

EFECTO DE NUEVE MEJORADORES SOBRE PROPIEDADES
SELECTAS DE UN SUELO CALCAREO Y EL DESARROLLO
DEL CULTIVO DE PAPA
(Solanum tuberosum L.)

MERCED CONTRERAS NIÑO

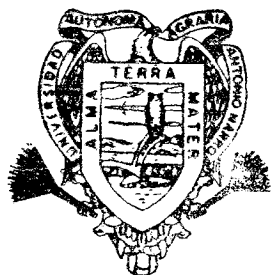
TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
Especialidad de Suelos

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.
Marzo de 1985



EFFECTO DE NUEVE MEJORADORES SOBRE PROPIEDADES SELECTAS DE UN
SUELO CALCAREO Y EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE
PAPA (Solanum tuberosum L.)

MERCED CONTRERAS NIÑO

TESIS

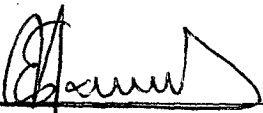
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD DE SUELOS


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coahuila
Marzo de 1985

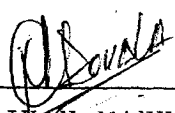
Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar el grado de

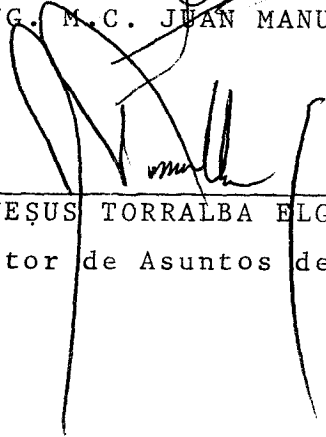
MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD DE SUELOS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal: 
DR. EDUARDO A. NARRO FARIAS

Asesor: 
ING. M.C. LUIS MIGUEL LASSO MENDOZA

Asesor: 
ING. M.C. JUAN MANUEL CEPEDA DOVALA


DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBO
BANCO DE TI
U.A.A.A.N

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Febrero de 1985.

COMPENDIO

Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y el desarrollo del cultivo de papa (Solanum-tuberosum L.).

POR

MERCED CONTRERAS NIÑO

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. FEBRERO 1985

Dr. Eduardo A. Narro Farías - asesor -

Palabras clave: papa, mejoradores de suelo, suelo calcáreo.

El objetivo principal de este estudio fué evaluar el efecto de dos dosis de nueve mejoradores de suelo sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y en el rendimiento del cultivo de papa.

Los mejoradores estudiados fueron: estiércol bovino, estiércol caprino, gallinaza, tamo de dátil, composta, vermiculita, perlita, polisulfuro de calcio y azufre, los cuales fueron aplicados al fondo del surco en la época de siembra.

Los materiales orgánicos y minerales generaron cambios en el suelo, favorables para el cultivo en porcentaje de agregación, humedad aprovechable y densidad aparente.

La incorporación de los mejoradores incrementa el contenido de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico. Respecto al pH, disminuye conforme -

pasa el tiempo y es más marcada a los 167 días después de la siembra.

En cuanto a los parámetros evaluados en el desarrollo de la planta, no se encontraron diferencias notorias.

Los rendimientos de papa obtenidos bajo diferentes mejoradores fueron enmascarados por el ataque de tizón tardío, por lo que no existió diferencia significativa entre tratamientos.

ABSTRACT

Effect of nine soil improvemeters over choice properties of a calcareus soil and the development of the potato (Solanum tuberosum L.) cultivation.

BY

MERCED CONTRERAS NIÑO

MASTER DEGREE

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. FEBRERO 1985

Dr. Eduardo A. Narro Farías -adviser-

Key words: potato, improvementer soils, calcareus soil.

The principal objective of this study was to evaluate the effect of two doses of nine improvementers soils over choice properties of a calcareus soils and over the potato cultivation yielding.

The improvementers studied was: dung cattle, dung goatish, hendung, dust date, composte, vermiculite, small pearl, calcium polisulfure and sulphur, which was applied in the furrow bottom at the seed time.

The organic materials and minerales generate changes to the soil, favourables for the cultivation in aggregation percent, profitable humidity and apparent density.

The improvementer incorporation increase the nitrogen phosphorus, organic matter content and interchanging cationic capability. Respect pH, it decrease as the time pass, and is-

more significant at 167 days after seed.

According parameters evaluated, don't find significant differences.

The potato yielding get under different improver was mask for the attack of half-burnt late, don't existing significant differences between treatments.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y en especial al Ing. M.C. Angel Ramos Sánchez, Dr. Esteban B. Mendoza, Dr. Juan Manuel Ramírez Días, Ing. Sergio Poot C. y al Ing. M.C. Andrés Maldonado Ortiz, por su apoyo decidido para la realización de mis estudios

Al CONACyT, por el otorgamiento de beca que hizo posible mis estudios de postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por la oportunidad que me brindó de superarme profesionalmente.

Al Dr. Eduardo A. Narro Farías, Ing. M.C. Luis M. Lasso Mendoza y al Ing. M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala, por su asesoramiento en la elaboración, conducción y revisión de este trabajo

A la Sra. Lucía Barrera de Soberón y Sra. Patricia Herrera de Carreón, Laboratoristas del Depto. de Suelos de la UAAAN por su colaboración en los análisis realizados en este trabajo.

Al Dr. Armando Campos Vela por las facilidades otorgadas en el establecimiento y conducción del trabajo de campo.

A Felipe Mejía Casas, Pedro Rodríguez V. y Juan N. Ramos R. alumnos egresados de licenciatura en la especialidad de Suelos, por su colaboración en la toma de datos de este trabajo.

A maestros y compañeros del Depto. de Suelos que de una u otra manera contribuyeron en la realización del presente estudio.

DEDICATORIA

A quienes me han sabido dar su apoyo moral y su cariño en todo momento, con amor a mi esposa e hija:

María de los Angeles Delgado
Cynthia

A mis padres, quienes con su ejemplo y apoyo me han sabido e causar por el camino de la superación:

Sr. Jesús Contreras Sifuentes
Sra. Martina Niño Gómez

A mis hermanos, por los lazos que nos unen, con el cariño de siempre

Olegario y Hortensia
Jesus y Emma
Griselda y Tomás
Ignacio
Paty

A mis amigos, por la amistad que ha prevalecido entre nosotros

Martha Ortega Rivera
Camilo Moreno Osorio
Carmen Potisek Talavera

A mis maestros, compañeros de postgrado y personal del Depto de Suelos.

