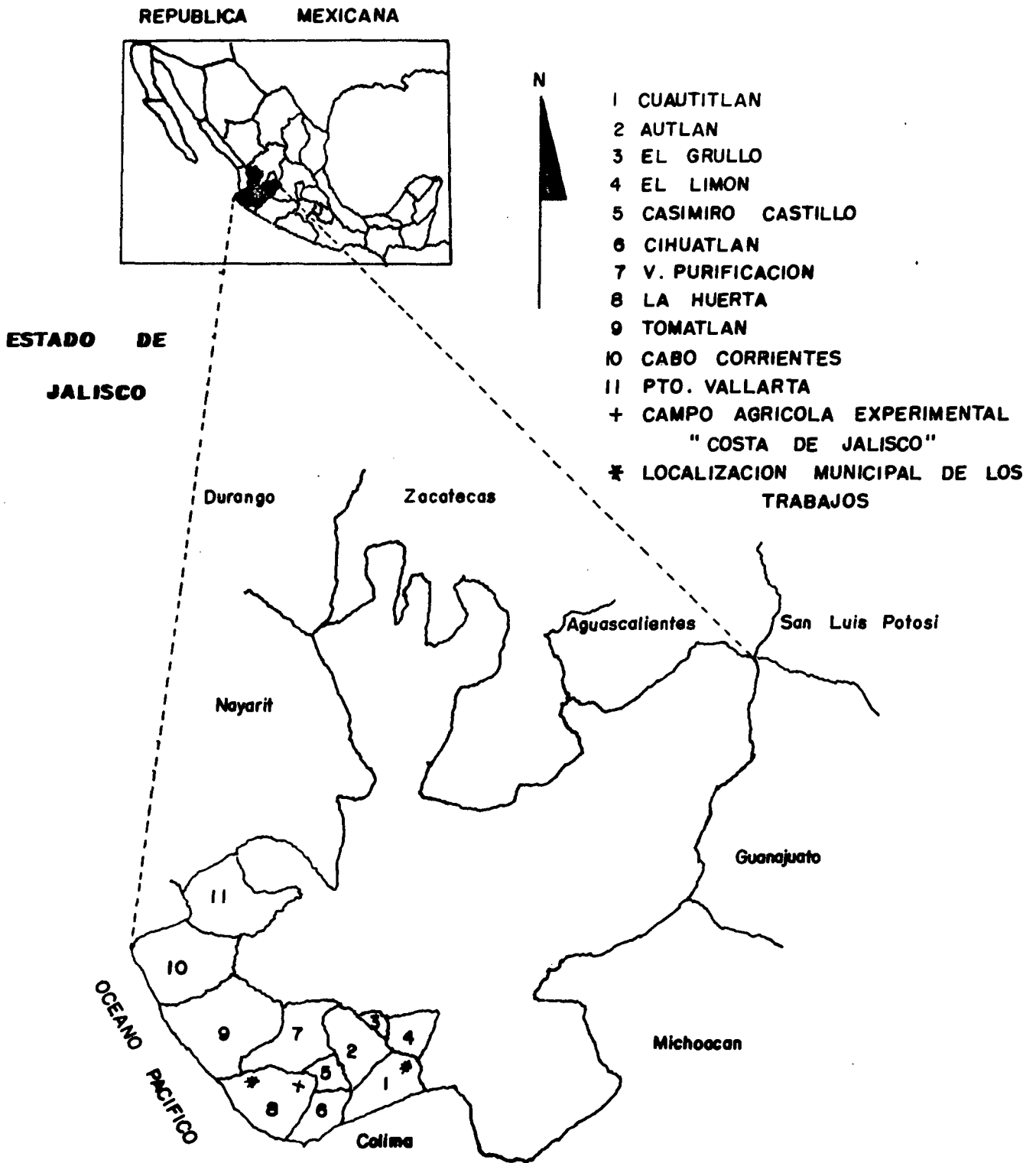
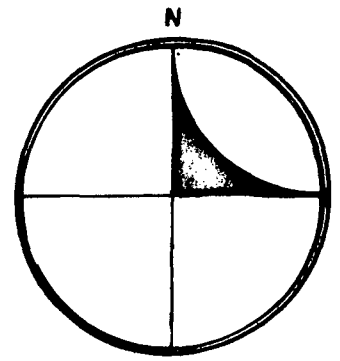


Fig. 1

MUNICIPIO (Cuautitlán)

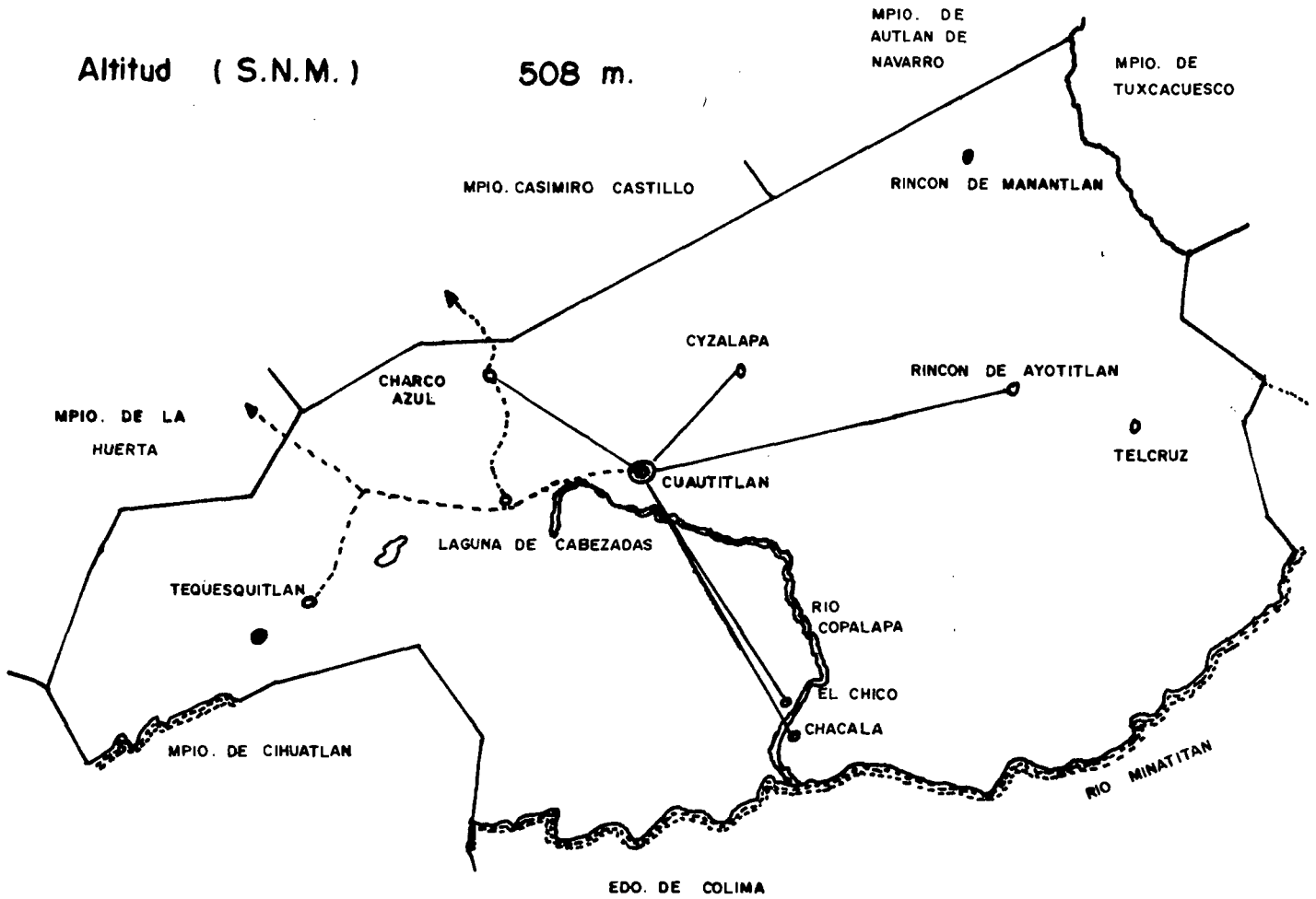


Extensión geográfica 1431.069 Km²

Latitud norte 21° 44'

Longitud oeste 101° 58'

Altitud (S.N.M.) 508 m.



INFORMACION BASICA

- LIMITE ESTATAL
- LIMITE MUNICIPAL
- CAMINO PAVIMENTADO
- - - TERRACERIA
- F. F. C. C.
- RIO

	CABECERA MUNICIPAL
	OTRAS LOCALIDADES IMTES.
	UBICACION DEL EXPERIMENTO

Fig. 2

zona que puede soportar cultivos anuales y perennes, presentando rendimientos de medios a altos, del total anual 1,668.5 mm. que representan el 93.55% del mismo se precipitan de mayo a octubre, que ocasiona un exeso y sobre saturación del perfil del suelo. En los meses de noviembre y diciembre su precipitación es baja 87.8 mm. el 4.92% del total. El el período de los cuatro meses restantes la precipitación tiende a ser mínima representandose un volúmen de 31.66 mm. 1.78% es el período crítico para los cualtivos establecidos. Como puede observarse en el cuadro (No. 1).

La temperatura media anual es de 24.3°C., teniendo la temperatura media más alta de 26.77°C., en el mes de junio y la mínima registrada de 20.5° C., en el mes de enero, siendo mínima la variación, las temperaturas máximas principian en el mes de febrero alcanzando el máximo de 39.20°C. en Abril descende en el mes de julio, esto coincide con el temporal de lluvias. La temperatura mínima mensual se presenta en el mes de febrero con 6.16°C. alcanzando una máxima de 17.43°C. en el mes de julio, con esto podemos decir que no existen problemas de heladas o bajas bruscas, en general las temperaturas que se presentan en el año no causan problemas cuadro (No. 2), y sí ayudan a conservar la humedad acumulada.

El municipio de La Huerta, limita al norte con los Mpios., de Tomatlán y Purificación, al sur con el océano pacífico al oriente con los Mpios. de Cihuatlán, Cuautitlán y Casimiro Castillo y al poniente con el océano pacífico. Su extensión geográfica es de 1,749.71 km². la localización geográfica de la cabecera municipal y de la estación del mismo nombre es de 10° 28' latitud norte y 104°39' longitud oeste a una altitud de 420 m. SNM. (Fig. No 3).

De acuerdo al segundo sistema de clasificación de THORNTHWAITE, el clima de esta zona queda clasificado como:

C' S' A' a' qué significa; es semi-seco, moderada demacía de agua estival, es cálido con régimen norma de calor.

La precipitación media anual registra un volumen de 996.20 mm. que

INDICES. DE PRECIPITACION OBSERVADOS EN EL NUNICIPIO DE
CUAUTITLAN (1970 - 1982). Cuadro No. 1.

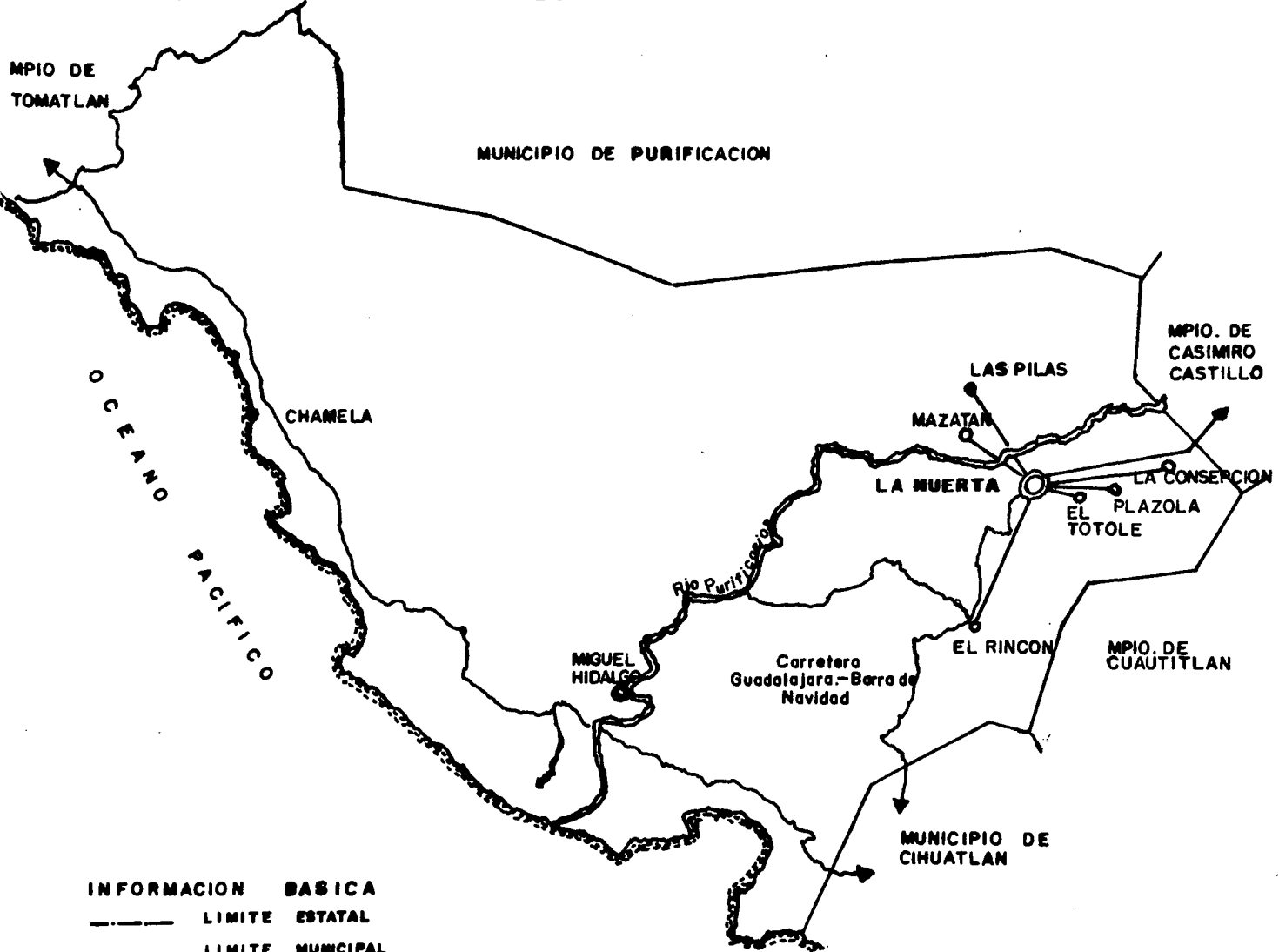
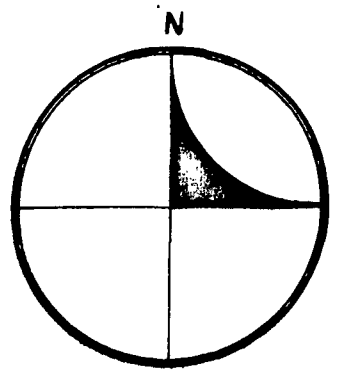
Meses	P.P. Mínima Mensual	P.P. Máxima Mensual	P.P. Total Mensual
Enero	0.16	13.08	20.80
Febrero	0.54	4.62	5.22
Marzo	0.66	0.74	0.74
Abril	0.54	0.54	4.90
Mayo	3.16	12.08	19.87
Junio	0.20	65.30	264.14
Julio	0.12	64.16	368.12
Agosto	0.12	84.53	407.99
Septiembre	0.08	81.30	401.50
Octubre	0.08	49.46	201.97
Noviembre	1.31	36.81	72.86
Diciembre	0.03	13.48	14.94

INDICES. DE TEMPERATURA OBSERVADOS EN EL MUNICIPIO DE
CUAUTITLAN (1970-1982). Cuadro No. 2.

Meses	Temperatura Mín. m.	Temperatura Máx. m.	Temperatura Media m.
Enero	6.54	34.77	20.50
Febrero	6.16	36.00	21.74
Marzo	7.08	38.08	23.20
Abril	8.93	39.20	25.38
Mayo	12.04	39.00	26.63
Junio	16.62	37.73	26.77
Julio	17.43	35.12	25.52
Agosto	17.18	34.31	25.20
Septiembre	16.93	34.31	25.17
Octubre	16.00	33.39	25.40
Noviembre	10.43	34.70	23.87
Diciembre	8.85	33.85	22.27

MUNICIPIO (La Huerta)

Extensión geográfica 1749.71 Km²
 Latitud norte 10°28'
 Longitud oeste 104°39'
 Altitud (S.N.M.) 420m



- INFORMACION BASICA**
- LIMITE ESTATAL
 - LIMITE MUNICIPAL
 - CAMINO PAVIMENTADO
 - TERRACERIA
 - F.F. C.C.
 - CAMPO AEREO
 - RIOS
 - ARROYOS

	CABECERA MUNICIPAL
	OTRAS LOCALIDADES INTES.
	UBICACION DEL EXPERIMENTO

Fig. 3

se distribuye en dos períodos bién definidos, el período normal de lluvias que se concentra en los meses de junio a octubre, en los cuales la precipitación registrada es de 893.4 mm. que presentan el 89.7% del total anual; el período errático llamado comunmente período seco comprendido por los siete meses restantes, en los cuales la precipitación alcanza un valor bajo de 102.8 mm. del total anual, tomando consideración que en el período seco 93.7 mm. se registran en los meses de noviembre a enero y representa el 9.40% del total anual, esto se puede considerar una aportación mínima en el desarrollo de los cultivos de humedad; el resto de la precipitación de febrero a mayo tiene poca importancia por su bajo volumen, (cuadro No. 3).