INDICE DE CONTENIDO

	página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	4
ORIGEN E HISTORIA.....	4
IMPORTANCIA ECONOMICA.....	4
DESCRIPCION DE LA PLANTA.....	5
REQUERIMIENTOS CLIMATICOS.....	7
REQUERIMIENTOS EDAFICOS.....	8
REQUERIMIENTOS DE NUTRIMENTOS.....	9
REQUERIMIENTOS DE AGUA.....	10
PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	11
PALOMILLA DE LA PAPA (<u>Pthorimen oper-</u> <u>culella</u> Z.).....	11
CHICHARRITA (<u>Empoasca spp.</u>).....	12
PULGON (<u>Myzuz Persicae</u> S.).....	12
MOSQUITA BLANCA (<u>Tialeuroides vepo -</u> <u>rariorum</u> W.).....	12
TIZON TARDIO (<u>Phytophthora infestans</u> B.).....	13
TIZON TEMPRANO (<u>Alternaria solani</u>)..	13
<u>Rhizoctonia solani</u>	13
SUELOS CALCAREOS.....	14
MEJORADORES DEL SUELO.....	16

	página
ORGANICOS.....	16
INORGANICOS.....	20
MATERIALES Y METODOS.....	24
LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	24
CARACTERIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL.....	24
CLIMA	24
SUELO.....	26
VEGETACION.....	26
CARACTERISTICAS DEL AGUA.....	29
DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERI <u>M</u> <u>M</u> ENTAL.....	29
ANALISIS ESTADISTICO.....	31
PREPARACION DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA....	33
APLICACION DE TRATAMIENTOS.....	33
FERTILIZACION DEL SUELO.....	35
SIEMBRA.....	35
PRACTICAS CULTURALES.....	36
RIEGO.....	36
FERTILIZACION FOLIAR.....	36
CONTROL DE PLAGAS.....	36
CONTROL DE ENFERMEDADES.....	40
CONTROL DE MALEZAS.....	40
METODOS DE EVALUACION DE TRATAMIENTOS.....	40
EVALUACION DE CAMBIOS GENERADOS EN EL SUELO.....	40
EVALUACION DEL DESARROLLO VEGETAL..	41

	página
RESULTADOS Y DISCUSION	44
CRONOLOGIA DEL EXPERIMENTO.....	44
CAMBIOS INDUCIDOS EN EL SUELO.....	45
PROPIEDADES FISICAS.....	45
PROPIEDADES QUIMICAS.....	59
CAMBIOS INDUCIDOS EN LA PLANTA.....	67
EMERGENCIA.....	67
ALTURA	67
FLORACION	67
NUMERO DE TALLOS POR PLANTA.....	69
PORCIENTO DE MATERIA SECA.....	69
PRODUCCION Y CALIDAD DEL TUBERCULO.....	69
ANALISIS ECONOMICO.....	75
CONCLUSIONES.....	78
RESUMEN.....	80
LITERATURA CITADA.....	83

INDICE DE CUADROS

	página
CUADRO 3.1. ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELO REALIZADO AL INICIO DEL ESTABLECIMIENTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION. RANCHO "EL AGUATOCHÉ", SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	28
CUADRO 3.2. ANALISIS QUIMICO Y CLASIFICACION DEL AGUA DE RIEGO UTILIZADA EN EL RANCHO "EL AGUATOCHÉ", SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	30
CUADRO 3.3. MEJORADORES DEL SUELO, DOSIFICACIONES, CLAVE DE IDENTIFICACION Y TIPO DE MATERIAL EVALUADO EN EL TRABAJO DE INVESTIGACION. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	32
CUADRO 3.4. PRODUCTO QUIMICO, DOSIS APLICADA E INSECTOS, NEMATODOS Y ENFERMEDADES DE LAS QUE SE PROTEGE EL TUBERCULO DE PAPA EN LA EPOCA DE EMERGENCIA. CICLO P.V. 1984.....	37
CUADRO 3.5. FECHAS, TIEMPO DE APLICACION Y EQUIVALENCIA EN CENTIMETROS DE LAMINA APLICADA EN EL RIEGO DEL CULTIVO DE PAPA. RANCHO "EL AGUATOCHÉ". SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	38

	página
CUADRO 3.6. FERTILIZANTES FOLIARES, DOSIS Y NUTRI - MENTOS APLICADOS DURANTE EL DESARROLLO- DEL CULTIVO DE PAPA. RANCHO "EL AGUATO- CHE". SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. - 1984.....	39
CUADRO 3.7. PARAMETROS DE SUELO EVALUADOS, METODO - PERIODO DE REALIZACION Y CITA QUE LOS - DESCRIBE. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.- V. 1984.....	42
CUADRO 4.1. EFECTO DE LA DOSIS ALTA Y BAJA DE NUEVE MEJORADORES DE SUELO SOBRE SU PORCENTA- JE DE AGREGACION. SALTILLO, COAHUILA. P. V. 1984.....	46
CUADRO 4.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINA - CION DE DENSIDAD APARENTE A UN SUELO - TRATADO CON VARIOS MEJORADORES. SALTI - LLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	48
CUADRO 4.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINA - CION DE DENSIDAD DE SOLIDOS A UN SUELO TRATADO CON VARIOS MEJORADORES. SALTI - LLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	49
CUADRO 4.4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINA - CION DE ESPACIO POROSO DE UN SUELO TRA- TADO CON VARIOS MEJORADORES. SALTILLO,- COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	50

	página
CUADRO 4.5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y HUMEDAD APROVECHABLE, BAJO DIFERENTES TENSIONES APLICADAS EN OLLA DE PRESION AL SUELO TRATADO CON VARIOS MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	56
CUADRO 4.6. EFECTO DE LAS DOSIS Y MEJORADORES DE SUELO SOBRE EL CONTENIDO DE NITROGENO DETERMINADO POR DOS METODOS. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	60
CUADRO 4.7. EFECTO DE DIFERENTES DOSIS Y MEJORADOS DE SUELO SOBRE EL CONTENIDO DE FOSFORO A DIFERENTES EPOCAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	62
CUADRO 4.8. VALORES PROMEDIO DE LA ALTURA DE LA PLANTA DE PAPA OBSERVADAS A LOS 33, 77 y 91 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	68
CUADRO 4.9. NUMERO DE TALLOS POR PLANTA EN LOS TRATAMIENTOS BAJO ESTUDIO. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	70
CUADRO 4.10 PORCIENTO DE MATERIA SECA DEL CULTIVO DE PAPA EN EL SUELO TRATADO CON DIFERENTES MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	71

página

CUADRO 4.11 ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DE PRODUCCION TOTAL EN KG/PARCELA UTIL PARA EL EXPERIMENTO REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	73
CUADRO 4.12 TRATAMIENTO, RENDIMIENTO TOTAL, PROMEDIO Y PORCENTAJES DE TUBERCULO EN BASE A CALIDAD. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	74
CUADRO 4.13 ANALISIS ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN EL CULTIVO DE PAPA DE ACUERDO AL METODO DE PERRIN <u>ET AL.</u> (1976). SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	76
CUADRO 4.14 ANALISIS MARGINAL DE LOS MEJORADORES DE SUELO DOMINANTES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	77

INDICE DE FIGURAS

	página
FIGURA 3.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL SITIO DON- DE SE REALIZO EL PRESENTE EXPERIMENTO.	25
FIGURA 3.2 CLIMOGRAMA DE GAUSSEN DE LA REGION DON DE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO.....	27
FIGURA 3.3 DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS Y TRATA - MIENTOS EN EL CROQUIS DEL EXPERIMENTO. RANCHO "EL AGUATOCHÉ" SALTILLO, COAHUI LA. CICLO P.V. 1984.....	34
FIGURA 4.1 EFECTO DE DOSIS Y MEJORADORES DEL SUE- LO SOBRE LA DENSIDAD APARENTE. SALTI - LLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	51
FIGURA 4.2a CURVAS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD DE UN - SUELO TRATADO CON VERMICULITA, ESTIER- COL BOVINO, GALLINAZA y ESTIERCOL CA - PRINO EN DOS DOSIS. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	53
FIGURA 4.2b CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD DE UN - SUELO TRATADO CON COMPOSTA, PERLITA, - TAMO DE DATIL Y POLISULFURO DE CALCIO EN DOS DOSIS. SALTILLO, COAHUILA. CI - CLO P.V. 1984.....	54
FIGURA 4.2c CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD DE UN - SUELO TRATADO CON AZUFRE EN DOS DOSIS, SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.	55

	página
FIGURA 4.3. EFECTO DE DOSIS Y TIPO DE MEJORADORES DE SUELO SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	58
FIGURA 4.4. EVALUACION DEL pH DEL SUELO COMO RESPUESTA A LOS ACIDIFICANTES BAJO ESTUDIO. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. - 1984.....	64
FIGURA 4.5. EFECTO DE LA APLICACION DE DIFERENTES DOSIS Y TIPO DE MEJORADORES DEL SUELO SOBRE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1984.....	66

INTRODUCCION

La selección de cultivos productivos hace que el cultivo de papa sea muy importante, no solamente por los altos rendimientos que aporta a la alimentación, sino por su excelente valor nutritivo, ya que es una buena fuente de proteína de alta calidad y además proporciona carbohidratos, hierro, magnesio, potasio, vitamina B y C.

Pero a pesar de que este cultivo tiene su origen en América, Europa, produce alrededor del 90 por ciento de la producción mundial. Según estadísticas, en el año de 1980 se produjeron 225 millones de toneladas a nivel mundial y en la República Mexicana se reportó ese año una producción superior al millón de toneladas. / *

En la región de Navidad, N.L. y Saltillo, Coahuila, el cultivo de papa ocupa una superficie de siembra de aproximadamente 4000 ha en el año de 1982, de las cuales se cosecharon 82,000 toneladas, por lo que esta hortaliza tiene una importancia social y económica muy significativa en la zona, y que genera un gran número de jornales, así como ingresos al sector agrícola.

La explotación del cultivo en esta zona se lleva a cabo bajo un sistema de producción que es considerado altamente tecnificado, ya que se utilizan considerables cantidades de

insumos agrícolas, maquinaria y riego por aspersión. Sin embargo, una de las limitantes más importantes a las que se enfrenta la papa y otros cultivos en la región son los suelos, los cuales son poco profundos, de texturas pesadas, calcáreos, con un pH elevado y fuerte fijación de algunos nutrientes, principalmente el fósforo.

Regionalmente se han evaluado algunos mejoradores de suelo, obteniéndose respuestas favorables del cultivo de la papa, que se transforma en buenos rendimientos, tanto en cantidad como en calidad. Un inconveniente que se ha presentado es que el uso de vermiculita como el mejor tratamiento probado, es que tiene un precio muy elevado, aumentándose significativamente los costos de producción, los cuales son de antemano bastante altos. Por otra parte, existen a nivel regional materiales de fácil adquisición y muy económicos, los cuales se pueden usar como mejoradores de suelo, pudiéndose abatir costos de producción y generar propiedades similares o superiores al del uso de vermiculita, que es el tratamiento seleccionado en anteriores investigaciones.

De acuerdo a la problemática mencionada, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Determinar los mejoradores de suelo más económicos que sustituyan las propiedades de la vermiculita, de acuerdo a los materiales existentes en la región.
2. Determinar el efecto de nueve mejoradores de suelo sobre el desarrollo del cultivo de papa y su

caracterización por su efecto sobre propiedades selectas del suelo.

Las hipótesis planteadas de acuerdo a trabajos anteriores son las siguientes:

1. Los mejoradores de suelo modifican algunas propiedades físicas y químicas, las que a su vez tienen influencia sobre la productividad del cultivo de la papa.
2. Existen materiales mejoradores de suelo más económicos que puedan sustituir las propiedades de la vermiculita.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen e Historia

Fabiani (1967), al hacer una revisión sobre este tó pico, señala que Vavilov y Tschudi sostienen que existen do centros de origen, uno situado en el Parú Central - Ecuador y el otro en el Sur de Chile, mientras que Wittmack indica que el único centro de origen es en Los Andes de América de Sur. El mismo autor considera que sin duda el origen de la papa es el área montañosa de Los Andes de América del Sur, coincidiendo con Talburt y Smith (1975) y Montes (1977) y mencionan que los españoles, cuando llegaron al Nuevo Mundo distribuyeron este cultivo hacia Centroamérica, Sudamérica, México y algunas partes del sureste de Estados Unidos. Fab ni señala que después de la conquista de Perú y Chile por l españoles, esta hortaliza es conducida a la corte española de ahí se difundió a Portugal, Italia y todo el resto de Eu pa Continental.

Importancia Económica

El cultivo de esta hortaliza tiene gran importancia económica, ya que ofrece toda clase de alternativas en

preparaciones culinarias; se consume frita, cocida, en forma de puré y es utilizada para la industria en la elaboración de féculas, almidones, extracción de alcoholes y otros derivados.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) (1982) citada por Loperena (1984), menciona que la producción a nivel mundial en 1980 fué de 225.7 millones de toneladas, siendo los países productores más importantes Rusia, Polonia, Estados Unidos, China, República Federal Alemana, Francia, India y otros.

En México esta hortaliza ha adquirido gran importancia y la Dirección General de Economía Agrícola (DGEA) de la SARH (1970) reporta que se sembraron 48,180 ha con una producción de 508,094 toneladas; esta misma dependencia en el año de 1980 reporta 81,465 ha con una producción de 1'064,806 toneladas.

Descripción de la Planta

Borov (1977), Delorit (1976) y Montes (1977) señalan que la planta de papa presenta ciclo anual y tiene las siguientes características:

- a. Raíces. Presenta un sistema radicular poco desarrollado, fibroso o adventicio y se encuentra a una profundidad generalmente entre 40 y 60 cm, el radio de éstas supera los 50 cm.
- b. Tallo. Depende de la variedad y condiciones del cultivo, puede tener de 2 a 6 tallos, es recto,

ramificado, cubierto con vellosidades cortas, - puede ser de color verde o pigmentado con antocianinas, la altura varía fuertemente (30-150 - cm).

- c. Hojas. Son consideradas compuestas y están formadas por varios folíolos opuestos y uno terminal; son vellosas y tienen una longitud de 1-10 cm.
- d. Flor. Encontradas en racimos en el extremo del tallo, las flores individuales son perfectas, - no producen néctar, son autógamas, tienen cinco pétalos, anteras largas amarillas, reunidas en el cono, el ovario es súpero, varía en cuanto a color, los más comunes son blancos, rosa, lila y púrpura.
- e. Fruto. Son circulares u ovales, carnosos, de - 1.5 a 2.5 cm de diámetro, color verde oscuro y cuando maduran son amarillentos.
- f. Semilla. Es de color claro, pequeña considerando que 100 semillas pesan alrededor de 0.5 gr, - generalmente se usan para el mejoramiento genético.
- g. Tubérculo. Considerado un tallo subterráneo, - que se forma en la extremidad de un estolón, cuya elongación cesa y los parénquimas medulares y cortical se hipertrofian y se cargan de reservas. La forma puede ser redonda, redonda-oval u oval-

alargada, el color de la cutícula blanca, rosa, rojo-violácea, etc. y el de la parte comestible la más común blanca y amarillenta. Se considera que para ser de buena calidad debe tener 20-25 por ciento de materia seca y de 14 - 19 por ciento de almidón.

Requerimientos Generales del Cultivo

Requerimientos Climáticos

Temperatura

La planta de papa requiere de diferentes temperaturas dependiendo de su etapa fenológica. García (1959) y Pastor (1967) reportan que la temperatura óptima para la germinación es de 7 °C. Parsons (1982) menciona que después de la siembra la temperatura debe subir a 20 °C para que la planta desarrolle bien. García (1959) indica que durante la etapa de floración la temperatura óptima es de 14 °C. En la formación del tubérculo se necesitan temperaturas entre 15 y 20 °C, según Janick (1972) y Pastor (1967). Trabajos realizados por Claver et al. citados por Harris (1978) mostraron que temperaturas de 34 °C durante la formación del tubérculo bajan los rendimientos.