La temperatura media anual registrada es de 24.85°C. con una variación térmica de 3.25°C. el mes de mayo registro de temperatura es junio con 28.1°C. y el menor se registra en el mes de enero con 20.5°C. las temperaturas máximas principian en el mes de marzo alcanzando el máximo en el mes de junio con 41.1 descende en el mes de agosto, un poco después de iniciado el temporal de lluvias, la temperatura mínima se presenta en el mes de enero con 5.0°C. alcanzando una máxima de 18.0°C. en el mes de agosto, (cuadro No. 4). Con esto se puede decir que no se tiene problemas de heladas en general, las temperaturas que se presentan en el año pueden afectar un poco a la cantidad de humedad existente en el suelo.

4.3.1 Comparación entre las zonas climatológicas.

Con el análisis que se efectuó a las estaciones, se puede establecer que una comparación entre zonas no es posible, en razón de que cada una presenta características especiales, otorgado esto por las marcadas diferencias que existen entre los fenómenos climatológicos, (gráficas 1 y 2).

En la estación Cuautitlán, la cantidad de agua precipitada se puede decir que es más que suficiente para el desarrollo de cualquier cultivo (gráfica No. 1). Pero el hecho de que se presenten volúmenes que rebasen los 350 mm. y se precipiten en el término de un mes limitan el concepto anterior creando una situación de riesgo en los cultivos de temporal, ya que el exceso si nó es drenado, ocasionará la insidencia de enfermedades ó el ahogamiento del sistema radicular y por concecuencia pérdida parcial o total de la pro--

INDICES. DE PRECIPITACION OBSERVADOS EN EL MUNICIPIO DE
LA HUERTA (1970 - 1982). Cuadro No. 3.

Meses	P.P. Mínima Mensual	P.P. Máxima Mensual	P.P. Total Mensual
Enero	3.1	16.2	26.7
Febrero	0.4	2.1	3.4
Marzo	0.0	0.0	0.0
Abril	0.0	0.7	0.7
Mayo	1.2	2.7	5.0
Junio	0.4	47.0	130.3
Julio	0.0	52.2	211.5
Agosto	0.6	55.1	230.0
Septiembre	0.3	61.5	247.0
Octubre	0.2	31.5	74.6
Noviembre	0.1	17.4	42.3
Diciembre	5.1	19.2	24.7



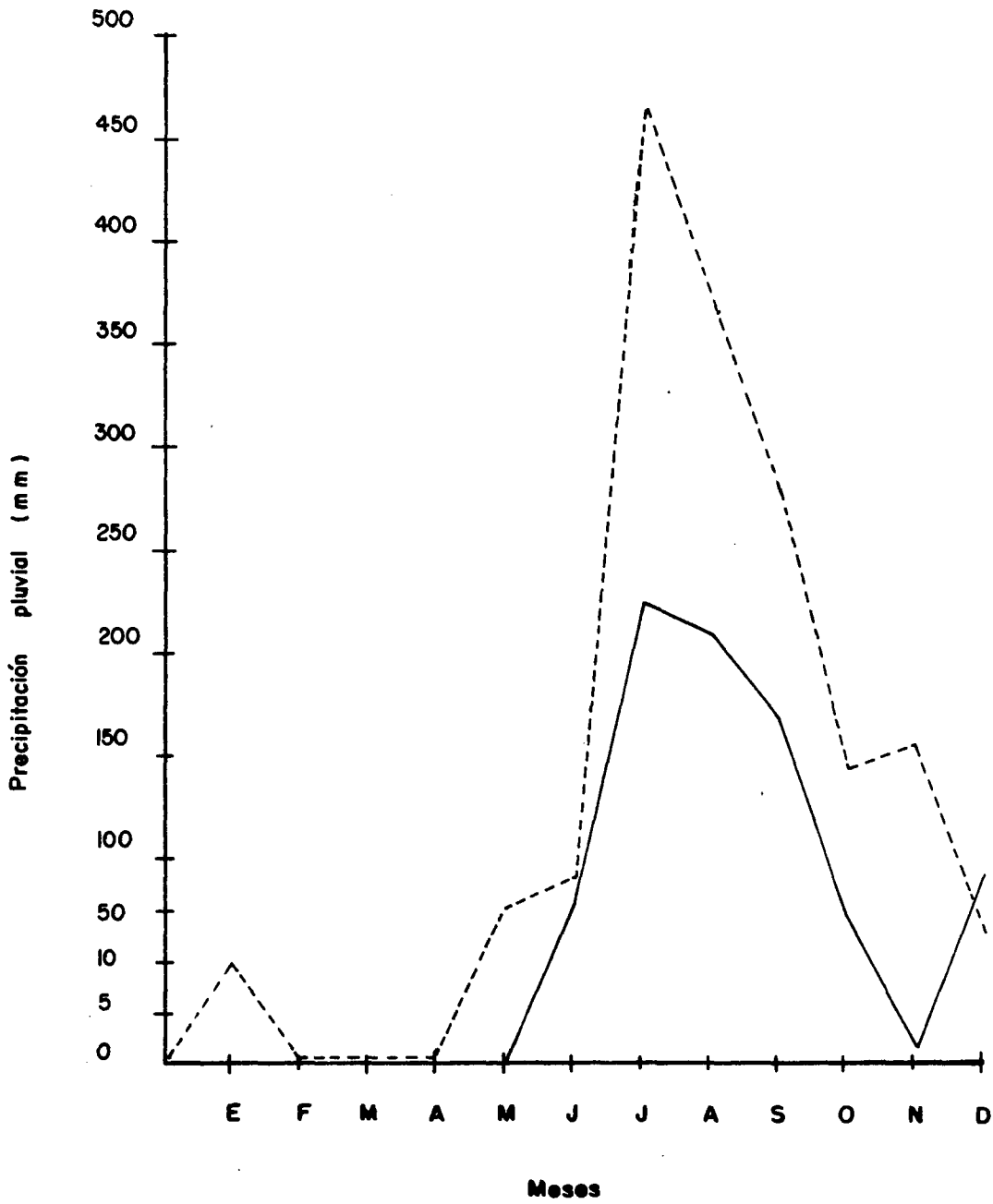
ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

INDICES. DE TEMPERATURA OBSERVADOS EN EL MUNICIPIO DE
LA HUERTA (1970 - 1982). Cuadro No. 4.

Meses	Temperatura Mín. m.	Temperatura Máx. m.	Temperatura Media M.
Enero	5.0	36.0	20.5
Febrero	6.0	37.5	21.75
Marzo	7.5	39.5	23.5
Abril	9.0	40.0	24.5
Mayo	13.0	41.0	27.0
Junio	15.0	41.1	28.1
Julio	15.0	41.0	27.0
Agosto	18.0	38.0	26.5
Septiembre	17.0	36.0	26.0
Octubre	15.0	36.0	25.0
Noviembre	10.0	38.0	24.0
Diciembre	8.5	36.0	22.0

ducción. Otro problema sería la pérdida por lixiviación de los insecticidas, herbicidas y fertilizantes pasando a las partes bajas del perfil donde no son aprovechados por el cultivo, por lo que conviene meter materiales para fines de fertilización de lenta solubilidad; es conveniente la práctica de conservación de suelos en zonas con problemas de pendientes del terreno para evitar pérdidas de la capa arable. Con respecto al factor temperatura en esta zona es favorable, dado que este se presenta sin variación considerable, presentando un comportamiento normal en el curso del año (gráfica No. 2).

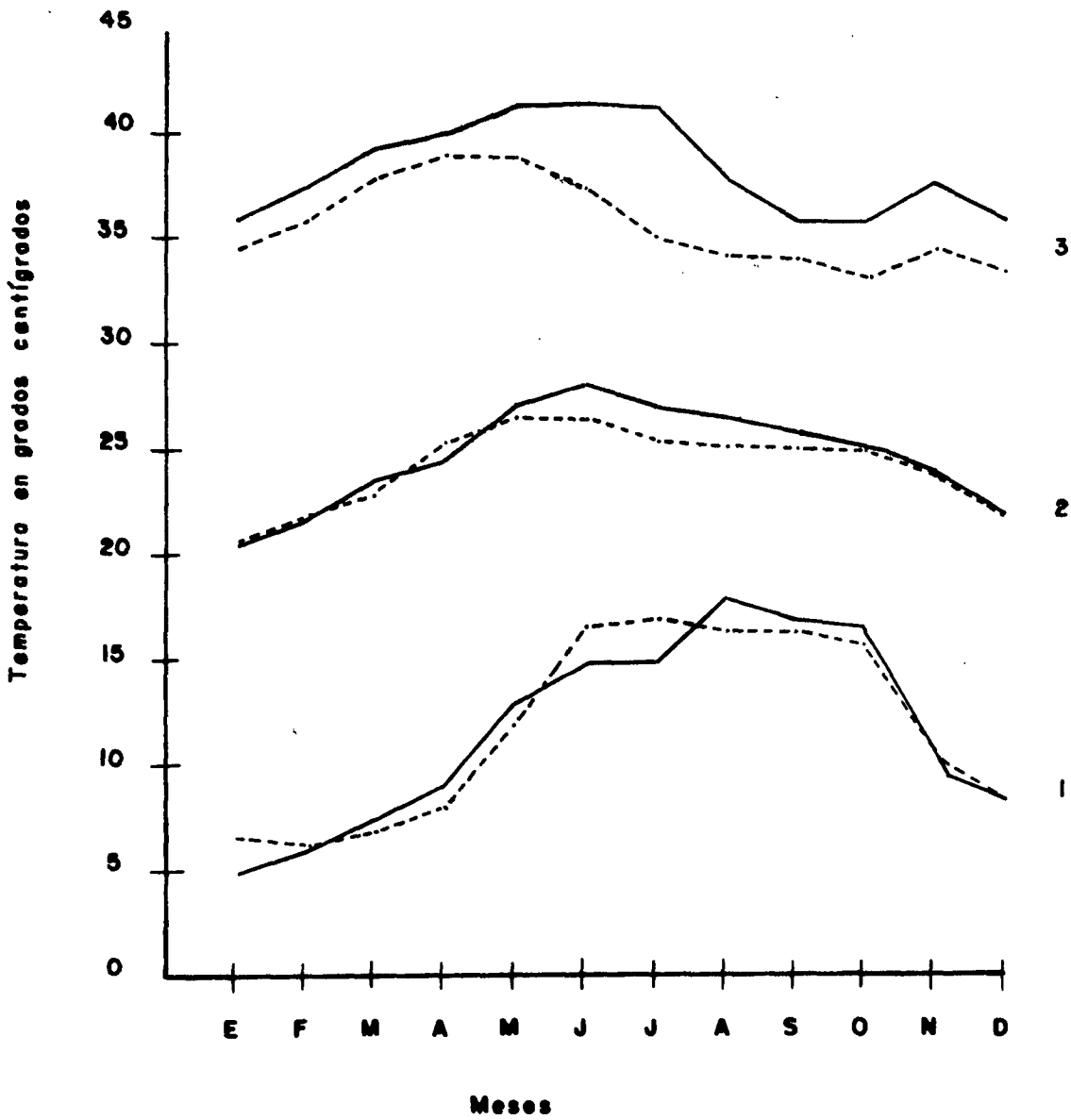
En la estación la Huerta ésta zona con respecto a La de Cuautitlán, tiene una diferencia en el fenómeno de precipitación de 769.4 mm. (gráfica No. 1), que comparando los totales anuales precipitados en ambas estaciones, ésta se considera por clasificación como zona semi-seco, ésto es debido a que el punto en el cual se localiza es una zona de transición entre las partes de la Sierra Madre del Sur y La Costa Sur Occidental. Analizando un poco mas al fenómeno de la precipitación en cuanto a la ocurrencia o frecuencia, esto ayuda al ser castigado el cultivo para estimular el desarrollo, o limita causando bajas en el rendimiento en los períodos críticos del cultivo; en cuanto al aprovechamiento de fertilizantes, insecticidas y herbicidas, la frecuencia probabilística del fenómeno limita el aprovechamiento de estos productos. En relación al fenómeno temperatura ésta zona como la de Cuautitlán no presenta problemas en el desarrollo de sus cultivos causado por variaciones que pueda presentar el fenómeno en el transcurso del año. (gráfica No. 2).



Precipitación pluviométrica del año de estudio de las localidades :

----- Tequesquiltán

———— La Huerta (Gráfico N° 1)



TEMPERATURAS DEL AÑO DE ESTUDIO

1 Temperatura mínima mensual

2 Temperatura media mensual

3 Temperatura máxima mensual

De las dos localidades (Grafica N° 2)

Tequesquiltán (----) y La Huerta (—)

4.4 Suelos

El perfil descrito en la localidad de Tequesquitlán, se tomó como base para las dos localidades puesto que se observó bastante similitud entre dichos suelos.

Del análisis del clima anterior se nota que los suelos del área donde se ubicaron los experimentos se han formado bajo la influencia de clima cálido-húmedo (altas temperaturas y de media a alta precipitación). Estos suelos manifiestan en su morfología tal condición climática y las características del perfil muestran una coloración rojiza o rojiza amarillenta, con una cantidad apreciable de arcillas y como se analizaron después estos suelos pueden estar incluidos en la clase de suelos rojizos ricos, en sesquióxidos.

4.4.1 Descripción del sitio.

Se localiza a 2 km. hacia el sureste del poblado de Tequesquitlán. La topografía presenta relieve ondulado con lomeríos cuyo pendiente oscila entre el 12 y 15 %, no obstante los suelos se utilizan para el cultivo de maíz de temporal con rendimiento promedio de 4 ton/ha. también se notan algunos terrenos ocupados como sitio de pastizal. Las condiciones de drenaje superficial son buenas en el sentido de que no se presentan estancamientos de agua dado el tipo de topografía, pero esta misma situación representa un severo riesgo fenómeno que muestra indicios en la cercanía al lote experimental.

4.4.2 Descripción del suelo.

Como se ha expuesto, los suelos de los sitios La Huerta y Tequesquitlán se desarrollan bajo clima tropical lo que representa una condición fuerte intemperismo de tal manera, que el material mineral del suelo a sobrellevado fenómenos de intensa alteración en su estructura que ha derivado a la formación de minerales secundarios del tipo de las arcillas silicatadas o de los sesquióxidos. En el análisis del perfil no se observó la presencia de roca consolidada que pudiera tomarse como material madre del suelo, por lo tanto el material original de estos suelos lo componen sedimentos no consolida-

dos, tal característica favorece la alteración y evolución de los minerales primarios a formas secundarias.

Igualmente y debido a las características del suelo es posible que los minerales primarios hayan sido del tipo de minerales ferromagnesianos (hornoblenda y micas), junto con feldespatos de plagioclasa, por lo que la roca original haya sido del tipo de la diorita o grano diorita. La génesis de estos suelos está comprendida por los procesos de lateritización; son sue los zonales o normales en donde las buenas condiciones de drenaje interno (no se tiene manto freático) favorece el lavado de los productos del intempe rismo.

Específicamente se les puede considerar como suelos ferruginosos o fersialíticos, que P. Duchaufour 1975 los define así: la pérdida de sílice por las aguas de drenaje, que sobreviene en el curso de la alteración en general es más fuerte que en clima templado pero menor que en clima ecuatorial húmedo. Siempre queda suficiente sílice para saturar la alumina liberada, de forma que ésta última no existe en forma libre; por otra parte, al lado de las arcillas más pobres en sílice (caolinita) existe en el perfil una propor ción más o menos grande de arcillas del tipo 2:1.

4.4.3 Características generales del suelo.

El perfil del suelo descrito para el lote Tequesquitlán, presenta las siguientes características: Son suelos de color café rojizo a rojo en todo el perfil presenta cuatro diferenciaciones de horizontes, la textura es fina y varía de arcilla arenosa a migajón arcilloarenosa, textura migajonosa fina en los horizontes tendientes a poliédrica subangular, en los horizontes infe riores, el grado de desarrollo es moderado, la consistencia es friable, plas tico y adhesivo. No presenta fisuramiento. Los poros son abundantes más finos e intersticiales, no se tiene cementación: No intrusiones, ni concreciones. En los horizontes inferiores se tienen algunos cutanes o revestimientos sona les formados probablemente por concentración. No presenta reacción al ácido clorhídrico, Fenolftaleina; la reacción al agua oxigenada es fuerte en super ficie y moderada en profundidad, probablemente por la presencia de óxido de manganeso. La permeabilidad es moderada y el drenaje del perfil es eficiente (ver cuadro No. 5).

DESCRIPCION DEL PERFIL (Cuadro No. 5)

TEUESQUITLAN.

Horizonte	I	2	3	4
Profundidad	0 - 20	20 - 35	35 - 60	60 - 90
Color				
Compactación	Poco compacto	Poco compacto	Compacto	Compacto
Cementación	No	No	NO	No
Textura	Arcilla limosa	Arcilla limosa	Migajón arcillo lim.	Migajón arcillo limoso
Estructura	Grumosa fina	Grumosa muy fina	Grumosa fina tendien Poliédrica subangu-- lar (1.5 cm)	Grumosa fina tendiente Poliédrica subangular (1.5 cm)
Consistencia	Plástico y muy adhe- sivo, friable.	Friable, plástico y adhesivo.	Firme, plástico y adhesivo.	Friable
Porosidad				
Entre	No hay poros	No hay poros	No hay poros	No hay poros
Dentro	Abundantes poros in- tersticiales y esca- sos tubulares	Abundantes poros intersticiales y escasos tubulares.	Poros finos intersti- ciales.	Abundantes poros intersticiales.
Concreciones	No	No	No	No
Intrusiones	Deshechos escasos de animales	No	No	No
Cutánes	NO	No	Presencia de cutánes muy finos de arcilla.	Presencia de rebestimiento
Raíces	Pocas raíces finas	rara	No	raras
Reacción				
H ₂ O ₂	Fuerte	Moderada reacción	Moderada	Moderada
Fenolftaleina	No	No	No	No
Permeabilidad	Moderada	rápida	Moderada	Moderada

4.4.4 Interpretación del análisis del suelo.

A las muestras tomadas por cada horizonte del perfil se les analizó en el Laboratorio Regional de Suelos. Y Apoyo Técnico de la S.A.R.H. los resultados fueron los siguientes:

Textura.- La clasificación textural para cada uno de los horizontes fué arcilla arenosa, migajón arcillo arenoso, y arcillo arenosa, es importante señalar que el contenido de arcilla en los horizontes inmediatos del subsuelo es menor al de la superficie por lo que deduce que no hay lavado o pérdida de arcillas.