Fotoperíodo

Rojas (1972) menciona que para la papa se debe buscar un fotoperíodo que impida la floración para tener una buena

producción de tubérculos. Se conocen tres tipos: 1) Solanum tuberosum, indeterminado al fotoperíodo; 2) S. andigenum, en días largos retarda la producción de tubérculos y 3) S. denissum, en días largos no produce y en días cortos crece poco pero produce muchos tubérculos.

Altitud

Kozłowska (1963) citado por Harris (1978) menciona que el rendimiento aumenta progresivamente con la altitud hasta 1000 msnm, después de esta altura se tiene una disminución en la producción.

Fabiani (1967) cita que en términos generales, la papa necesita ambientes frescos, sufre en condiciones cálidas-áridas y no soporta heladas. García (1969) reporta que los climas más convenientes son los de tipo húmedo y templado. Casseres (1971) menciona que la papa puede producir bajo diversas condiciones pero dentro de un clima predominantemente fresco a frío, con adecuada disponibilidad de agua en el suelo, sin exceso de humedad ambiental.

Requerimientos Edáficos

En estudios al respecto, Wilson y Cullen (1971) y Pastor (1967) mencionan que el suelo ideal para un buen desarrollo de la papa es aquel que tiene una consistencia media y la producción de esta hortaliza se beneficia cuando tiene cierto grado de acidez (5 a 6.8). Fabiani (1967) coincide con los anteriores autores e indica que los suelos arcillosos pueden-

dar buenos rendimientos con un buen programa de aplicación de abonos orgánicos y labores culturales.

Gavande (1972) indica que la temperatura del suelo es uno de los factores que intervienen, tanto en la actividad fisiológica, como en la morfología de los órganos subterráneos.

Requerimientos de Nutrimientos

Borov (1977) encontró que 10 toneladas de tubérculo de papa utilizaron de 40 - 60 kg de nitrógeno, 15 - 20 kg de fósforo y 60 - 80 kg de potasio y señala que en el período de formación de los tubérculos, los nutrientes absorbidos van a canalizar básicamente en el crecimiento del tubérculo y reporta que al momento de la cosecha estos contienen aproximadamente del 78 - 80 por ciento del nitrógeno, el 90 por ciento del fósforo y 96 por ciento del potasio del total de la cosecha.

Realizando estudios sobre la absorción de nutrientes en las plantas, Cooke (1975) encontró que 50 toneladas de tubérculo de papa tienen 180, 25, 200, 10, 15 y 20 kg de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, respectivamente e indica que el fertilizante debe aplicarse en su totalidad en la siembra. Al hacer una revisión, Ortíz (1983) cita a varios autores, los cuales reportan valores similares de nutrientes requeridos por los tubérculos de papa, además cita a Holf (1958) afirmando que para la fecha en la cual el cultivo ha producido el 50 por ciento del total de la materia

seca, este ya ha tomado el 75 por ciento o más de la cantidad total de nutrientes requeridos para su completo desarrollo.

Requerimientos de Agua

La planta de papa es muy sensible a las deficiencias de humedad, principalmente en los períodos críticos, disminuyendo los rendimientos y decreciendo su calidad. Indican que el agua la obtienen las raíces a una profundidad máxima de 30 - 35 cm y señalan que la cantidad de agua que necesitan depende principalmente de las condiciones climáticas del lugar, consideran que es de vital importancia se les proporcione la cantidad correcta de agua en el tiempo oportuno. Wilson y Cullen (1971). Al realizar un trabajo de investigación en una zona semiárida, sobre láminas de riego aplicadas con un sistema de aspersion en el cultivo de papa, Shalhevet et al. (1981) encontraron que con 820 mm de agua, incluyendo 100 mm de presiembra, se obtuvo un máximo rendimiento de 71 toneladas por hectárea. No hubo diferencia en cuanto a frecuencia de riego en donde se probaron de 1 a 7 días y mencionan que estos resultados varían dependiendo de la variedad, clima, incidencia de plagas y enfermedades, así como de las prácticas culturales.

El Servicio de Conservación de Suelo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1972) señala que el cultivo de papa presenta períodos críticos desde el florecimiento hasta la cosecha y en esta etapa debe mantenerse un alto nivel de humedad para lograr buenos rendimientos.

El Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), dependiente de la SARH (1981) recomienda de dos a tres escardas o aporques antes de que el follaje cubra el surco y evitar la compactación, con esto se logra un mejor desarrollo de los tubérculos, señalan que estas prácticas impiden el desarrollo de malas hierbas.

El aporque tiene como objetivo eliminar malezas, retener la humedad en la zona de raíces y tubérculos, facilitar el riego por surcos y proteger los tubérculos de los rayos del sol, ya que provoca el verdeo del tubérculo, disminuyendo su calidad. El deshierbe se realiza durante la primera quincena después de la siembra con la rastra de dientes flexibles (Parsons, 1982).

Plagas y Enfermedades

Esta especie vegetal es una de las más afectadas por el ataque de insectos, hongos, parásitos, virus y nemátodos, los cuales provocan una disminución, tanto en calidad como en cantidad. A continuación se hace una revisión de los principales organismos que dañan esta hortaliza (Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío del INIA, dependiente de la SARH 1982).

Palomilla de la papa (*Pthorimen operculella* Z.)

Es una mariposa nocturna en estado adulto, el daño es causado en estado de larva, es de color rosado, perfora la

hoja, tallo y posteriormente entra al tubérculo. Para su control se usa Parati6n o Carbaryl.

Chicharrita (Empoasca spp)

Las ninfas y los adultos son de color verde p6lido y se alimentan de la superficie inferior de la hoja y de los pec6olos de la planta. El da6o que causa se caracteriza por el torcimiento de las nervaduras de la hoja y amarillamiento del tejido alrededor del margen y en la punta de la hoja. Generalmente la aplicaci6n de insecticidas debe ir dirigida al envés de las hojas.

Pulg6n (Myzuz Persicae S.)

Es de color verde p6lido, se localiza en el envés de las hojas y en el tallo, el da6o que causa este insecto resulta de la succi6n de la savia de la planta y es un vector para la transmisi6n de enfermedades virosas.

Mosquita blanca (Tialeuroides vaporariorum W.)

Causa da6o el estado adulto y ninfa, se alimenta succionando savia del envés de las hojas, como consecuencia de esto las hojas adoptan un aspecto clor6tico y pueden llegar a caer, dependiendo del grado de infestaci6n. Tiene gran n6mero de hospederos, por lo que es dif6cil erradicarla, siendo conveniente combatir las malezas para reducir la infestaci6n.

Tizón tardío (Phytophthora infestans B.)

Es una de las principales enfermedades de la papa, - ataca todas las partes aéreas de la planta y los tubérculos. Las hojas presentan manchas acuosas circulares de forma irregular, frecuentemente rodeada por una zona amarillo - verdosa. Los tubérculos infestados presentan manchas púrpura obscuro-café que penetran de 5 - 15 cm dentro de la papa. El combate de esta enfermedad es con medidas sanitarias, variedades resistentes y fungicidas.

Tizón Temprano (Alternaria solani)

Enfermedad más común en la papa. Se presenta en regiones cálidas y secas en las partes aéreas y tubérculos, pero principalmente en las hojas. Son manchas café-oscuro alcanzando hasta 1 cm de diámetro y consisten en una serie de anillos concéntricos, el daño puede secar la hoja y caer. El ataque en el follaje se combate con aspersiones de ditiocarbamatos, etc., las aplicaciones deben iniciarse antes de la floración.

Rhizoctonia solani

Hongo que ataca los brotes tiernos, la punta de éstos es muy susceptible al ataque, a los estolones los puede matar reduciendo la producción, en los tubérculos forma pequeñas costras de color pardo o negro, los cuales están sanos en el interior pero disminuyen la calidad. La medida de combate -

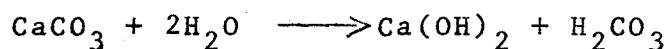
más efectiva es tratar la semilla con productos orgánicos - de mercurio y/o PCNB en el surco al momento de la siembra.

Suelos Calcáreos

Los suelos del área experimental localizados en la - región agrícola de Navidad, N.L. son caracterizados, según - las cartas de uso potencial de CETENAL (1970) como suelos de poca profundidad, susceptibles a la erosión, moderadamente - limitado por la pendiente del terreno, hay deficiencia de - agua debido a que la precipitación es limitada; el tipo de - suelo en base a la carta edafológica lo ubica como un xero - sol cálcico y la carta geológica indica que son suelos alu - viales, derivados de roca caliza localizada en las partes - más altas, las cuales fueron transportadas y depositadas. En base a lo antes mencionado, CETENAL concluye que este tipo - de suelo no es apto para su explotación agrícola. Sin embar - go, Silva (1981) considera que los xerosoles son suelos de - zonas áridas, con un moderado contenido de materia orgánica e indica que con fertilización y mejoradores de suelo son ca - paces de producir buenas cosechas. Al respecto, Millar et al (1975) señalan que los molisoles (sistema americano) o xeroso - les (FAO) tienen una alta fertilidad del suelo y ellos pueden ser los suelos más productivos del mundo.

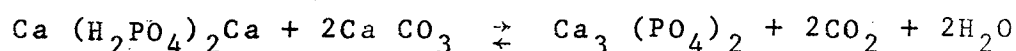
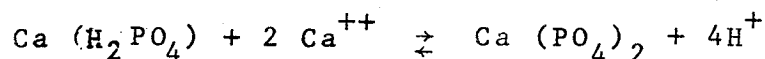
León (1984) reporta que un suelo calcáreo se caracte - riza por tener carbonato de calcio (CaCO_3) y el pH generalmen - te se encuentra entre 7 a un máximo de 8.3 y éste se encuen - tra controlado principalmente por la hidrólisis del carbonato

de calcio en el que tiene la siguiente reacción:



observándose una mayor disociación del hidróxido de calcio, que produce mayor cantidad de OH^- en comparación con la producción de H^+ del ácido carbónico, creando un efecto alcalino.

Buckman y Brady (1966) indican que el carbonato de calcio presente en los suelos calcáreos se disocia en ión calcio y carbonato, los cuales reaccionan con los fosfatos aprovechables y menciona un ejemplo en el que se aplica superfosfato concentrado a un suelo de este tipo, describiendo la reacción que se lleva a cabo:



El resultado de esta reacción es la formación de fosfato tricálcico, el cual está clasificado como un compuesto completamente insoluble. Al respecto, Maydley y Dunkee, citados por Colling (1958) recomiendan que el superfosfato sea mezclado con estiércol, pues pudieron comprobar que éste retrasaba la reversión del mismo a formas no aprovechables.

En cuanto a la importancia que tiene el fósforo en la planta, Buckman y Brady (1966) señalan que es un elemento que influye grandemente en el crecimiento de la planta, ya que una deficiencia de éste propicia también que no se aprovechen otros nutrientes y reportan que el fósforo contribuye en la división celular y crecimiento, floración, fructificación, maduración, desarrollo de las raíces, resistencia a

enfermedades, etc.

Mejoradores del Suelo

Narro y Méndez (1982) hicieron la siguiente definición de los mejoradores del suelo: "Son productos de diferente origen y composición, que al ser aplicados al suelo, producen cambios en éste que repercuten en una mayor eficiencia en el desempeño de las funciones que tiene el suelo en beneficio de las plantas".

Orgánicos

Estiércol

Ignatieff (1969) reporta que existen algunas propiedades físicas y químicas de los suelos que son modificadas cuando se hacen aplicaciones de estiércol, entre los que se encuentran la agregación de los suelos, capacidad de retención de la humedad, densidad aparente, elementos nutritivos en diferentes concentraciones. Al respecto Teuscher y Adler (1965) y algunos otros autores reportan que el estiércol bovino contiene el 80 por ciento de agua, 0.55 por ciento de nitrógeno, 0.25 por ciento de fósforo, 0.60 por ciento de potasio, 0.80 por ciento de calcio, 0.20 por ciento de magnesio y 0.10 por ciento de azufre. Según Ortiz (1977), señala que la aplicaciones de residuos orgánicos al suelo bajan la temperatura del suelo en verano y la conservan más caliente en invierno. Por otra parte, Gavande (1972) indica que bajo

condiciones favorables de temperatura, las raíces de la papa pueden darse una elongación de una pulgada por día, por un período de dos semanas o más. Aguirre (1963) además de confirmar lo reportado por Ignatieff y Ortiz, señala que también tiene efecto sobre el pH del suelo.

Ortega (1978) y León (1968) consideran que una de las importantes influencias químicas que tiene el estiércol es el aportar coloides húmicos que favorecen la estructura física óptima. Trulin (1946), citado por Kononova (1982) coinciden con lo mencionado anteriormente y señalan que la estructura del suelo es de gran importancia en las reacciones de intercambio.

En estudios realizados por Aina y Egolum (1980) mencionan que la adición de estiércol repercutió en un sustancial aumento en la toma de fósforo y potasio en la concentración de las raíces.

Hananapel et al. citado por Abbot y Tucker (1973) y Meek et al. (1979) trabajando sobre suelos calcáreos han demostrado que al aplicar fósforo en este tipo de suelos es rápidamente fijado y comprobaron que al aplicarlo en fuentes orgánicas aumentaron el fósforo asimilable. En trabajos realizados por Eguti y Scurutu (1976) reportan un incremento en el rendimiento cuando se realizaron aplicaciones de estiércol de bovino. Por otra parte, aplicando la misma cantidad de estiércol combinado con nitrógeno y fósforo se eleva la producción de papa en un 8 por ciento (3.3 toneladas por hectárea).

Gallinaza

Cooke (1964) considera que el estiércol de ave o gallinaza, se tiene diferencia en cuanto a composición y esto va en función del tipo de ave que los produce, la forma en que son criadas, su alimentación y manejo.

Sánchez (1974) señala que la gallinaza es un abono orgánico de gran valor en la aplicación como fuente de nutrientes al suelo e indica que contiene aproximadamente 1.7 por ciento de nitrógeno, 1.5 por ciento de fósforo y 1.0 por ciento de potasio.

Olsen et al. (1970) en estudios realizados con aplicaciones al suelo de gallinaza encontraron que el pH, contenido de nitrógeno orgánico, fósforo disponible, potasio, calcio y magnesio intercambiables aumentaron y estos cambios fueron en dosis altas.

Perkins (1964) citado por Martínez (1977) le atribuye el aumento en el pH al NH_4^+ liberado produce el proceso de descomposición, el cual desaparece cuando el NH_4^+ es transformado por los microorganismos a nitrato. Bear (1963) al realizar aplicaciones de gallinaza al suelo, demostró que tienen niveles más altos de micronutrientes que los que se encuentran bajo condiciones normales.