Materia orgánica.- El contenido de esta menor al 2% todas las muestras. En el caso de la muestra superficial su valor es de 1.45% que se puede considerar como normal para los suelos agrícolas pero no el deseable, por lo que se sugiere, en lo posible la adición de materia orgánica en cualquier forma para evitar que su nivel decaiga más y con ello la fertilidad nativa del suelo, riesgo que se corre en estas condiciones climáticas.

Salinidad y Sodicidad.- Con respecto a la concentración de sales esta es nula, para fines prácticos, ya que el lavado a que están sujetos estos suelos remueve cualquier tipo de sal soluble, no tiene este problema.

Nutrientes.- Los nutrientes nitrógeno, calcio se reportan bajos; fósforo y magnesio, medios y potasio rico. El pH del suelo es ácido por lo que la fertilidad nativa de estos suelos es baja y la fertilización es necesaria para mantener un nivel de producción. La necesidad de encalado es evidente. La determinación de las dosis de fertilización más adecuadas de roca fosfórica cal y azufre requeridos es materia de prueba (ver reporte de análisis).

Análisis de fusión.- Con objeto de notar las relaciones de SiO_2 Fe_2O_3 y $\text{SiO}_3:\text{Al}_2\text{O}_3$, para caracterizar el grado de evolución del suelo, estos resultados son mayor a 2 por lo que el suelo no se considera oxisol o ferralsol. (ver análisis).

La capacidad de intercambio catiónico resultó ser mayor a 16 meq./100



**SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO**

Guadalajara Jal. DICIEMBRE de 19 82

Nombre: ING. RAMON CEJA Localidad: TEQUESQUITLAN
Estado: JALISCO Municipio: LA HUERTA

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

Número de muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	
Profundidad (cm)	0-20	20-35	35-60	60-100	
Densidad real (g/cm ³)	2.487	2.414	2.458	2.540	
Densidad aparente (g/cm ³)	1.702	1.059	1.021	1.545	
Capacidad de campo (%)	20.51	22.14	23.02	18.44	
Punto de marchitamiento permanente (%)	10.96	11.83	12.31	9.86	
Agua aprovechable (%)	9.55	10.31	10.71	8.64	
CATIONES ARILLONOS	Arena (%)	52.88	48.88	50.88	48.88
	Arcilla (%)	37.12	33.12	35.12	41.12
	Limo (%)	10.00	18.00	14.00	10.00
	Clasificación textural	Ra	Fra	Fra	Ra
Capacidad de intercambio catiónico (me/100g)	18.20	12.80	16.60	14.00	
CATIONES INTERCAMBIABLES	Calcio (me/100g)	4.60	2.30	2.30	3.45
	Magnesio "	0.00	3.45	1.15	4.60
	Sodio "	0.32	0.20	0.20	0.20
	Potasio "	0.64	0.28	0.18	0.14
Materia orgánica (%)	1.45	1.38	1.10	0.55	
Conduct. elect. en extracto de saturación. m/mhos/cm	0.22	0.14	0.16	0.24	
Cantidad de agua en el suelo a saturación (%)	-	-	-	-	
pH en agua rel. (1:2)	-	-	-	-	
SOLUBLES	Calcio (me/litro)	1.00	0.80	0.60	1.20
	Magnesio "	0.60	0.20	0.60	0.80
	Sodio "	0.60	0.40	0.40	0.40
	Potasio "	-	-	-	-
	Carbonatos "	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bicarbonatos "	0.40	0.40	0.40	0.60
	Cloruros "	0.50	0.40	0.50	0.50
	Sulfatos "	1.30	0.60	0.70	1.30
	Basa P.S.I. (ppm)	0.20	0.10	0.10	0.10
	pH (Extracto de sat)				
IMPUREZAS	Fósforo aprovechable (ppm)				
	Carbonato de calcio (%)				
	Nitrógeno total (%)	0.131	0.103	0.109	0.084

Clasificación por salinidad y sodicidad: Normal Normal Normal Normal
 EL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS. EL RESIDENTE DEL LABORATORIO.
 1704 COMPLETO F. AL

Ramon Ceja
 QUIM. LILTAN VILLARINO M.

Florentino Sanchez S.
 ING. FLORENTINO SANCHEZ S.
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS



SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO

Guadalajara Jal. DICIEMBRE 13 de 19 82

Nombre: ING. RAMON CEJA Localidad: TEQUESQUITLAN
 Estado: JALISCO Municipio: LA HUERTA

FERTILIDAD

DETERMINACION	UNIDADES	METODO	M-1	M-2	M-3	M-4
Materia Orgánica	%	Walkley Black	1.45	1.38	1.10	0.55

NUTRIENTES						
ALUMINIO	ppm	Morgan	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Calcio			Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Potasio			Ex rico	Ex rico	Rico	Abund.
Magnesio			Medio	Medio	Medio	Medio
Manganeso			Bajo	Bajo	Medio	Medio
Fósforo			Medio	Medio	Medio	Medio
Nitrogeno Nítrico			Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Nitrogeno Amoniacal			Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
pH 1:2		Potenciómetro	5.4	5.4	5.2	5.2

1704 COMPLETO F AL

EL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS.

EL RESIDENTE DEL LABORATORIO.

QUIM. LILIAN VILLARINO M.

ING. ESCOBENCINO SANCHEZ S.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS



SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
COMITE TECNICO ASESOR DE LA CUENCA
DEL LERMA-CHAPALA-SANTIAGO
LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS
Y APOYO TECNICO

Guadalajara, Jal. DIC. de 19 82

Nº DE ORDEN 1704

Nombre ING. RAMON CEJA Localidad TEQUISQUITLAN

Estado JALISCO Municipio LA HUERTA


ANALISIS POR FUSION

DETERMINACION	M-1	M-2	M-3	M-4
Si O ₂	54.66	54.88	51.10	53.60
Fe ₂ O ₃	7.00	7.21	7.14	7.00
Al ₂ O ₃	20.60	21.47	22.74	21.46
Ca O				
SO ₃				
Perdida a 1000 °C	15.10	14.52	14.70	16.10
Total				

OBSERVACIONES _____

EL ENCARGADO DEL LABORATORIO

EL RESIDENTE


QUITM. LILIAN VILLARINO M.


ING. FLORENTINO SANCHEZ S.
ING. RAFAEL DOMINGUEZ MONASTERIO

grs. de R. por lo que tampoco se puede clasificar el suelo como oxisol ferrasol.

4.5 Comentarios.

De lo anteriormente escrito, se concluye que la descripción de los suelos se hizo en base al perfil descrito en el lote Tequesquitlán, que el sitio presenta riesgo a la erosión por la pendiente del terreno (Quizá más adecuado para pastizal), que el suelo puede ser considerado como zonal; suelo rojo rico en sesquióxidos de las regiones tropicales, que por su relación $SiO_2: R_2O_3$ mayor que 2 y la C.I.C. mayor que 16 meq/100 gr. de arcilla no se le considera como oxisol o ferralsol que son los suelos más evolucionados, sino que se les puede considerar como de formación ferruginosa o fersialitica.

Que las características del suelo en cuanto a profundidad y demás características físicas (sin considerar la topografía) son adecuadas para la agricultura. Que la fertilidad nativa es baja por lo que se requiere de fertilización y medidas correctivas.

4.6 Vegetación.

El tipo de vegetación es primario que predomina en estos valles, es el de la selva mediana subperennofilia, donde sus componentes arbóreos alcanzan tallos de 15 a 20 metros de altura y alrededor de 25 al 40 % son de hojas caducas perdiendo su follaje en época de secas, pero esto parece más o menos facultativo de modo que en los años muy secos la defoliación es normalmente más pronunciada y más prolongada que en los años húmedos.

* El perfil de este suelo se hizo en el mismo lote por lo que el valor del fósforo está influenciado por la roca fosfórica aplicada.

4.7 Caracterización general de los experimentos.

Los lotes experimentales se establecieron en las localidades de Las Pilas Mpio. de La Huerta y Tequesquitlán, Mpio. de Cuatitlán, en el estado de Jalisco. El lote experimental cubrió un área de 1408 m² cada uno de los cuales se tomaron 576 m² como superficie total efectiva, la parcela experimental se formó de 4 surcos de 0.80 m. de ancho y 6 m. de longitud por lo tanto cubre entonces un área de 19.20 m² por unidad experimental.

4.7.1 Diseño Experimental.

Una vez obtenido los resultados de los análisis fisicoquímicos del suelo y considerando los recursos naturales y ambientales se llegó a la conclusión de que se tendría respuesta a la aplicación de los materiales fertilizantes los cuales se utilizaron en este trabajo en el cultivo del maíz, debido a que este vegetal requiere de mayores cantidades de nutrientes para su desarrollo. Se utilizaron las dosis recomendadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), las cuales fueron; 120 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha de fósforo, utilizándose urea con un 46% N, y superfosfato triple de calcio al 46% de P₂O₅ siendo este un tratamiento adicional de comparación. El principal factor de estudio fué la Roca Fosfórica (R.F.). de San Juan, B.C.S. con 12.15% de P₂O₅ cuyos niveles fueron 100, 200, 300 y 400 kg/ha. de R.F. y unos adicionales de R.F. de Zimapán, Hgo. México con 32.93% de P₂O₅ y otra R.F. de Marruecos Africa con 31.97 de P₂O₅ siendo esta un material de importación utilizando 300 kg/ha. cada una. Otros adicionales fueron la utilización de azufre elemental con 200, 300 y 400 kg/ha. para una mayor acidulación de la roca, también se utilizó cal agrícola con 1000, 3000 y 6000 kg/ha para aumentar el pH del suelo.

4.7.2 Variables de respuesta.

En este trabajo de investigación se pretende estimar los efectos producidos de la R.F. aplicada en forma directa al suelo, y mezclada con materiales fertilizantes sobre los rendimientos, así como también la evaluación económica de la aplicación de estos materiales fertilizantes. La relación de

los tratamientos se presentan en el cuadro (No. 6), seleccionados con base al diseño de tratamientos baconianos o un factor a la vez.

El análisis de varianza de los tratamientos tiene su fundamento en el siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1 \dots T \\ j = 1 \dots r \end{array}$$

Y_{ij} = Rendimiento con el i - esimo tratamiento en el j - esimo bloque.

M = Media

T_i = Efecto del i - esimo tratamiento

B_j = Efecto del j - esimo bloque

E_{ij} = Error experimental

r = No. de bloques

T = No. de tratamientos.

CUADRO No. 6 RELACION DE TRATAMIENTOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.

TRAT.	UREA N	Kg. DE ROCA Y P_2O_5	AZUFRE	CAL AGRICOLA	
I	00	00	-0-	-0-	
2	120	100	-0-	-0-	
3	120	200	-0-	-0-	
4	120	300	-0-	-0-	
5	120	400	-0-	-0-	
6	120	300	200	-0-	
7	120	300	300	-0-	
8	120	300	400	-0-	
9	120	300	-0-	1000	
10	120	300	-0-	3000	
11	120	300	-0-	6000	
12	120	300	300	3000	
13*	120	50	-0-	-0-	SCT.
14**	120	300	-0-	-0-	REM.
15***	120	300	-0-	-0-	RFZ.

* Tratamiento cuya fuente de P_2O_5 es superfosfato de calcio triple.

** Tratamiento cuya fuente de P_2O_5 es roca fosfórica de importación, roca fosfórica de Marruecos Africa.

*** Tratamiento cuya fuente de P_2O_5 es roca fosfórica de Zimapán Hgo. México.

4.7.3 Análisis Estadístico.

El cálculo del análisis de varianza se utilizó el modelo estadístico que se presenta en el cuadro (No. 7). Para las variables; altura a los 37 días, días a floración, altura a la inserción de la mazorca, altura a la base de la espiga, diámetro y longitud de la mazorca, rendimiento en grano y rendimiento en rastrojo.

Se efectuó una prueba de separación de medias para hacer la comparación de medias de tratamiento utilizándose la prueba de Tuckey.

4.7.4 Análisis Económico.

Para determinar la respuesta del maíz a la aplicación de roca fosfórica en base a los resultados obtenidos en el experimento se efectuó un análisis económico utilizando el método propuesto por Perrin et al, que consiste en hacer una interpretación económica de los resultados, tomando en consideración todos aquellos insumos que intervienen en la producción y por lo tanto impliquen una inversión económica. Procedimiento:

Se obtuvieron los precios de los materiales utilizados, se calculó las relaciones costo insumo, que implica también costo de transporte y aplicación calculándose por kilogramo del material aplicado en campo, incluyéndose costos de preparación de terreno, siembra, herbicida, etc. y su aplicación y cosecha.

Se efectúa el análisis económico de dominancia de los tratamientos de los experimentos en cuanto a rendimiento en grano y materia seca en maíz (cuadro 23 y 24), consiste en calcular los ingresos netos, esto significa la diferencia entre el ingreso bruto y la suma de los costos variables. El ingreso bruto es la multiplicación de los rendimientos ajustados por el precio del maíz en el campo. Se entiende por costos variables a la suma de los costos que intervienen en la producción; en este caso es el costo del fertilizante en cada tratamiento, y costos fijos implica el costo de 65,000 plantas por hectárea, preparación de terreno, siembra, herbicida y cosecha. Incluyéndose los costos fijos e ingresos netos con respecto a empaque y costo de materia seca. Los tratamientos que presenten un ingreso neto mayor y menores costos variables y fijos, serán los que beneficien mayormente al agricultor.

CUADRO No. 7 MODELO DEL ANALISIS DE VARIANZA EMPLEADO EN EL EXPERIMENTO.

F DE V	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	Fc
BLOQUES	r - I	$\frac{E_j X^2 .j}{t} - \frac{X^2 ..}{rt}$	$\frac{SC Bloques}{r - I}$	$\frac{C.M.Bloques}{C.M.Error}$
TRATAMIENTOS	t - I	$\frac{E_i X^2 .i}{r} - \frac{X^2 ..}{rt}$	$\frac{SC Tratam.}{t - I}$	$\frac{C.M.Tratam.}{C.M.Error}$
ERROR	(r-I) (t-1)	Por diferencia	$\frac{SC Error}{(r-I)(t-I)}$	
TOTAL	rt-I	$E_j E_i X_{ij}^2 - \frac{X^2}{rt}$		



Posteriormente se calculó los egresos, siendo la suma de los costos variables más los costos fijos, además se calculó la tasa de retorno al capital variable, esto se calcula dividiendo los ingresos netos entre los egresos (cuadro 25).

4.7.5. Desarrollo del Experimento.

Preparación del terreno.- A principios de mayo entre el 1° y el 5 se quemó el residuo de la cosecha, el 17 del mismo mes se dió un paso de rastra, en la segunda tormenta 30 de junio se dieron dos pasos de rastra posteriormente se surcó y se sembró a los 2 o 3 días. La siembra se efectuó el 9 de julio, sembrándose la variedad V-524 de ciclo intermedio en forma manual y a una profundidad de aproximadamente 7 cms. depositándose de 2 a 3 semillas con una separación de 0.38 m. entre sí a lo largo de los surcos de 0.80 m. de separación y 6 m. de longitud.

Se aplicó al momento de la siembra el 33% del nitrógeno el 100% del fósforo, el 100% de la cal agrícola y el 100% del azufre, de acuerdo a las dosis correspondientes para cada tratamiento. A los 15 días de la siembra se aclaró dejando una densidad de población de 65,000 plantas por hectárea, se aplicó gesaprín 50 3 kg/ha para el control de mala hierba, también se utilizó B.H.C. para el control de algunas plagas de suelo. Después de los 20 días de la siembra se llevó a cabo la segunda fertilización el total del N, en la primera labor de cultivo y para el control del gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*) se usó Dipteréx 80% P. + folidol 50 L (15 kg + 700 cc/ha), haciéndose una segunda aplicación a los 42 días después de la siembra lográndose así su control. Se visitó el experimento periódicamente tomándose las lecturas correspondientes y con el fin de observar el desarrollo normal del cultivo, desde mediados de julio hasta el 11 de noviembre llevándose a cabo la cosecha a los 125 días de la siembra, tomándose los dos surcos centrales con mayor competencia completa y eliminándose así el efecto de bordo, el área de la parcela útil fué 9.6 m² por tratamiento.

Los parámetros y los rendimientos tomados en campo tanto en el desa-

rollo del cultivo como en la cosecha por parcela útil son las siguientes:

- 1.- Altura a los 37 días
- 2.- Días a floración
- 3.- Altura a la base de la espiga
- 4.- Diámetro de la mazorca
- 5.- Longitud de la mazorca
- 6.- Peso Kgs. en mazorca
- 7.- Peso Kgs. en rastrojo
- 8.- Muestreo de grano para porcentaje de humedad.
- 9.- Altura a la inserción de la mazorca

Se registraron los rendimientos a kilogramos por hectárea empleándose un factor de conversión de 0.8 para cada uno de los tratamientos.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

Los rendimientos obtenidos en cada parcela se convirtieron a toneladas por hectárea, registrándose entonces los rendimientos para cada tratamiento correspondiente. Se obtuvo una media de rendimiento en grano de 4.39 ton/ha y 3.28 ton/ha de Tequesquitlán y Las Pilas respectivamente. Observándose un mínimo de 2.79 ton/ha y 2.00 ton/ha correspondientes a los testigos y un máximo de 5.55 ton/ha que corresponde al tratamiento con 120, 300, 300 kg/ha de N, P_2O_5 como R.F. de San Juan y azufre, en Tequesquitlán y 4.01 ton/ha que corresponde al tratamiento con 120, 300, 200 kg/ha de N, P_2O_5 como R.F. de San Juan y azufre en Las Pilas. Se observó un ligero incremento en la producción experimental con respecto a los rendimientos promedios obtenidos por los agricultores en la zona, variando esto de 3.5 a 4 ton/ha en Tequesquitlán y de 2.5 ton/ha en Las Pilas. (se tomaron en consideración las condiciones climáticas de las dos localidades) figura 1 y 2.

5.1 Análisis de Varianza.

Con los resultados registrados se llevó a cabo el análisis de varianza el cual se presenta en los cuadros 9 y 16, observándose que el valor de F calculada para tratamientos resultó mayor que la F de tablas en cuanto a la va--

riable rendimiento en grano en las dos localidades y con respecto a la variable materia seca, solamente en Tequesquitlán, porque en Las Pilas no hubo significancia.

Se observó que existe respuesta del maíz a la adición de roca fosfórica y roca fosfórica más azufre con respecto a los demás tratamientos, observándose esta diferencia entre tratamientos con un nivel de probabilidad del 0.05 en rendimiento en grano y materia seca. Al realizar la prueba de separación de media de Tuckey (Diferencia significativa honesta D.S.H.). Los valores son: 6.38 y 11.67 respectivamente en Tequesquitlán y 11.67 y 4.16 respectivamente en Las Pilas.

De acuerdo a los resultados que se muestran en el cuadro 8, se mostró en ambos suelos una respuesta altamente significativa (según cuadro 9) del superfosfato de calcio triple (SCT) respecto a los demás tratamientos (cuadro 10) en cuanto a un mayor crecimiento de la planta de maíz hasta los 37 días. Lo anterior era de esperarse, ya que el SCT es una fuente de fósforo altamente soluble comparablemente a la roca fosfatada, esto se puede observar más objetivamente en la figura 4.

Por otra parte, en el mismo cuadro 8, se muestran los Días a floración masculina, presentándose efecto altamente significativo entre tratamientos (cuadro 9), y al igual que la anterior variable (altura a los 37 días), el tratamiento que llevó como fuente de fósforo al SCT, fué el que mostró mayor precocidad en cuanto a floración masculina (cuadro 11) en ambos suelos estudiados; sin embargo, también en ambos suelos y en ambas variables mencionadas, los tratamientos que llevaron dosis de 200, 300 y 400 kg. de azufre por hectárea respectivamente, fueron los que le siguieron al tratamiento con SCT; lo anterior es de acuerdo a la prueba de selección de medias de tratamientos aplicada, siendo en este caso la D.S.H. (diferencia significativa honesta). En la figura 5, se muestra más claramente lo anterior.

Después de analizar el cuadro 12, en el cual se presenta la altura a la inserción de la mazorca y a la base de la espiga. Y también después de observar el cuadro 9, se muestra que solamente en altura a la inserción a la mazor-

CUADRO 8. Altura (cm) de planta a los 37 días después de la siembra y días a floración masculina del cultivo de maíz en condiciones de temporal, bajo diferentes tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				ALT. A LOS 37 DIAS		DIAS A FLORAC. MASC.	
	N	P_2O_5	S	Cal	Teques. quitlán	Las Pilas	Teques. quitlán	Las Pilas
1	00	00	-	-	53	62	59.0	60.5
2	120	100	-	-	61	79	58.7	59.7
3	120	200	-	-	73	69	58.5	60.0
4	120	300	-	-	73	70	58.2	60.2
5	120	400	-	-	73	76	57.7	60.2
6	120	300	200	-	88	82	55.0	59.2
7	120	300	300	-	86	87	54.9	59.0
8.	120	300	400	-	89	80	55.2	58.5
9	120	300	-	1000	71	73	58.7	60.2
10	120	300	-	3000	67	68	58.7	59.7
11	120	300	-	6000	64	68	58.5	60.7
12	120	300	300	3000	69	69	59.2	60.2
13	120	50	-	-	93	90	54.7	57.5
14	120	300	-	-	84	78	55.2	60.0
15	120	300	-	-	75	74	57.5	59.7

Cuadro 9. Análisis de varianza para las variables Alturas de planta a los 37 días de sembrar, Días a floración masculina, Altura a la inserción de la mazorca y a la base de la espiga del maíz en condiciones de temporal, en suelos de relieve ondulado y bajo tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

FUENTES DE VARIACION	ALTURA DE PLANTA A LOS 37 DIAS DE SEMBRAR						DIAS A FLORACION MASCULINA			
	Tequesquitlán			Las Pilas			Tequesquitlán		Las Pilas	
	G.L.	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	
Tratamientos	14	521	16.15 **	237	10.15 **	12.3000	49.20 **	2.9400	13.36 **	
Repeticiones	3	59	1.83	53	2.25	0.0600	0.24	0.8200	3.72 *	
Error	42	32.26		23.36		0.2500		0.2200		

C.V. (%)

7.57

6.44

0.87

0.79

FUENTES DE VARIACION	ALTURA A LA INSERCIÓN DE LA MAZORCA						ALTURA A LA BASE DE LA ESPIGA					
	Tequesquitlán			Las Pilas			Tequesquitlán			Las Pilas		
	G.L.	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	
Tratamientos	14	147	5.51 *	80	4.40 NS	184	2.71 NS	85	2.23 NS			
Repeticiones	3	161	6.02 **	40	2.19	168	2.46	165	4.34 *			
Error	42	26		18		68		38				

C.V. (%)

4.57

5.34

3.65

3.69

G.L. Grados de Libertad

** Significativo al nivel de probabilidad del 1%

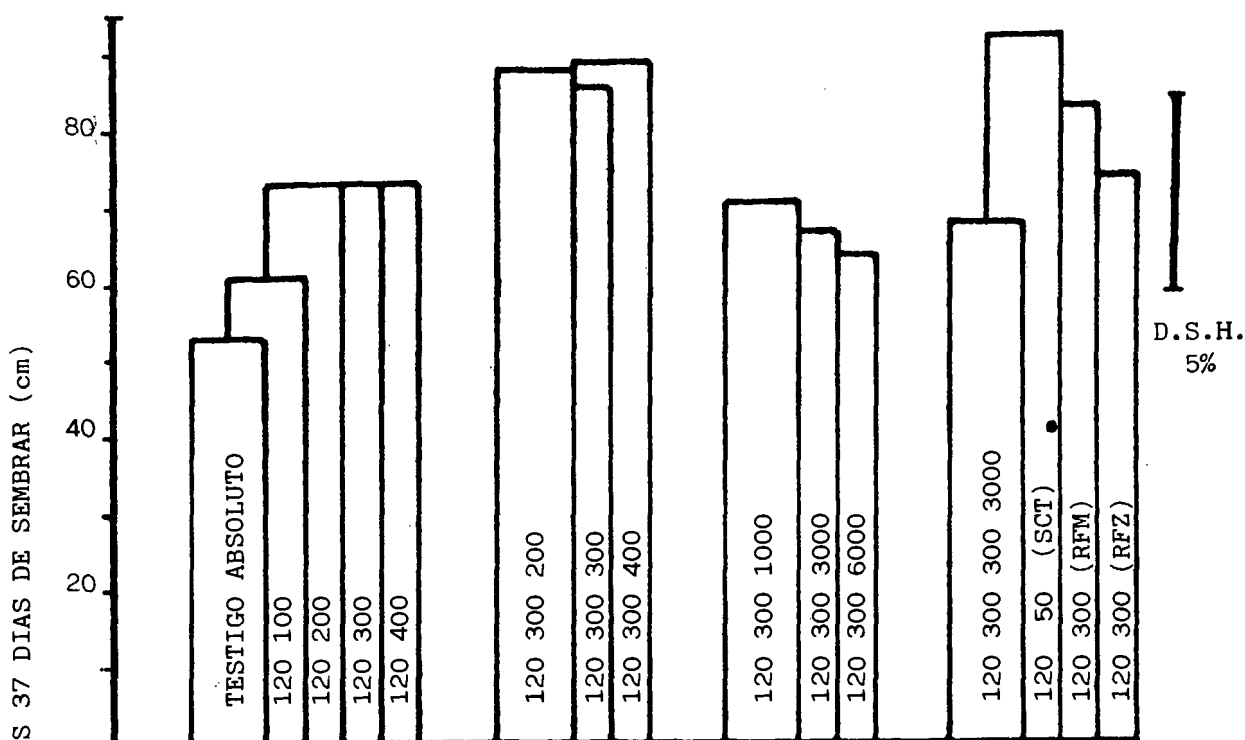
C.M. Cuadrado Medio

* Significativo al nivel de probabilidad del 5%

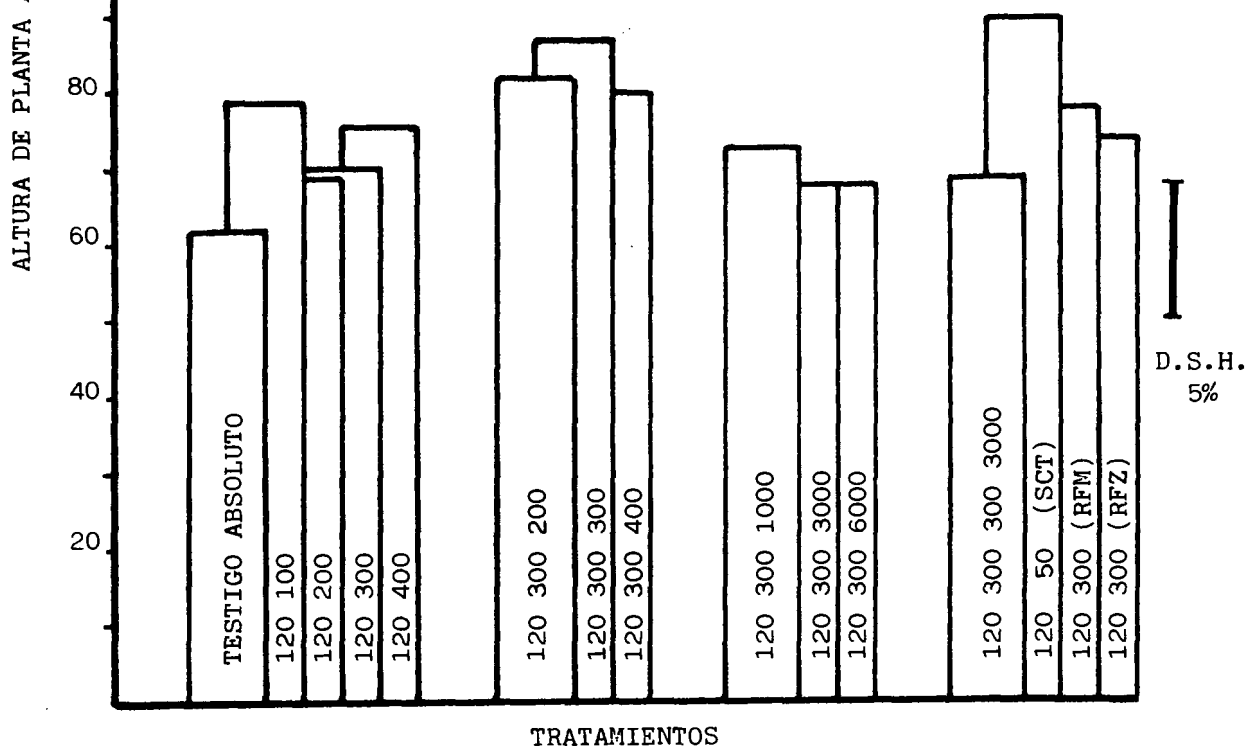
C.V. Coeficiente de Variación

NS No Significativo

TEQUESQUITLAN, CUAUTITLAN, EDO. DE JALISCO



LAS PILAS, LA HUERTA, EDO. DE JALISCO



TRATAMIENTOS

RFSJ

RFSJ+S

RFSJ+Cal
Agrícola

RFSJ+S+Cal
Agrícola

FIGURA 4 Altura (cm) de planta a los 37 días de sembrar, en maíz bajo condiciones de temporal y bajo el efecto de R.F. de San Juan, B.C.S., en presencia de azufre y cal agrícola, en un suelo de Tequesquitlán y otro de Las Pilas, La Huerta, Edo. de Jalisco.

Cuadro 10. Prueba de significancia de las diferencias o comparaciones entre medias de Altura de planta a los 37 días de sembrar el maíz en condiciones de temporal en suelos de relieve ondulado y bajo tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5 (kg/ha)	S	Cal	ALTURA (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA	ALTURA (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA
1	00	00	-	-	93	13		90	13	
2	120	100	-	-	89	8		87	7	
3	120	200	-	-	88	6		82	6	
4	120	300	-	-	86	7		80	8	
5	120	400	-	-	84	14		79	2	
6	120	300	200	-	75	15		78	14	
7	120	300	300	-	73	3		76	5	
8	120	300	400	-	73	4		74	15	
9	120	300	-	1000	73	5		73	9	
10	120	300	-	3000	71	9		70	4	
11	120	300	-	6000	69	12		69	3	
12	120	300	300	3000	67	10		69	12	
13	120	50	-	-	64	11		68	10	
14	120	300	-	-	61	2		68	11	
15	120	300	-	-	53	1		62	1	

C.V. (%)

7.57

6.44

D.S.H. al 5%

21

18

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales
- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes

Cuadro 11. Prueba de significancia de las diferencias o comparaciones entre medias de días a floración masculina en el cultivo de maíz en condiciones de temporal, en suelos de relieve ondulado y bajo tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5	S	Cal	DIAS A FLOR.	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA	DIAS A FLOR.	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA
1	00	00	-	-	54.7	13		57.5	13	
2	120	100	-	-	54.9	7		58.5	8	
3	120	200	-	-	55.0	6		59.0	7	
4	120	300	-	-	55.2	8		59.2	6	
5	120	400	-	-	55.2	14		59.7	2	
6	120	300	200	-	57.5	15		59.7	10	
7	120	300	300	-	57.7	5		59.7	15	
8	120	300	400	-	58.2	4		60.0	3	
9	120	300	-	1000	58.5	3		60.0	14	
10	120	300	-	3000	58.5	11		60.2	4	
11	120	300	-	6000	58.7	2		60.2	5	
12	120	300	300	300	58.7	9		60.2	9	
13	120	50	-	-	58.7	10		60.2	12	
14	120	300	-	-	59.0	1		60.5	1	
15	120	300	-	-	59.2	12		60.7	11	

C.V. (%)