Navarro et al. (1962) al realizar estudios sobre gallinaza y fertilizantes químicos en el cultivo de la papa, encontraron incrementos desde 1.7 a 2.4 toneladas/ha y concluyen que estos aumentos son debidos a las aplicaciones de fósforo más gallinaza.

Martínez (1977) reporta, en estudios realizados sobre suelos calcáreos en la región productora de la papa en Nuevo León, que obtuvo incrementos en el rendimiento de la papa, aplicando gallinaza en dosis de 3 toneladas/ha y conforme aumentó la dosis disminuye el rendimiento; la menor producción se tiene donde se aplicó solo el fertilizante químico.

Composta

La composta se refiere a basuras urbanas a las cuales se les elimina todos los materiales de difícil descomposición (fierro, vidrio, plásticos, etc.) y el residuo de este proceso se le tritura y tamiza, dando como resultado partículas de un diámetro pequeño, siendo usados como mejorador orgánico del suelo.

La Planta Industrializadora de Desperdicios Sólidos Urbanos (PIDSU), considera la composta como un mejorador orgánico de los suelos, obtenido de la fermentación de la parte orgánica de los desechos sólidos y menciona que sus características son que proporciona gran cantidad de materia orgánica que actúa modificando las propiedades físicas, microbiológicas y químicas. También señalan algunas diferencias sobre fertilizantes entre las que se encuentran: proporcionar mayor cantidad de macro y micronutrientes, humus, materia orgánica y microorganismos benéficos que los fertilizantes no pueden dar. La composta posee propiedades antibióticas que reducen la incidencia de plagas y enfermedades al cultivo,

permite fijar más fácilmente en el suelo los nutrientes y propicia una mayor disponibilidad de estos para la planta.- También reportan diferencias sobre estiércoles, siendo las de mayor importancia que este mejorador no contiene semillas de malezas ni microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades en las plantas.

Narro (1984b) ha observado que al hacer aplicaciones de diferentes dosis de minerales expandidos, estiércoles, materiales vegetales y acidificantes sobre: capacidad de campo, punto de marchitamiento permanente, humedad aprovechable, densidad de sólidos, porosidad, densidad aparente, conductividad hidráulica, velocidad de infiltración y pH, que todos los mejoradores producían cambios benéficos en los suelos.

Inorgánicos

Azufre

Generalmente el azufre elemental se ha usado para la aplicación en suelos con problemas de alcalinidad. Realizando esta práctica se promueve la formación de sulfatos de calcio, magnesio, etc. (Ortiz, 1977). Al respecto, Chao *et al.* (1962) describen que los sulfatos formados después de un proceso de oxidación microbiana del azufre y posteriormente se transforman en H_2SO_4 , el que se disocia en iones H^+ y radicales SO_4^- .

Ortiz (1977) indica que en un suelo calcáreo, el cual contiene carbonatos de calcio ($CaCO_3$), el azufre agregado produce ácido sulfúrico (H_2SO_4) reaccionando con el calcio para obtener como resultado sulfato de calcio (yeso).

Clement (1978), estudiando sobre suelos calcáreos, azufre y ácido sulfúrico en el cultivo de lechuga en invernadero, aumentó la disponibilidad de fósforo en el suelo, rango de desarrollo y contenido de fósforo en las plantas. El aumento de fósforo disponible fue proporcional a la disminución de pH. Confirmando lo anterior, Aguirre (1977) sostiene que el azufre, además de acidificar el suelo, contribuye notablemente a presentar el fósforo asimilable, también señala que forma parte de diversas proteínas del tubérculo de la papa. La explicación de cómo el azufre contribuye a presentar el fósforo en forma asimilable es descrita por Colling (1958) señalando que el ácido sulfúrico formado de la oxidación del azufre reacciona con los fosfatos poco solubles y los transforma a fosfatos de mayor solubilidad; un ejemplo es cuando en el suelo existe fosfato tricálcico, el cual reacciona con el ácido sulfúrico y produce fosfato dicálcico o bien monocálcico, los que son más aprovechables por las plantas.

Cepeda (1984) realizó estudios sobre el cultivo de papa en un suelo calcáreo y evaluó las dosis de azufre 0, 500 y 1000 kg/ha y fertilización fosfatada de 0, 150, 300, 450, 600 y 750 kg/ha de P_2O_5 , encontrando que no hubo diferencia entre tratamientos, en cuanto a producción y calidad de tubérculos e indica que esto se presentó por la lenta oxidación del azufre, debido a las condiciones climáticas y a la posible baja población microbiana existente en el sitio de estudio. También reporta que hubo cambios en el pH, pero

estos no fueron suficientes para incrementar la solubilidad del fósforo en el suelo. El autor señala que bajo las condiciones del estudio, no fue recomendable, económicamente, hacer aplicaciones de azufre para aumentar el rendimiento de tubérculos.

Polisulfuro de Calcio

Tisdale y Nelson (1966) consideran que el polisulfuro de calcio no es muy usual aplicarlo como acondicionador del suelo. La conversión del polisulfuro en el suelo es a azufre coloidal y el cambio a sulfatos ocurre con gran rapidez.

Polisulfuros de México (1983) reportan las ventajas y resultados de aplicar polisulfuro de calcio, baja el pH en cuestión de días, hace que los nutrientes del suelo están disponibles para la planta, propicia la mayor penetración del agua de riego y estimula la actividad microbiana. Los mismos autores hacen la siguiente comparación: "La experiencia ha demostrado que, en condiciones de campo, 19 lit de polisulfuro surten el mismo efecto que 181 kg de azufre".

Vermiculita y Perlita

Narro y Méndez (1983), trabajando sobre suelos calcáreos, en la región agrícola de Matías, N.L., evaluaron cuatro mejoradores: vermiculita, perlita, azufre y guano de vaca, aplicando 2, 2,1 y 1 ton/ha, respectivamente y dosis de fósforo de 150, 300 y 450 kg de P_2O_5 /ha. Los tratamientos más sobresalientes fueron aplicando vermiculita con

la dosis alta de fósforo y azufre con la dosis baja de fósforo. Sin embargo, la mejor calidad de los tubérculos se presentaron en los tratamientos con vermiculita y perlita, obteniéndose deformaciones y rajaduras en donde se aplicó guano de murciélago y azufre. Los rendimientos en la parcela experimental estuvieron en un rango de 21 a 41 ton/ha, comparado con el productor, el cual obtuvo una producción promedio de 13 ton/ha, en el área que rodeó al sitio experimental.

Ortiz (1983) estableció un trabajo de investigación en el cultivo de papa en un suelo calcáreo, en donde se evaluaron cuatro niveles de vermiculita (0-1.5 ton/ha) y cuatro niveles de fósforo (0-600 kg/ha) de P_2O_5 y un testigo experimental (2 ton/ha de vermiculita más de 450 kg/ha de P_2O_5). Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos en la producción y calidad de tubérculos y respecto a calidad, las parcelas en las que se aplicaron las dosis altas de vermiculita destacaron por su mayor producción de papa de primera calidad. Menciona también que al aplicar cualquier cantidad de este mejorador generó cambios importantes favorables en las características físicas del suelo, in situ entre las que destacaron: textura, densidad aparente y en el contenido de humedad aprovechable. Concluye que el tratamiento más sobresaliente en cuanto a rendimiento e ingresos económicos fue 2 ton/ha de vermiculita más 450 kg de P_2O_5 /ha.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo primavera - verano de 1984 en el rancho "El Aguatoche", cercano al ejido "La Hedionda Grande" en el Municipio de Saltillo, Coahuila y su localización se presenta en la figura 3.1. La región se ubica aproximadamente en los $25^{\circ}06' 52''$ latitud norte y $100^{\circ}51' 07''$ de longitud oeste. Este lugar tiene una altitud de 1855 msnm, con una pendiente de 1 a 2 por ciento y está rodeado de cerros y montañas.