0.87

0.79

D.S.H. al 5%

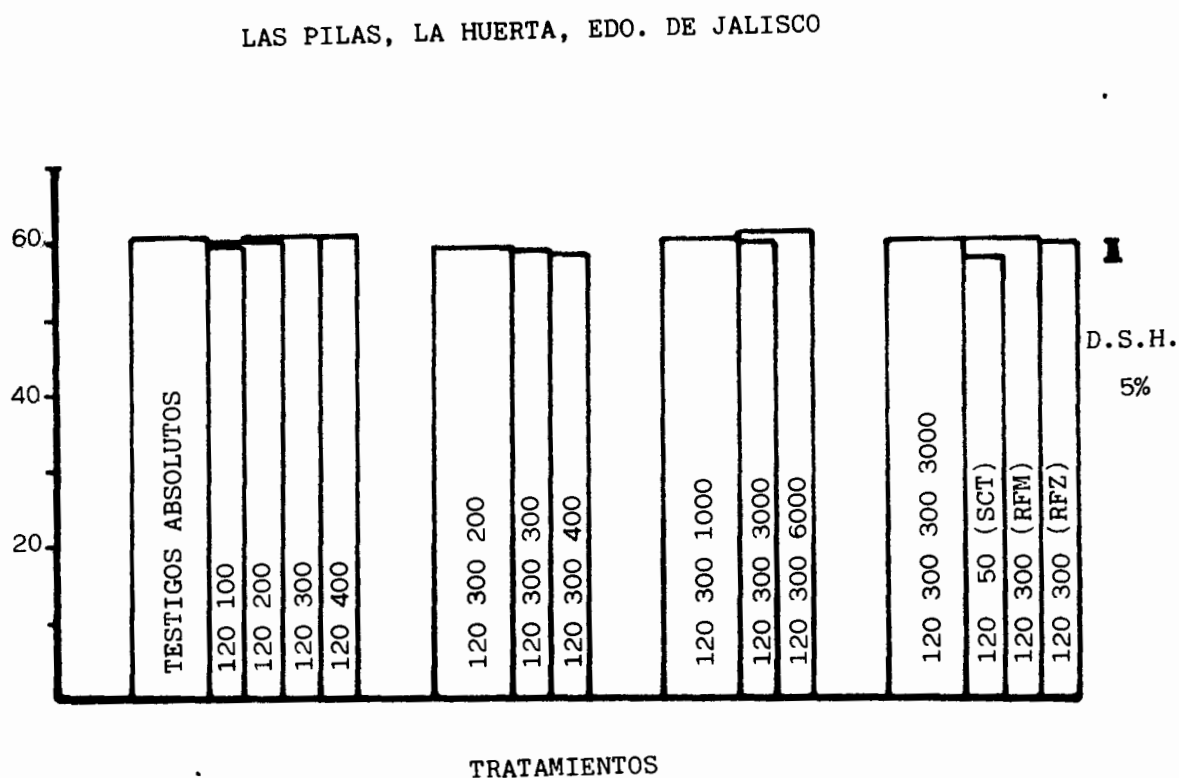
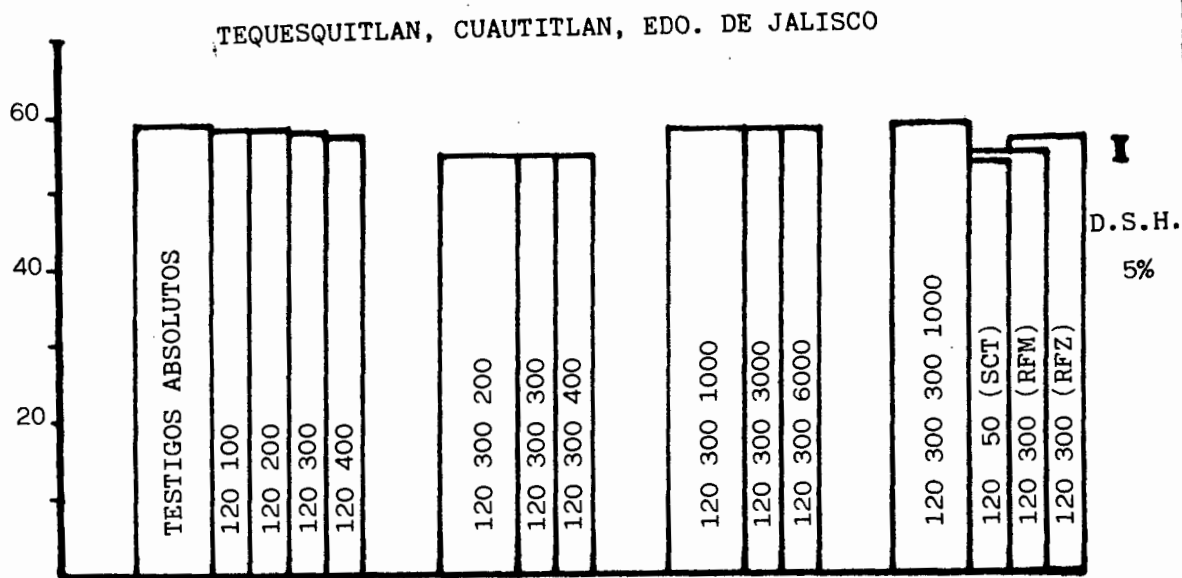
1.8

1.7

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales

- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes

DIAS A FLORACION MASCULINA



TRATAMIENTOS

RFSJ	RFSJ+S	RFSJ+Cal Agrícola	RFSJ+S+Cal Agrícola
------	--------	----------------------	------------------------

FIGURA 5 Días a floración masculina en maíz bajo condiciones de temporal y bajo el efecto de la R.F. de San Juan, B.C.S., en presencia de Azufre y Cal agrícola, en un suelo de Tequesquitlán, y otro de Las Pilas, La Huerta, Edo. de Jalisco.

Cuadro 12. Altura (cm) a la inserción de la mazorca y a la base de la espiga del maíz en condiciones de temporal, bajo diferentes tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				ALT. INSER. MAZORCA		ALT. BASE ESPIGA	
	N	P_2O_5	S	Cal	Tequesquitlán	Las Pilas	Tequesquitlán	Las Pilas
1	00	00	-	-	105	75	213	166
2	120	100	-	-	112	84	220	175
3	120	200	-	-	113	73	225	158
4	120	300	-	-	112	77	221	169
5	120	400	-	-	115	79	224	170
6	120	300	200	-	121	81	235	166
7	120	300	300	-	124	89	232	177
8	120	300	400	-	118	81	229	169
9	120	300	-	1000	113	81	224	171
10	120	300	-	3000	104	76	213	167
11	120	300	-	6000	107	73	220	167
12	120	300	300	3000	105	79	214	171
13	120	50	-	-	120	84	233	167
14	120	300	-	-	117	84	226	171
15	120	300	-	-	117	83	225	176



ca hubo efecto significativo entre tratamientos, para lo cual al realizar la prueba selectiva entre medias de tratamientos, se tiene que el tratamiento integrado por 120, 300 y 300 kg/ha de N, P_2O_5 en forma de roca fosforica de San Juan y azufre respectivamente, fué el que presentó mayor altura; a la inserción de la mazorca en cuanto al suelo de Tequesquitlán, Cuautitlán; en cambio en el suelo de Las Pilas no hubo diferencia significativa entre tratamientos (cuadro 13, mientras que en el cuadro 14 se puede corroborar que tampoco se mostró diferencia significativa entre tratamientos, lo cual queda plenamente comprobado en el cuadro 9. En las figuras 6 y 7 se puede observar más objetivamente el comportamiento de las dos variables mencionadas.

En el cuadro 15 se muestra el Rendimiento en grano y en rastrojo de maíz, obtenido bajo el efecto de los diferentes tratamientos estudiados, observándose en el cuadro 16 que en cuanto a rendimiento en grano existe efecto altamente significativo entre tratamientos en los dos suelos, en cambio, en lo que respecta a rendimiento en materia seca, solamente en Tequesquitlán se presentó efecto altamente significativo entre tratamientos.

Después de aplicar la prueba de selección entre medias (D.S.H.) y de acuerdo a los resultados obtenidos, se muestra en el cuadro 17 que el mayor rendimiento en grano, se presentó en el caso de Tequesquitlán, con el tratamiento constituido por 120, 300 y 300 kg/ha de N, P_2O_5 en forma de Roca Fosfórica de San Juan y azufre; mientras que en Las Pilas, el mejor tratamiento lo fue el que está integrado por 120, 300 y 200 kg/ha de N, P_2O_5 en igual forma al anterior. Así mismo, al realizar la prueba selectiva (D.S.H.), entre tratamientos para la variable materia seca, se puede observar en el cuadro 18, que de los dos suelos estudiados, solamente en el de Tequesquitlán se mostró significancia, siendo en este caso el mejor tratamiento el constituido por 120, 300 y 300 kg/ha de N, P_2O_5 en forma de Roca Fosfórica de San Juan y azufre respectivamente. El comportamiento de las dos variables tratadas, se muestra en las figuras 8, 9 y 10.

En el cuadro 19 se presentan las observaciones tenidas en cuanto a Diá

Cuadro 13. Prueba de significancia de las diferencias o comparaciones entre medias de altura a la inserción de la mazorca de maíz en condiciones de temporal, en suelos de relieve ondulado y bajo tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5	S	Cal	ALTURA (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA	ALTURA (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA
1	00	00	-	-	124	7		89	7	
2	120	100	-	-	121	6		84	2	
3	120	200	-	-	120	13		84	13	
4	120	300	-	-	118	8		84	14	
5	120	400	-	-	117	14		83	15	
6	120	300	200	-	117	15		81	6	
7	120	300	300	-	115	5		81	8	
8	120	300	400	-	113	3		81	9	
9	120	300	-	1000	113	9		79	5	
10	120	300	-	3000	112	2		79	12	
11	120	300	-	6000	112	4		77	4	
12	120	300	300	3000	107	11		76	10	
13	120	50	-	-	105	1		75	1	
14	120	300	-	-	105	12		73	3	
15	120	300	-	-	104	10		73	11	

C.V. (%)

4.47

5.30

D.S.H. al 5%

18

16

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales
- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes

Cuadro 14. Prueba de significancia de las diferencias o comparaciones entre medias de Altura a la base de la espiga de la planta de maíz cultivado en condiciones de temporal, en suelos de relieve ondulado y bajo tratamientos con P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco

TRAT: NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5	S	Cal	ALTURA (m)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA	ALTURA (m)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA
1	00	00	-	-	2.35	6		1.77	7	
2	120	100	-	-	2.33	13		1.76	15	
3	120	200	-	-	2.32	7		1.75	2	
4	120	300	-	-	2.29	8		1.71	9	
5	120	400	-	-	2.26	14		1.71	12	
6	120	300	200	-	2.25	3		1.71	14	
7	120	300	300	-	2.25	15		1.70	5	
8	120	300	400	-	2.24	5		1.69	4	
9	120	300	-	1000	2.24	9		1.69	8	
10	120	300	-	3000	2.21	4		1.67	10	
11	120	300	-	6000	2.20	2		1.67	11	
12	120	300	300	3000	2.20	11		1.67	13	
13	120	50	-	-	2.14	12		1.66	1	
14	120	300	-	-	2.13	1		1.66	6	
15	120	300	-	-	2.13	10		1.58	3	

C.V. (%)

3.68

3.64

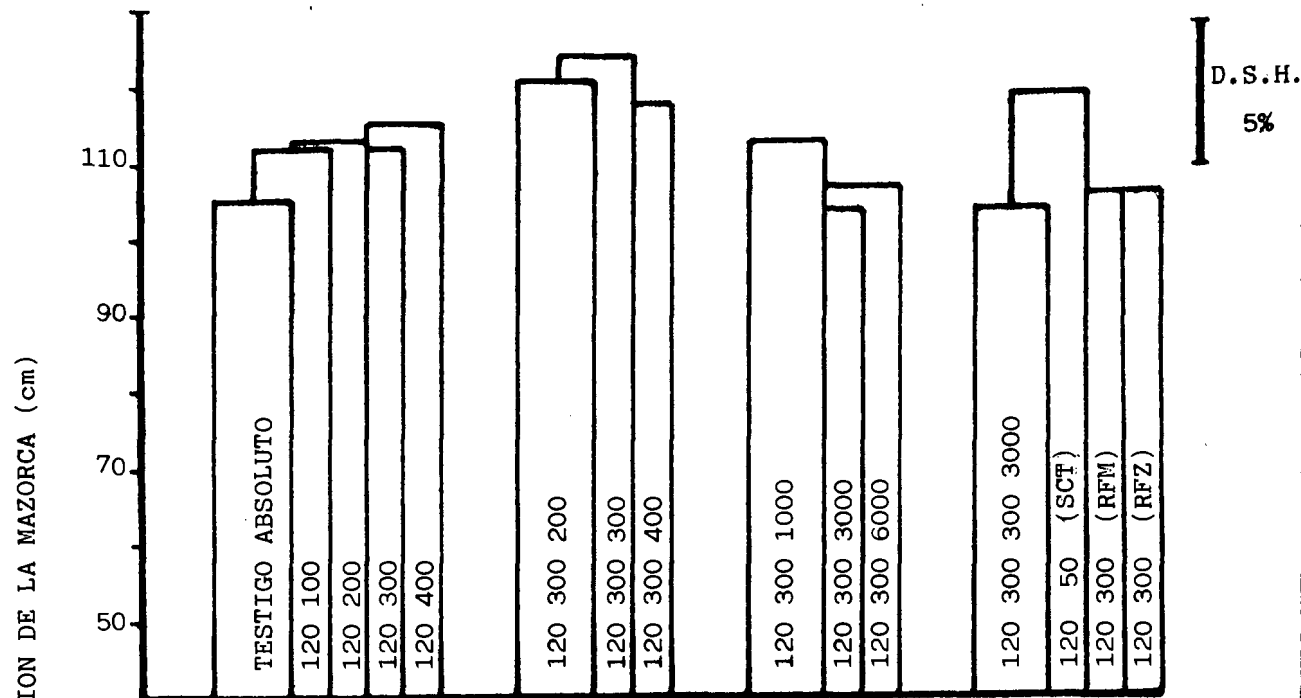
D.S.H. al 5%

0.30

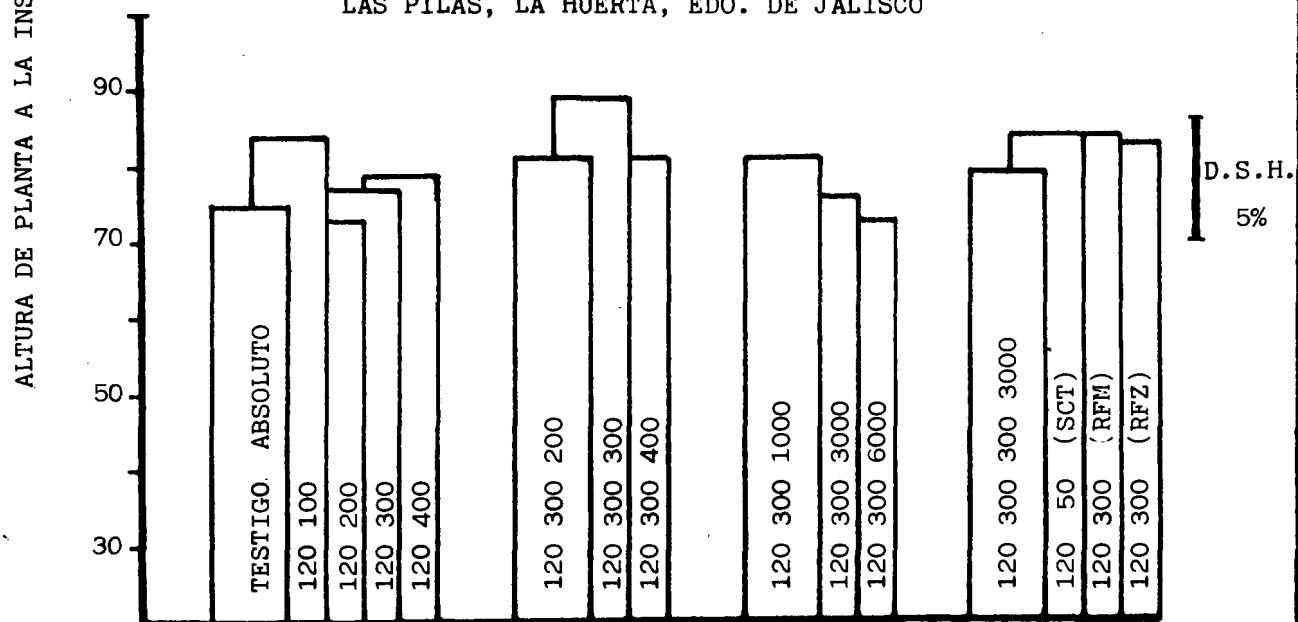
0.22

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales
- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes

TEQUESQUITLAN, CUAUTITLAN, EDO. DE JALISCO



LAS PILAS, LA HUERTA, EDO. DE JALISCO



TRATAMIENTOS

RFSJ

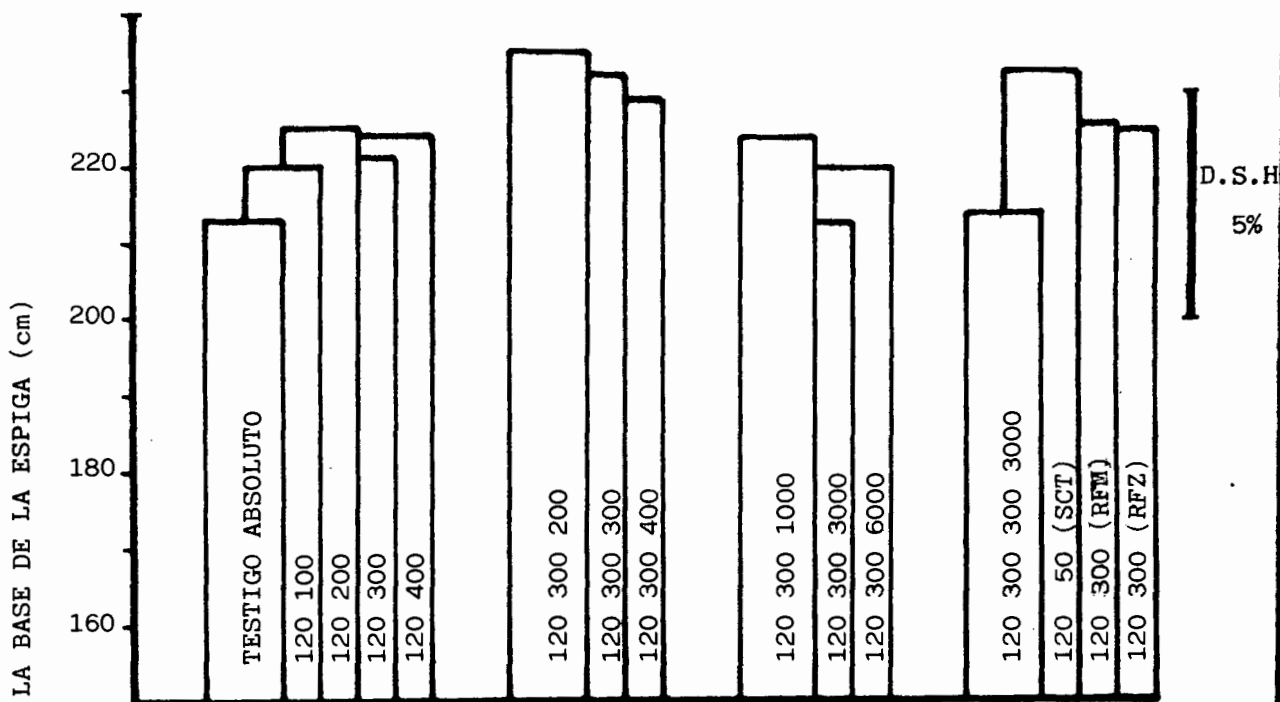
RFSJ+S

RFSJ+Cal
Agrícola

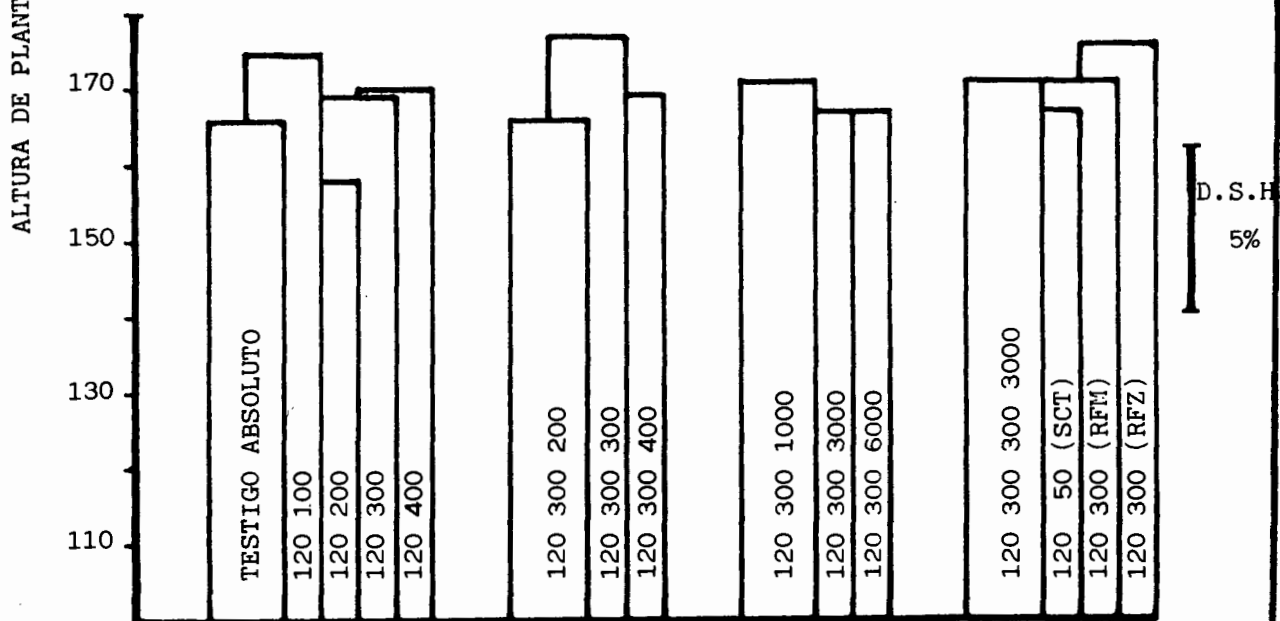
RFSJ+S+Cal
Agrícola

FIGURA 6 Altura (cm) de planta a la inserción de la mazorca de maíz en condiciones de temporal y bajo el efecto de la R.F. de San Juan, B.C. S., en presencia de Azufre y Cal agrícola, en un suelo de Tequesquitlán, y otro de las Pilas, La Huerta, Edo. de Jalisco.

TEQUESQUITLAN, CUAUTITLAN, EDO. DE JALISCO



LAS PILAS, LA HUERTA, EDO. DE JALISCO



TRATAMIENTOS

RFSJ

RFSJ+S

RFSJ+Cal
Agrícola

RFSJ+S+Cal
Agrícola

FIGURA 7 Altura (cm) de planta a la base de la espiga de maíz en condiciones de temporal y bajo el efecto de la R.F. de San Juan, B.C.S., en presencia de Azufre y Cal agrícola, en un suelo de Tequesquitlán, y otro de Las Pilas, La Huerta, Edo. de Jalisco.

Cuadro 15. Rendimiento medio (ton/ha) en grano (con 12% de humedad) y rastrojo seco (materia seca) de maíz, obtenido en suelos de relieve ondulado y con tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				GRANO		RASTROJO	
	N	P_2O_5	S	Cal	Tequesquitlán	Las Pilas	Tequesquitlán	Las Pilas
1	00	00	-	-	2.79	2.00	1.39	1.11
2	120	100	-	-	3.94	3.34	1.45	1.60
3	120	200	-	-	4.57	2.92	1.56	1.23
4	120	300	-	-	4.50	2.93	1.61	1.43
5	120	400	-	-	4.32	3.47	1.58	1.62
6	120	300	200	-	5.21	4.01	1.82	1.60
7	120	300	300	-	5.55	3.72	2.17	1.63
8	120	300	400	-	5.10	3.68	1.96	1.34
9	120	300	-	1000	4.18	3.48	1.43	1.39
10	120	300	-	3000	3.93	3.16	1.39	1.52
11	120	300	-	6000	4.19	2.47	1.63	1.49
12	120	300	300	3000	4.11	3.24	1.33	1.51
13	120	50	-	-	4.71	3.75	1.67	1.51
14	120	300	-	-	4.40	3.43	1.81	1.40
15	120	300	-	-	4.40	3.69	1.51	1.49

Cuadro 16. Análisis de varianza para los variables Rendimientos en Grano (12% humedad) y Materia Seca (rastrajo seco), Diámetro y longitud de mazorca en maíz de temporal, en suelos de relieve ondulado y bajo tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

FUENTES DE VARIACION	RENDIMIENTO EN GRANO					RENDIMIENTO EN RASTROJO				
	Tequesquitlán			Las Pilas		Tequesquitlán		Las Pilas		
	G.L.	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F.	
Tratamientos	14	1.660	6.38 **	1.1256457	6.63 **	221.706	11.67 **	87.633	4.16	NS
Repeticiones	3	0.702	2.70	0.17672	1.04	9.506	0.50	38.178	1.81	
Error	42	0.260		0.1696676		18,989		21.028		

C.V. (%) 11.61 12.56 8.48 9.91

FUENTES DE VARIACION	DIAMETRO DE MAZORCA					LONGITUD DE MAZORCA				
	Tequesquitlán			Las Pilas		Tequesquitlán		Las Pilas		
	G.L.	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F	C.M.	VALOR DE F.	
Tratamientos	14	0.0271	0.75 NS	0.0700	2.83 NS	0.9028	1.59 NS	2.4200	2.27	NS
Repeticiones	3	0.0377	1.05	0.0300	1.12	0.7166	1.26	0.5000	0.47	
Error	42	0.0358		0.0200		0.5669		1.0600		

C.V. (%) 4.40 4.08 5.30 9.46

G.L. Grados de libertad

** Significativo al nivel de probabilidad del 1%

C.M. Cuadrado Medio

* Significativo al nivel de probabilidad del 5%

C.V. Coeficiente de Variación

NS No significativo

Cuadro 17. Prueba de significancia de las diferencias o comparaciones entre medias de Rendimiento (ton/ha) en grano de maíz, obtenido en condiciones de temporal, en suelos de relieve ondulado y bajo diferentes tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5 (kg/ha)	S	Cal	REND. (ton/ha)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA	REND. (ton/ha)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA
1	00	00	-	-	5.55	7		4.01	6	
2	120	100	-	-	5.21	6		3.75	13	
3	120	200	-	-	5.10	8		3.72	7	
4	120	300	-	-	4.71	13		3.69	15	
5	120	400	-	-	4.57	3		3.68	8	
6	120	300	200	-	4.50	4		3.48	9	
7	120	300	300	-	4.40	15		3.47	5	
8	120	300	400	-	4.40	14		3.43	14	
9	120	300	-	1000	4.32	5		3.34	2	
10	120	300	-	3000	4.19	11		3.24	12	
11	120	300	-	6000	4.18	9		3.16	10	
12	120	300	300	3000	4.11	12		2.93	4	
13	120	50	-	-	3.94	2		2.92	3	
14	120	300	-	-	3.93	10		2.47	11	
15	120	300	-	-	2.79	1		2.00	1	

C.V. (%)

11.61

12.56

D.S.H. al 5%

1.83

1.64

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales
- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes.

Cuadro 18. Prueba de significancia de las diferencias o comparaciones entre medias de Rendimiento (ton/ha) en materia seca o rastrojo de maíz, obtenido en condiciones de temporal, en suelos de relieve ondulado y bajo diferentes tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5 (kg/ha)	S	Ca1	REND. (ton/ha)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA	REND. (ton/ha)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA
1	00	00	-	-	2.17	7		1.63	7	
2	120	100	-	-	1.96	8		1.62	5	
3	120	200	-	-	1.82	6		1.60	2	
4	120	300	-	-	1.81	14		1.60	6	
5	120	400	-	-	1.67	13		1.51	12	
6	120	300	200	-	1.63	11		1.51	13	
7	120	300	300	-	1.61	4		1.52	10	
8	120	300	400	-	1.58	5		1.49	11	
9	120	300	-	1000	1.56	3		1.49	15	
10	120	300	-	3000	1.51	15		1.43	4	
11	120	300	-	6000	1.45	2		1.40	14	
12	120	300	300	3000	1.43	9		1.39	9	
13	120	50	-	-	1.39	1		1.34	8	
14	120	300	300	-	1.39	10		1.23	3	
15	120	300	-	-	1.33	12		1.11	1	

C.V. (%)

8.48

9.91

D.S.H. al 5%

0.49

0.52

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales
- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes

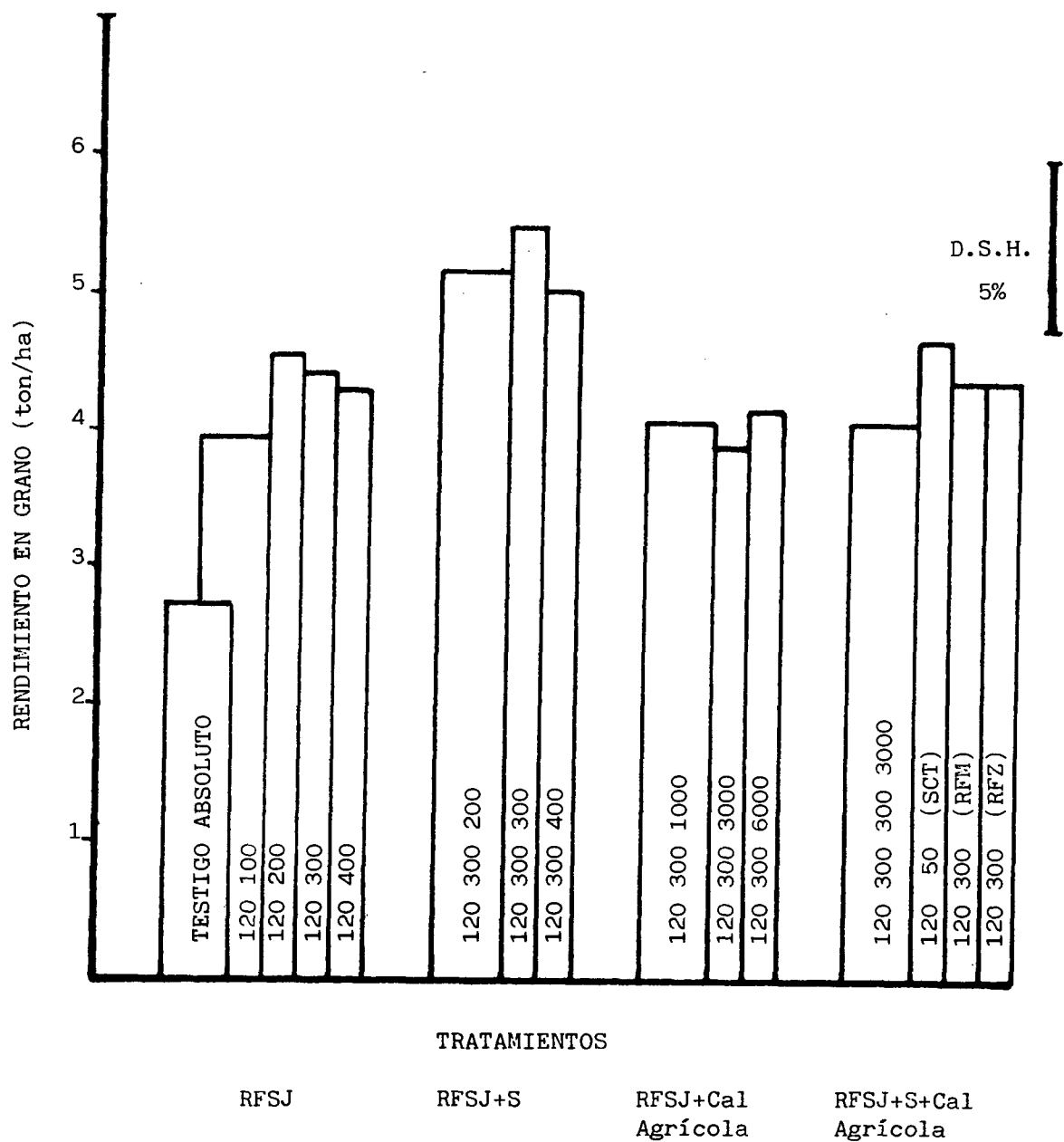


FIGURA 8 Rendimiento en grano (12% humedad) de maíz obtenido en condiciones de temporal y bajo el efecto de la R.F. de San Juan, B.C.S., en presencia de Azufre y Cal agrícola, en un suelo de Tequesquitlán, Cuautitlán, Edo. de Jalisco.

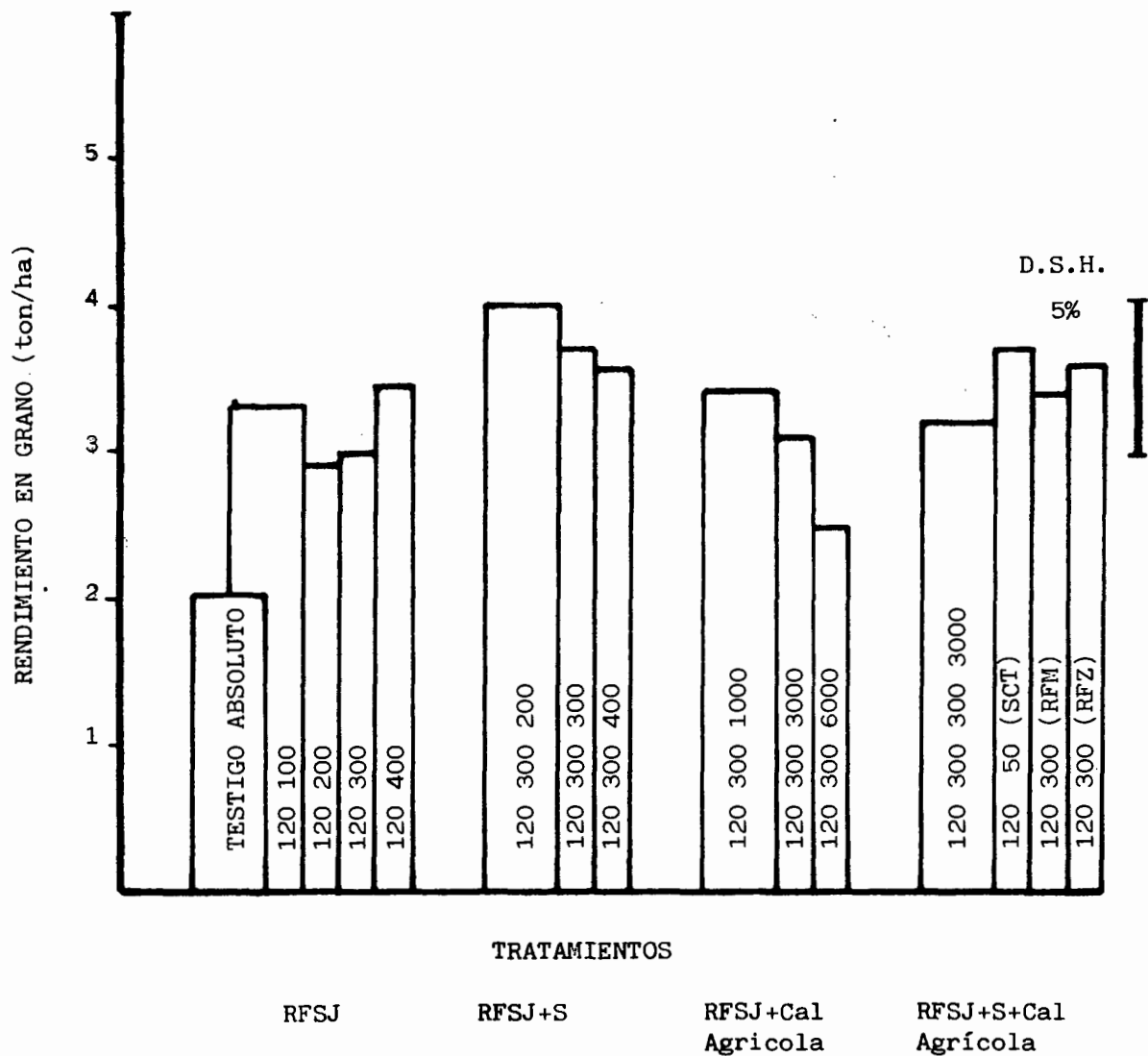


FIGURA 9 Rendimiento en grano (12% humedad) de maíz, obtenido en condiciones de temporal y bajo el efecto de la R.F. de San Juan, B.C.S., en presencia de Azufre y Cal agrícola, en un suelo de Las Pilas, La Huerta, Edo. de Jalisco.

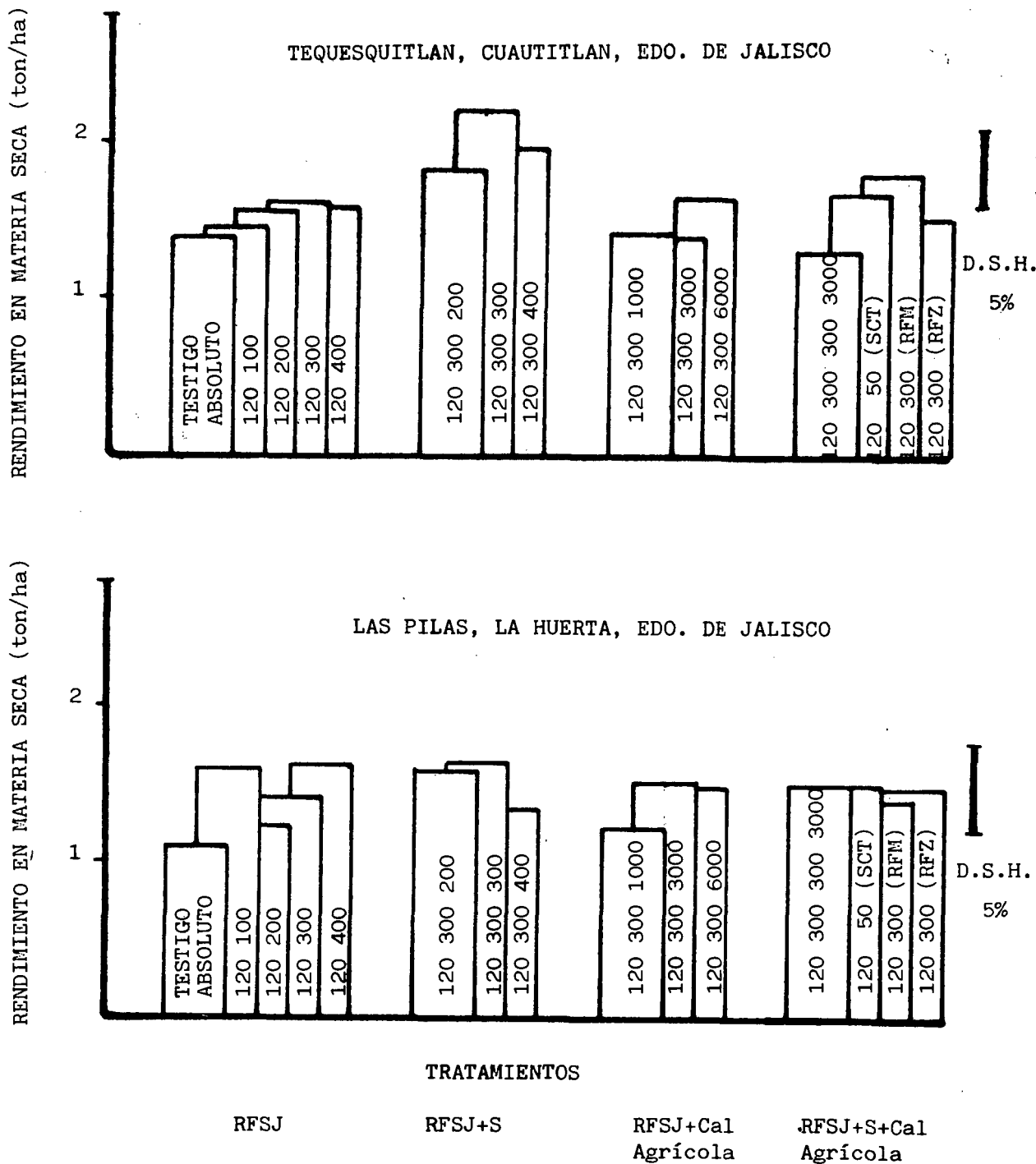


FIGURA 10 Rendimiento en materia seca (rastrajo) de maíz, obtenido en condiciones de temporal y bajo el efecto de la R.F. de San Juan, B.C.S., en presencia de Azufre y Cal agrícola, en un suelo de Tequesquitlán Cuautitlán y otro de Las Pilas, La Huerta, Edo. de Jalisco.

metro y longitud de mazorca y para lo cual al efectuar el análisis de varianza, no se presentó efecto significativo entre tratamientos (cuadro 16.) en ambas variables, lo cual se puede observar con mayor claridad en los cuadros 20 y 21 (aunque no debió hacerse dicha prueba selectiva).

En el cuadro 22 se presentan los valores y costos utilizados para la elaboración del análisis económico de los dos experimentos de las mencionadas localidades.

En el cuadro 23 se muestra el Análisis Económico de Dominancia para la variable rendimiento en grano, observándose que en Tequesquitlán los tratamientos más sobresalientes en cuanto a Ingresos netos, fueron los constituidos por 120, 300 y 300 kg/ha de N, P_2O_5 en forma de Roca Fosfórica de San Juan y azufre y 120, 50 kg/ha de N, y P_2O_5 en forma de SCT con \$ 23,195 y 25,475 respectivamente; mientras que en Las Pilas, fueron los tratamientos integrados por 120 y 50 kg/ha de N, y P_2O_5 como SCT y 120,300 kg/ha de N, y P_2O_5 en forma de Roca Fosfórica de Zimapán con \$ 18,899 y \$ 16,409 respectivamente.

En el cuadro 24 se presenta el Análisis Económico de Dominancia para la variable Rendimiento en materia seca, observándose que el tratamiento constituido por 120 300 y 300 kg/ha de N, P_2O_5 en forma de Roca Fosfórica de San Juan y azufre, fue con el que se obtuvo el mayor ingreso neto en ambos suelos estudiados.

En el cuadro 25 se muestran los Egresos e ingresos totales de los dos experimentos, observándose casi exáctamente lo que se presentó en el cuadro 17 ; es decir, los mayores ingresos netos en el caso de Tequesquitlán se manifestaron con los tratamientos 120, 300 y 300 kg/ha de N, P_2O_5 como Roca Fosfórica de San Juan y azufre y 120, 50 Kg/ha de N, P_2O_5 como SCT con \$ 29,920 y \$ 29,111 respectivamente; en cambio Las Pilas, fueron los tratamientos constituidos por 120 y 50 kg/ha de N y p_2O_5 como SCT y 120, 300 kg/ha de N, P_2O_5 como Roca Fosfórica de Zimapán; sin embargo, cabe señalar que la mayor tasa de retorno al capital variable (TRCV) se mostró con el tratamiento integrado por 120 y 50 kg/ha de N, P_2O_5 en forma de SCT.

Cuadro 19. Longitud y Diámetro (cm) de la mazorca de maíz en condiciones de temporal y bajo diferentes tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco.

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				LONGITUD		DIAMETRO	
	N	P_2O_5 (kg/ha)	S	Cal	Tequesquitlán	Las Pilas	Tequesquitlán	las Pilas
1	00	00	-	-	13.5	9.2	4.3	3.8
2	120	100	-	-	13.9	10.5	4.3	4.0
3	120	200	-	-	14.5	10.7	4.4	4.0
4	120	300	-	-	14.1	10.2	4.3	3.9
5	120	400	-	-	14.0	10.7	4.4	4.0
6	120	300	200	-	14.7	12.0	4.4	4.3
7	120	300	300	-	15.1	12.0	4.4	4.2
8	120	300	400	-	14.6	11.5	4.4	4.2
9	120	300	-	1000	14.0	10.7	4.3	4.0
10	120	300	-	3000	13.6	10.0	4.1	3.9
11	120	300	-	6000	14.0	10.5	4.2	3.9
12	120	300	300	3000	14.0	11.0	4.3	4.1
13	120	50	-	-	14.9	12.0	4.4	4.2
14	120	300	-	-	14.4	11.2	4.3	4.1
15	120	300	-	-	14.1	10.7	4.4	4.1

Cuadro 20. Prueba de significancia de las diferencias o comparaciones entre medias de Diámetro de mazorca en maíz bajo condiciones de temporal, en suelos de relieve ondulado y con tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5	S	Cal	DIAMETRO (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFICANCIA	DIAMETRO (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIF.
1	00	00	-	-	4.4	3		4.3	6	
2	120	100	-	-	4.4	5		4.2	7	
3	120	200	-	-	4.4	6		4.2	8	
4	120	300	-	-	4.4	7		4.2	13	
5	120	400	-	-	4.4	8		4.1	12	
6	120	300	200	-	4.4	13		4.1	14	
7	120	300	300	-	4.4	15		4.1	15	
8	120	300	400	-	4.3	1		4.0	2	
9	120	300	-	1000	4.3	2		4.0	3	
10	120	300	-	3000	4.3	4		4.0	5	
11	120	300	-	6000	4.3	9		4.0	9	
12	120	300	300	3000	4.3	12		3.9	4	
13	120	50	-	-	4.3	14		3.9	10	
14	120	300	-	-	4.2	11		3.9	11	
15	120	300	-	-	4.1	10		3.8	1	

C.V. (%)

4.40

4.08

D.S.H. al 5%

0.7

0.5

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales
- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes

Cuadro 21. Prueba de significancia de las diferentes comparaciones entre medias de longitud de mazorca en el cultivo de maíz en condiciones de temporal, en suelos con relieve ondulado y bajo tratamientos de P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				Tequesquitlán			Las Pilas		
	N	P_2O_5 (kg/ha)	S	Cal	LONGITUD (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFIC.	LONGITUD (cm)	TRAT. CORRESP.	SIGNIFIC.
1	00	00	-	-	15.1	7		12.0	6	
2	120	100	-	-	14.9	13		12.0	7	
3	120	200	-	-	14.7	6		12.0	13	
4	120	300	-	-	14.6	8		11.5	8	
5	120	400	-	-	14.5	3		11.2	14	
6	120	300	200	-	14.4	14		11.0	12	
7	120	300	300	-	14.1	4		10.7	3	
8	120	300	400	-	14.1	15		10.7	5	
9	120	300	-	1000	14.0	5		10.7	9	
10	120	300	-	3000	14.0	9		10.7	15	
11	120	300	-	6000	14.0	11		10.5	2	
12	120	300	300	3000	14.0	12		10.5	11	
13	120	50	-	-	13.9	2		10.2	4	
14	120	300	-	-	13.6	10		10.0	10	
15	120	300	-	-	13.5	1		9.2	1	

C.V. (%)

5.30

9.46

D.S.H. al 5%

2.7

3.7

- Medias subrayadas por la misma línea, son estadísticamente iguales
- Medias no subrayadas por la misma línea, son estadísticamente diferentes

Cuadro 22. Valores y Costos utilizados en el análisis económico de los resultados experimentales en maíz de temporal y en suelos de relieve ondulado, bajo el efecto de tratamientos con P_2O_5 , S y $CaCO_3$ en dos localidades de la Costa de Jalisco

1.	Precio de garantía (1982) de 1 tonelada en grano de maíz	\$ 8,850.00
2.	Costo de los materiales fertilizantes (por tonelada)	
2.1.	Urea con 46% de N (nitrógeno)	5,400.00
2.2.	Superfosfato de calcio triple, con 46% P_2O_5 (fósforo) (SCT)	4,264.00
2.3.	Roca fosfórica de San Juan, B.C.S.; con 12.15% P_2O_5 (RFSJ)	1,500.00
2.4.	Roca fosfórica de Marruecos, Africa; con 31.97% P_2O_5 (RFM)	2,500.00
2.5.	Roca fosfórica de Zimapán, Hgo., México; con 32.93% P_2O_5 (REZ)	2,000.00
2.6.	Azufre elemental (S)	8,000.00
2.7.	Cal agrícola (Dolomita)	700.00
3.	Cálculo de las relaciones costo: valor del producto	
3.1.	Costo por kilogramo de Nitrógeno	
	Costo de 1 ton de Urea	5,400.00
	Costo transporte	500.00
	Costo aplicación del fertilizante	400.00
	Total	6,300.00
	Costo de 1 kg de Urea: $6300 \div 1000 = 6.30/\text{kg}$ de Urea	
	Costo de 1 kg de N: $6.300 \times 100 \div 46 = \$13.69/\text{kg}$ de N aplicado	
3.2.	Costo por kilogramo de P_2O_5 como SCT	
	Costo de 1 ton de Superfosfato de calcio triple	4,264.00
	Costo transporte	500.00
	Costo aplicación del fertilizante	400.00
	Total	5,164.00
	Costo de 1 kg de SCT: $5164.00 \div 1000 = 5.16/\text{kg}$ de SCT	
	Costo de 1 kg de P_2O_5 : $5.164 \times 100 \div 46 = \$11.22/\text{kg}$ de P_2O_5 aplicado	
3.3.	Costo por kilogramo de P_2O_5 como RFSJ	
	Costo por 1 ton de Roca Fosfórica	1,500.00
	Costo transporte	500.00
	Costo aplicación del fertilizante	400.00
	Total	2,400.00

Costo de 1 kg de RFSJ: $2400.00 \div 1000 = 2.40$ /kg de RFSJ

Costo de 1 kg de P_2O_5 : $2.40 \times 100 \div 12.15 = \19.75 /kg de P_2O_5 aplicado

3.4. Costo por kilogramo de P_2O_5 como RFM

Costo por 1 ton de Roca fosfórica	\$ 2,500.00
Costo transporte	500.00
Costo aplicación del fertilizante	400.00
Total	3,400.00

Costo de 1 kg de RFM: $3400.00 \div 1000 = 3.40$ /kg de RFM

Costo de 1 kg de P_2O_5 : $3.40 \times 100 \div 31.97 = \10.63 /kg de P_2O_5 aplicado

3.5. Costo por kilogramo de P_2O_5 como RFZ

Costo por 1 ton de Roca fosfórica	2,000.00
Costo transporte	500.00
Costo aplicación del fertilizante	400.00
Total	2,900.00

Costo de 1 kg de RFZ: $2900.00 \div 1000 = 2.90$ /kg de RFZ

Costo de 1 kg de P_2O_5 : $2.90 \times 100 \div 32.93 = \8.80 /kg de P_2O_5 aplicado

3.6. Costo por kilogramo de S elemental

Costo por 1 ton de azufre elemental	8,000.00
Costo transporte	500.00
Costo aplicación del fertilizante	400.00
Total	8,900.00

Costo de 1 kg de S : \$ 8.90/kg de S aplicado

3.7. Costo de 1 kg de Cal agrícola

Costo de 1 ton de Agrocal	700.00
Costo transporte	500.00
Costo aplicación del fertilizante	400.00
Total	1,600.00

Costo de 1 kg de Cal Agr. \$ 1.60/kg de Cal Agr. aplicado

3.8. Costo de mil plantas de maíz

Suponiendo 3000 granos/kg de maíz y un porcentaje de germinación de 85 por ciento

Valor de 1 bulto de 25 kg de semilla	754.00
Valor de 1 kg de semilla: 754.00 25	30.16

30.16 $3.0 \times 0.85 = 8.54$ costo de 1000 plantas de maíz (implica ANAGSA).

4. Costo preparación de terreno, siembra, herbicida y cosecha/ha

4.1.1. 1 arada	800.00
4.1.2. 2 rastras	1,000.00
4.1.3. Siembra	400.00
4.1.4. Semilla	400.00
4.1.5. Herbicida Gesaprin 50 (3 kg/ha)	930.00
4.1.6. Aplicación Herbicida	500.00
Total	4,030.00

4.2. Costo de un (1) kilogramo de maíz en el Campo

4.2.1. Transporte: Se cobra a \$ 40.00/hectolitro (1 hectolitro de maíz híbrido pesa 75 kg), por lo tanto

$$40 \quad 75 = \underline{\$ 0.53/\text{kg}} \text{ de maíz transportado}$$

4.2.2. Cosecha: Se paga a \$ 91.43/hectolitro; 1 hectolitro pesa 75 kg, por lo tanto $91.43 \quad 75 = \$ 1.21/\text{kg}$ de maíz cosechado

4.2.3. Desgrane, limpia, encostalado y cargado: Se paga a \$ 20.00 por hectolitro (1 hectolitro = 75 kg), por lo tanto $20 \quad 75 = \$ 0.26/\text{kg}$ de maíz desgranado....

4.4. Costo de 1 kg de maíz en el Campo:

$$\begin{aligned} \text{Transporte} + \text{Cosecha} + \text{Desgrane} \dots &= 0.53 + 1.21 + 0.26 = \\ &= \underline{\underline{\$ 2.00/\text{kg}}} \text{ de maíz} \end{aligned}$$

Cuadro 23. Análisis Económico de Dominancia de los tratamientos de los Experimentos de Tequesquitlán y Las Pilas, en cuanto a Rendimiento en grano de maíz.

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				COSTOS VARIABLES (CV) (PESOS, M.N.)	COSTOS FIJOS (CF) (PESOS M.N.)		INGRESOS NETOS (IN) (PESOS, M.N.)	
	N	P ₂ O ₅ (kg/ha)	S	Cal		TEQ. LAS PILAS		TEQUESQ.	LAS PILAS
1	00	00	-	-	0000	10165	8585	13127	9115
2	120	100	-	-	3618	12465	11265	18786	14676
3	120	200	-	-	5593	131725	10425	21127	9824
4	120	300	-	-	7598	13585	10445	18642	7888
5	120	400	-	-	9543	13225	11525	15464	9642
6	120	300	200	-	9348	15005	12605	21756 *	13536
7	120	300	300	-	10238	15685	12025	23195 *	10659
8	120	300	400	-	11128	14785	11945	19222	9495
9	120	300	-	1000	9168	12945	11545	14880	10085
10	120	300	-	3000	12368	12445	10905	9968	4693
11	120	300	-	6000	17168	12965	9525	6949	(-)4834
12	120	300	300	3000	15038	12805	11065	8531	2571
13	120	50	-	-	2204	14005	12085	25475 *	18899 *
14	120	300	-	-	4832	13385	11445	20723	14079 *
15	120	300	-	-	4283	13385	11965	21272	16409 *

Costos Variables (CV): Implica el costo de todos los materiales fertilizantes en cada tratamiento

Costos Fijos (CF): Implica el costo de 65000 plantas por hectárea, preparación de terreno, siembra, herbicida y cosecha

Ingresos Netos (IN): $IN = IB - CV - CF$

Ingresos Brutos (IB): Ingresos por concepto del producto obtenido, sin implicar Costos variables y Fijos

* Tratamientos más sobresalientes.