Caracterización del Area Experimental

Clima

El clima de la región según la clasificación de Koppen, modificada por García (1980) es $BS_1kw(e')$ encontrándose dentro de los climas semiáridos: Bs es intermedio entre los muy áridos, BW y los húmedos A o C, con una temperatura media anual de $13.4^{\circ}C$ y un régimen de lluvias que inicia en mayo y termina en octubre, siendo más abundantes en julio y agosto, con un promedio anual de 307 mm. En la zona las heladas comienzan generalmente en octubre, siendo más frecuentes en enero. En cuanto a evaporación, los máximos se registran en -

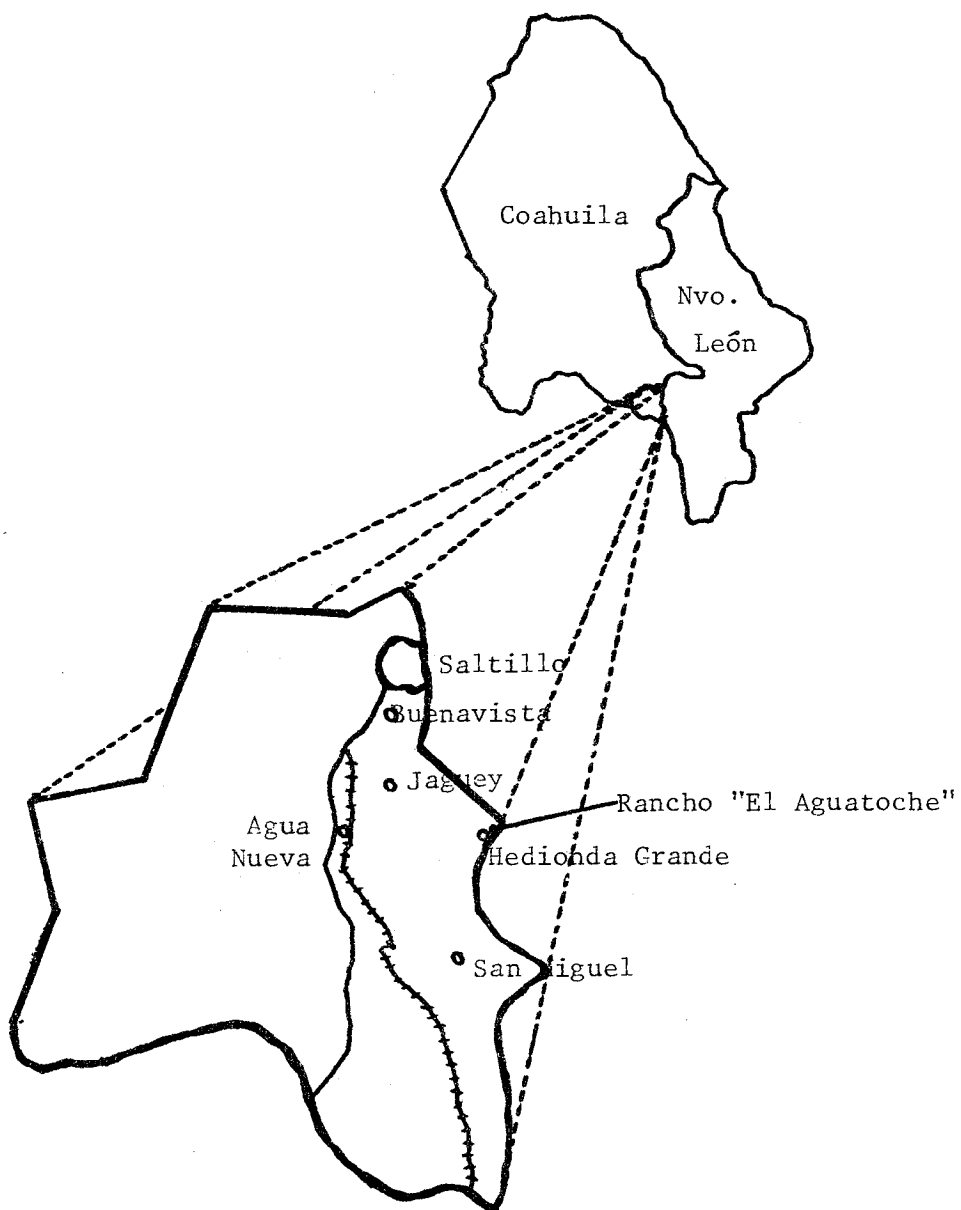


FIGURA 3.1 . Localización geográfica del sitio donde se realizó el presente experimento.

abril, mayo y junio, con evaporaciones superiores a los 200 mm mensuales, el valor medio de la humedad relativa es cercano al 80 por ciento en la temporada de invierno y en la época de lluvias se presentan los valores más elevados, pudiendo llegar hasta el 90 por ciento. Los vientos dominantes son del sureste y soplan gran parte del año. La figura 3.2 presenta el climograma de Gausson de esta región, en donde se estableció el experimento.

Suelo

El suelo del sitio experimental se clasifica de acuerdo a CETENAL (1970) como un xerosol cálcico y según la séptima aproximación (sistema americano) se sitúa dentro del orden molisol, suborden ustolls, y gran grupo calciutolls, los cuales se caracterizan por tener un epipedón mólico, siendo la reacción neutra o moderadamente alcalina, contienen moderadamente materia orgánica y un alto contenido de nitrógeno, estos tipos de suelo se localizan en regiones con un rango de precipitación de 250 a 1500 mm y se caracterizan por tener un alto contenido de calcio. En el cuadro 3.1 se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos del lugar donde se estableció el experimento.

Vegetación

Rzedowski (1978) clasifica esta zona como matorral xerófilo. Este tipo de vegetación se presenta en regiones donde la insolación suele ser muy intensa, la humedad atmosférica