Cuadro 24. Análisis Económico de Dominancia de los Tratamientos de los Experimentos de Tequesquiltán y Las Pilas, en cuanto a Rendimiento en Materia o rastrojo seco de maíz

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				TEQUESQUITLAN		LAS PILAS	
	N	P ₂ O ₅	S	Cal	COSTOS FIJOS (PESOS, M.N.)	INGRESOS NETOS (PESOS, M.N.)	COSTOS FIJOS (PESOS, M.N.)	INGRESOS NETOS (PESOS, M.N.)
1	00	00	-	-	336 *	3027 **	268	2417
2	120	100	-	-	351	3158	387	3484
3	120	200	-	-	377	3397	297	2679
4	120	300	-	-	389	3506	346	3114
5	120	400	-	-	382	3440	392	3527
6	120	300	200	-	440	3963	387	3484
7	120	300	300	-	525	4725 *	394	3549 *
8	120	300	400	-	474	4268	324	2918
9	120	300	-	1000	346	3114	336	3027
10	120	300	-	3000	336	3027	368	3309
11	120	300	-	6000	394	3549	360	3245
12	120	300	300	3000	322	2896	365	3288
13	120	50	-	-	404	3636	365	3288
14	120	300	-	-	438	3941	339	3048
15	120	300	-	-	365	3290	360	3245

- Se estima que el costo por concepto de corte del subproducto agrícola y empaqueo es de ¢ 3.00 por paca.

- El peso por paca, generalmente es de 12.4 kilogramos

- El precio de venta al público es de \$ 30.00 por pca (1982)

* Ejemplo CF : 1390 kg de rastrojo 12.4 = 112.09 pacas x 3.00 = \$ 336.29

** Ejemplo IN : 1390 kg de rastrojo 12.4 = 112.09 pacas x 30.00 = 3362.7 - 336 =
= \$ 3027

Cuadro 25. Egresos e Ingresos totales de los tratamientos de los Experimentos de Tequesquitlán y Las Pilas, en cuanto a Rendimiento Biológico (incluye producto-grano y subproyecto-rastrojo o materia seca).

TRAT. NUM.	TRATAMIENTOS				TEQUESQUITLAN			LAS PILAS		
	N	P ₂ O ₅ (kg/ha)	S	Cal	EGRESOS (EG)	INGRESOS (IN)	TRCV AIN/EG	EGRESOS (EG)	INGRESOS (IN)	TRCV AIN/EG
1	00	00	-	-	10501	16154	1.54	8853	11532	1.30
2	120	100	-	-	16434	21944	1.34	11652	18160	1.56
3	120	200	-	-	19695	24524	1.25	10722	12503	1.17
4	120	300	-	-	21572	22148	1.03	10791	11002	1.02
5	120	400	-	-	23150	18904	0.82	119170	13169	1.11
6	120	300	200	-	24793	25719	1.04	12962	17020	1.31
7	120	300	300	-	26448	29920 *	1.13	12419	14208	1.14
8	120	300	400	-	26387	23490	0.89	12269	12413	1.01
9	120	300	-	1000	22459	17994	0.80	11881	13112	1.10
10	120	300	-	3000	25149	12995	0.52	11273	8002	0.71
11	120	300	-	6000	30527	10498	0.34	9885	(-)1589	(-)0.16
12	120	300	300	3000	28165	11427	0.41	11430	5859	0.51
13	120	50	-	-	16313	29111 *	1.78 *	12450	22187 *	1.78 *
14	120	300	-	-	18655	24664	1.32	11784	17127	1.50
15	120	300	-	-	18033	24362	1.35	12325	19654 *	1.59

- Egresos = Costos variables + Costos fijos

- TRCV = Tasa de retorno al capital variable = Ingresos/Egresos

* Tratamientos más sobresalientes

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a las hipótesis planteadas se llegó a las conclusiones siguientes:

1.- De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que tanto el rendimiento en grano así como el de rastrojo no se presentó un decremento a una mayor dosis de P_2O_5 , sino más bien los mejores resultados estuvieron entre las dosis de 300 a 400 kg/ha de R.F. para ambas variables en los dos suelos estudiados; por lo tanto no se acepta la primera hipótesis establecida.

2.- Según los resultados obtenidos la R.F. sola no logró superar a ninguno de los tratamientos con R.F. mezclada con azufre; de los tres niveles explorados de azufre el mejor fue el de 300 kg/ha en rendimiento en materia seca y rendimiento en grano en Tequesquitlán y el de 200 kg/ha de azufre en Las Pilas por lo tanto la segunda hipótesis formulada no se acepta.

3.- Los resultados obtenidos, mostraron que el SCT no logró superar a ninguno de los tratamientos con R.F. + azufre en rendimiento en materia seca en las dos localidades, y en la variable rendimiento en grano en Tequesquitlán se presentó lo mismo pero en Las Pilas el único tratamiento que superó al SCT fue el de 200 kg/ha de azufre, el SCT superó ligeramente a los tratamientos con R.F. sola y en mayor grado a los tratamientos con R.F. y Cal agrícola. Todo lo anterior se presentó tanto en rendimiento en grano como en materia seca y en ambos suelos estudiados; por lo tanto la tercera hipótesis planteada solamente no se acepta en los tratamientos con R.F. + azufre, más se acepta en los demás tratamientos estudiados.

4.- Según los resultados obtenidos se mostró que en lo que respecta a rendimiento en grano y en ambos suelos estudiados, la R.F. nacional superó ligeramente a la R.F. de importación; por lo tanto en este caso la cuarta hipótesis se acepta. Sin embargo en cuanto al rendimiento en materia seca solamente en una localidad de los dos estudiados la R.F. de importación logró superar ligeramente a la R.F. nacional; por lo tanto, la cuarta hipótesis establecida por una parte se acepta y por otra no se acepta.

En cuanto a resultados económicos con respecto a lo obtenido se muestra que los tratamientos que tuvieron mayor eficiencia en cuanto a ingresos netos fueron los tratamientos 120 300 300 kg/ha de N, y P_2O_5 como R.F. de San Juan + azufre y 120 50 kg/ha de N, y P_2O_5 como SCT con \$ 29,920 y \$ 29,111 respectivamente en la localidad de Tequesquitlán; en cambio en Las Pilas fueron los tratamientos constituidos por 120 y 50 kg/ha de N, y P_2O_5 como SCT y 120 300 kg/ha de N, y P_2O_5 como R.F. de Zimapán con \$ 22,187 y \$ 19,654 respectivamente; sin embargo cabe señalar que la mayor tasa de retorno al capital variable (TRCV) se mostró con los dos tratamientos integrados por 120 y 50 kg/ha de N, P_2O_5 en forma de SCT en las dos localidades.

VII. CONSIDERACIONES

1.- Se sugiere seguir estudiando este tipo de material fertilizante tanto en cultivos cíclicos como el maíz, sorgo etc. y perenees como gramíneas forrajeras, frutales etc., señalando que es muy importante estudiar el efecto residual de la R.F.

2.- Estudiar a mediano y largo plazo el efecto de la R.F. al mezclarse con otros materiales con el fin de mejorar su eficiencia.

3.- Hacer evaluaciones económicas en cuanto al uso y manejo de diferentes rocas fosfóricas del país con respecto a su concentración en unidades de P_2O_5 para minimizar los costos de producción.

4.- Las evaluaciones económicas están sujetas a la fluctuación de los precios de los insumos de cada año.

VII. RESUMEN.

En el año de 1982 dentro del ciclo de temporal se establecieron dos experimentos en las localidades de Tequesquitlán, municipio de Cuautitlán y Las Pilas municipio de La Huerta, con el fin de determinar la respuesta del maíz a las aplicaciones directas de Roca Fosfórica en los suelos rojos de la Costa de Jalisco.

Se utilizó como fuente de N, La Urea al 46% N, como fuente principal de fósforo la roca fosfórica de San Juan 12.5% de P_2O_5 , enseguida se utilizaron la roca fosfórica de Zimapán Hgo. con 32.93% de P_2O_5 y Marruecos Africa con 31.97% de P_2O_5 y un tratamiento de superfosfato de 46% de P_2O_5 siendo estos tratamientos adicionales de comparación, otros adicionales son la utilización del azufre para mayor acidulación de la roca y la cal agrícola para aumentar el pH del suelo. Se efectuó un período de 125 días utilizando se el híbrido V-524 para el desarrollo de la investigación.

Se probaron 14 tratamientos y un testigo en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Teniendo los siguientes espacios de exploración:

- 1.- La cantidad de nitrógeno no varió con 120 kg/ha
- 2.- La R.F. de San Juan los niveles fueron 100, 200, 300, y 400 kg/ha
- 3.- Tanto la R.F. de Zimapán Hgo. como la de Marruecos Africa el nivel fué de 300 kg/ha únicamente.
- 4.- En la cantidad de azufre los niveles fueron 200, 300 y 400 kg/ha
- 5.- Los niveles de cal agrícola fueron 1000, 3000, 6000 kg/ha

Se registraron los rendimientos obtenidos aplicándoseles los análisis económicos y estadísticos respectivamente, y se encontró una respuesta favorable a las aplicaciones directas de R.F. y aumentándose esta respuesta con R.F. más azufre y disminuyendo la respuesta al aplicársele cal agrícola a la R.F. Los tratamientos más sobresalientes fueron: 120, 300, 300 y el 120, 300 y 200 en cuanto a rendimiento en grano, y materia seca sobresalió más el primero y en cuanto a ingresos netos el de mayor ingreso fue el tratamiento 120

300 300 en Tequesquitlán y el 120 50 en las Pilas, considerándose que estos tratamientos representan un considerable incremento económico para el agricultor.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se manifestó que los mejores resultados estuvieron entre los niveles 300 a 400 kg de R.F. tanto en rendimiento en grano como en materia seca en las dos localidades. La R.F. sola no logró su perar a ninguno de los tratamientos con R.F. mezclada con azufre, pero sí superó a los tratamientos que llevaban R.F. más cal agrícola.

El superfosfato de calcio triple tuvo menor rendimiento que la R.F. más azufre en una localidad, pero en las Pilas sí superó ligeramente a ésta y mayormente superó a los de R.F. más cal agrícola. Con respecto a la R.F. de importación fue superada por la R.F. nacional en Tequesquitlán y en Las Pilas ésta fue superada por la de importación.

Con respecto al análisis económico los rendimientos que mayor eficiencia tuvieron en cuanto a ingresos netos fueron los tratamientos que llevaban R.F. de San Juan más azufre y también los de superfosfato de calcio triple, en este mismo tratamiento se manifestó la mayor tasa de retorno al capital variable (TRCV) en las dos localidades.

CONSIDERACIONES

Se sugiere seguir estudiando este tipo de material fertilizante tanto en cultivo cíclicos como perenees, señalando que es muy importante estudiar el efecto residual de la R.F.

Estudiar a mediano y largo plazo el efecto de la R.F. al mezclarse con otros materiales con el fin de mejorar su eficiencia. Hacer evaluaciones económicas en cuanto al uso y manejo de diferentes rocas fosfóricas del país con respecto a su concentración en unidades de P_2O_5 para minimizar los costos de producción.

Las evaluaciones económicas están sujetas a la fluctuación de los pre cios de los insumos de cada año.

IX BIBLIOGRAFIA

- 1) Adán G., J.H. 1979. Caracterización química, mineralógica y evaluación agrónoma de roca fosfórica de diferentes depósitos. Tesis de M.C., Colegio de postgraduados, Chapingo, México.
- 2) Alcalde B., S. 1979. Notas de nutrición vegetal. Colegio de Postgraduados , Chapingo México.
- 3) Anthony, J.L. 1952. The response of crops to applied phosphate on some Mississippi soils. Proc. Assoc. Agr. Workers: 47.
- 4) Arroyave A., J.J. 1977. Eficiencia de distintas técnicas de aplicación de roca fosfórica cruda y con diferentes grados de acidulación en maíz de temporal en la Altiplanicie Mexicana. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 5) Bear, F.E. 1964 chemistry of the soil. 2nd. edit. Reinholds. Publ. N.Y.
- 6) Bixby, D.W., Rucker, D.L. And tisdale, S.L. 1966 Miscellaneous phosphatic fertilizers. Ground phosphate Rock. Phosphatic fertilizers, Bul. 8:33
- 7) Black, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. Primera edición. Tomo 11. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. Pag. 613-679.
- 8) Boy, O.V.M. (1978). Evaluación de laboratorio de las rocas fosfóricas de Rofomex,S.A. y otras de consumo nacional para aplicación directa al suelo Fertimex, S.A. EXP. 8-105-1 y 8-101-1.
- 9) Cajuste, L.J. 1977. química de suelos con un enfoque agrícola. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Pag. 213.
- 10) Castillo, C.F. (1975) situación actual de los fertilizantes en México y sus perspectivas. 1 congreso latino americano sobre fertilizantes, Oaxtepec, Morelos México.

- 11) Colings, G.H. 1958. Origen y empleo de los fertilizantes minerales. Fer
tilizantes comerciales. Primera edición. Pag. 1969-258.
- 12) Chien, S.H. Wier, R.R. and Black, C.A. (1975). Supersaturatión phenome
na and formatión of fluorapatite in phosphate rock. Soil Ser.
Amer. Proc. 39: 31-47.
- 13) De Soroa P., J. 1968. Diccionario de agricultura Editorial labor, S.A.
- 14) Fasabender, M.W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de Améri-
ca Latina, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de
la OEA. Turrialba, Costa Rica. Pag. 271-314.
- 15) García P., R. 1978. Diccionario pequeño Larousse. Ediciones Larousse.
- 16) Guzmán E., C. 1980. Estudio de solubilización de dos rocas fosfóricas na
cionales mediante mezclado con azufre, fertilizante nitrogena-
do y estiércol de bovino bajo fermentación aeróbica y anacróbi-
ca. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
- 17) Hignett, T.P. (1968). Characteristes of the world fertilizer industry pho
sphate fertilizer. T.V.A. Report. No. 5-422 1-40 y 79-83.
- 18) Howeller, R.H. and woodruff, C.H. 1968. Dissolution and availability to
plants of rock phosphates of igneous and sedimentary origins.
Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 79-82.
- 19) Jacob, A. y Uexkull, H. 1973. fertilización: Nutrición y abonado de los
cultivos tropicales y subtropicales. 4ta. edición. Ediciones
Euroamericanas.
- 20) Lehr, J.R. 1977. Phosphate Raw Materials and fertilizers: A look a head.
TVA. Snart course in Modern fertilizer technology. Jun-July.
- 21) Long. O.H. 1955. Rock phosphate of superphosphate. Teen. Agr. Exp. Sta.
Form on home Sci. Prog. Rept. 16:4.

- 22) Mc Clellan, G.H. and Hignett, T.P. 1978. Some economic and technical factors affecting use of phosphate raw materials. Ciba Foundation Symposium 53 (New series). Pag. 49-69
- 23) Millar, C.E.; Turk, L.M. y Foth, H.D. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. Primera Edición. Editorial Continental, México. Pag. 342-406
- 24) Moores, C.A. 1929. the comparative values of different phosphate. Tenn. Agr. Exp. Sta. Bul. 141:18.
- 25) Navarro, P.G. (1976) Primer simposium Metalúrgico de Tecamachalco, México, D.F.
- 26) Nuñez, E.,R. 1978 Notas del curso de fertilidad de suelos colegio de Post graduados, Chapingo, México. (mimeografo).
- 27) Olsen, S.R. and Watanabe, F.S. 1957, A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the langmuir isotherm. Soil Sci. Soc. Proc. 21: 144-149.
- 28) Ortíz V.B. 1977. fertilidad de suelos, Universidad Autonoma de Chapingo.
- 29) Pagel, H. 1972. Distribution of inorganic form of pin the important soils of the airid and humid tropics. Soils and fertilizers. 35: 858.
- 30) Sánchez, M.N. (1957). Situación y perspectivas de los fertilizantes en el mundo, 1 congreso Latinoamericano sobre fertilizantes, Oaxtepec. Morelos, México.
- 31) Sauchelli, V. 1966. Química y tecnología de los fertilizantes. Edit. CECSA. Ed. en Español. 13-19 y 117-687.
- 32) Tisdale, S.L. y Nelson, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Montaner y Simón, S.A. Barcelona, España. Pag. 227-328.

- 33) T.V.A. (1969) Future prospects of elements phosphorus and Furnace acid.
Prepared for the fertilizer and technology National seminar 147h,
Annual General Meeting of the fertilizers Association of India,
New. Delhi, India 5-7.
- 34) T.V.A. (1976) Agronomic evaluation of fertilizer Bul y 21-5-9.
- 35) Waggaman, W.M.H. and Hoffman, W.M.M. 1967. Let's drop the single evaluation method. farm. chem. 66-72.
- 36) Wechmann, H. 1972. Losses of phosphorus in soil. soil ond fertilizers 35:657.
- 37) Woodhouse, W.W., Jr. 1949. Comparison of rock phosphate and superphosphate on crop yields. A summary of data. N, Carolina Agr. Exp. Sta. Circ. 148.
- 38) World Survey of phosphate (1973) thid Edition the British sulphur corporation limited. 1971.
- 39) Worthen, E.L. y Aldrich, S.R. 1959, Suelos agricolas, su conservación y fertilización. Quinta edición. VTEHA. México. Pag. 100.
- 40) Young, R.D. (FVA). Phosphate fertilizer. HOW manufactured superphosphate. phosphoric acid. Amonium phosphatos. 74-75.