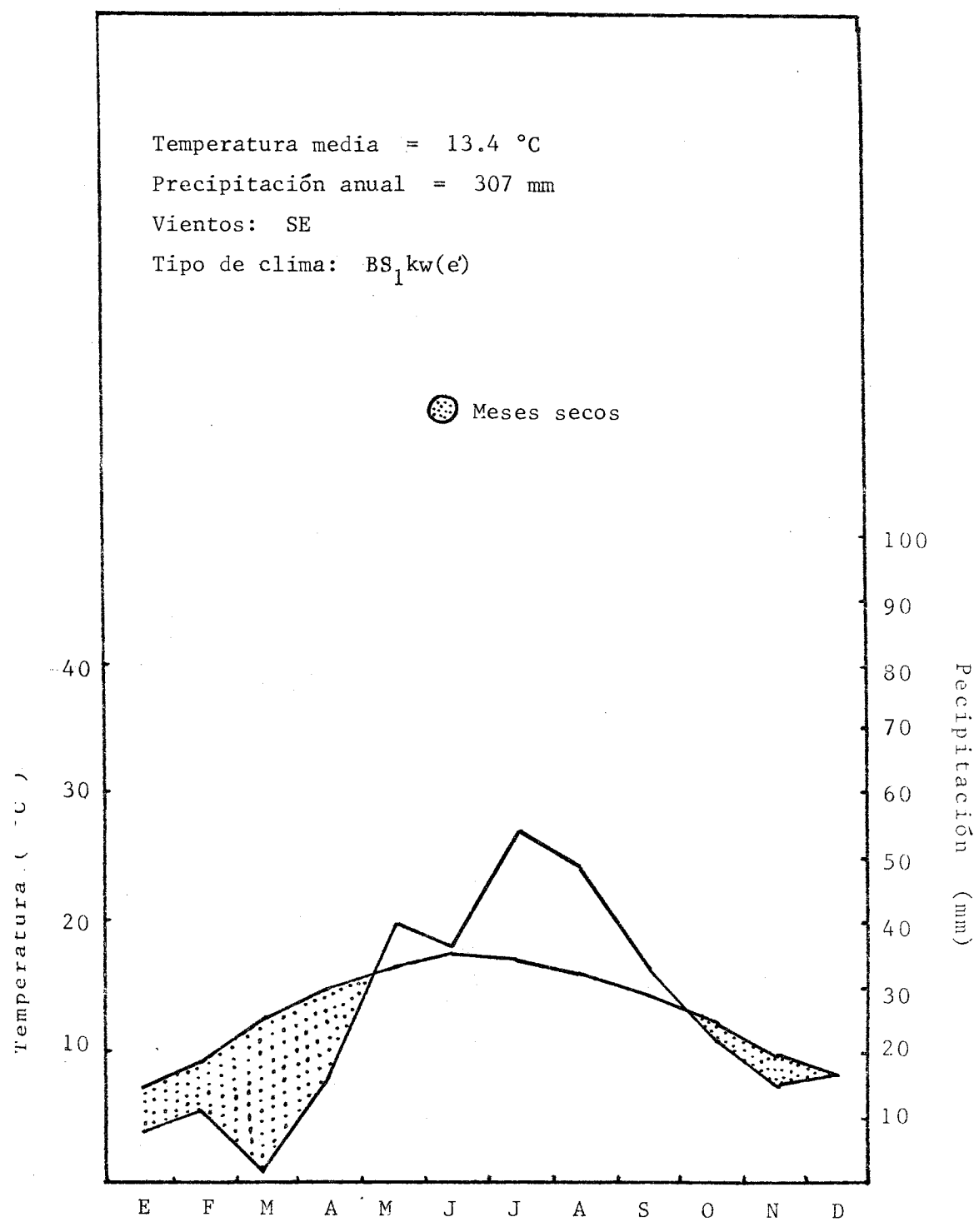


FIGURA 3.2 . Climograma de Gausen de la región donde se estableció el experimento.

CUADRO 3.1. Análisis físico químico de suelo realizado al inicio del establecimiento del trabajo de investigación. Rancho "El Aguatoche", Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Determinación	Valor obtenido prof. 0-30 cm.	Método
Materia orgánica (%)	3.25	Walker/black
Nitrógeno total (%)	0.1937	Kjeldahl
Fósforo aprovechable (kg/ha)	53.85	Olsen
Potasio intercambiable (kg/ha)	72.50	carbonitrato d sodio
Carbonatos totales (%)	69.57	Na OH IN
Reacción del suelo (pH)	7.80	potenciómetro
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	1.50	Fuente de Whea
Arena (%)	13.30	Hidrómetro de youcos
Limo (%)	22.23	" "
Arcilla (%)	64.47	" "
Textura		Triángulo de t
Densidad aparente (g/cm ³)	1.78	Parafina
Densidad de sólidos (g/cm ³)	2.57	Picnómetro
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g)	27.57	Acetato de amo

en general baja y en consecuencia, la evapotranspiración es alta, la precipitación media anual es de menos de 700 mm.

Las especies más comunmente encontradas son: Larrea tridentata (gobernadora), Prosopis laevigata y P. juliflora (mesquite), Yucca carnerosana, Agave lecheguilla, A. falcata, Dasyllirion spp., y en el estrato herbáceo: Bouteloua, Aristida, Muhlenbergia y Atriplex.

Características del Agua

El agua usada para riego en el sitio experimental es de bombeo de un acuífero subterráneo; la calidad de agua se clasifica según el personal del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (1962) como C_2S_1 , siendo agua de salinidad media que puede usarse con cierto grado moderado de lavado, en cuanto a sodio (S_1) nos indica que puede usarse para regar con pocas posibilidades de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. El análisis químico del agua en el que se basó la clasificación se presenta en el cuadro 3.2., - el cual fue realizado en el Laboratorio de Física de Suelos y Relación Suelo - Planta - Atmósfera del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Descripción de Tratamientos y Diseño Experimental

En el presente trabajo se evaluaron nueve mejor en dos dosificaciones, más un testigo sin aplicador. Estos materiales mejoradores se pueden clasificar en tres tipos: orgánicos, minerales y acidificantes.

CUADRO 3.2. Análisis químico y clasificación del agua de riego utilizada en el rancho "El Aguatoche", Saltillo, Coahuila. P.V. 1984.

Determinación	Método	Valor obtenido
Bicarbonatos	Titulación	5.60 meq/lt
Cloruros	Titulación	2.68 "
Calcio	Titulación	4.40 "
Magnesio	Titulación	2.60 "
Sulfatos	Titulación	0.65 "
Sodio	Titulación	1.08 "
Potasio	Titulación	0.02 "
pH	Potenciómetro	7.70 "
Conductividad Eléctrica	Fuente de Wheatstone	0.62 milimhos

cuadro 3.3. se presentan los 19 tratamientos estudiados. El experimental incluyó cuatro repeticiones, la parcela experimental fué de seis surcos de 5 m de largo, con una distancia entre surcos de 92 cm, tomándose como parcela útil de los dos surcos centrales 4 m. El área experimental se estableció rodeada por la siembra comercial del productor y por experimentos en los que fueron evaluados mejoradores en forma individual. El diseño experimental utilizado fue en bloque al azar y su modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i=.1, \dots, t \\ j=.1, \dots, b \end{array}$$

Donde:

μ = Media o efecto general

β = Efecto del j-ésimo bloque

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental de la ij-ésima unidad experimental.

Análisis Estadístico

De acuerdo con el modelo estadístico propuesto, el efecto diferencial de tratamientos se realizó mediante la técnica de análisis de varianza de acuerdo a la siguiente estructura:

CUADRO 3.3. Mejoradores del suelo, dosificaciones, clave - de identificación y tipo de material evaluado en el trabajo de investigación. Saltillo, - Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Mejoradores de suelo	Dosis ton/ha	Clave	Tipo de materia
Testigo	Sin aplicación	T	
Vermiculita	1	V-0	Mineral
Vermiculita	2	V-1	Mineral
Perlita	1	P-0	Mineral
Perlita	2	P-1	Mineral
Est. Bovino	5	EB-0	Orgánico
Est. Bovino	10	EB-1	Orgánico
Gallinaza	1	G-0	Orgánico
Gallinaza	2	G-1	Orgánico
Est. Caprino	5	EC-0	Orgánico
Est. Caprino	10	EC-1	Orgánico
Composta	2	C-0	Orgánico
Composta	4	C-1	Orgánico
Tamo de dátil	5	TD-0	Orgánico
Tamo de dátil	10	TD-1	Orgánico
Polisulfuro de Ca.	0.5	PF-0	Acidifi
Polisulfuro de Ca.	1	PF-1	Acidifi
Azufre	0.5	A-0	Acidifi
Azufre	1	A-1	Acidifi

<u>Fuente de Variación</u>	<u>Grados de libertad</u>
Repetición	3
Tratamiento	18
Error	54
Total	75

Las pruebas de F se realizaron al 1 y 5 por ciento de probabilidad como niveles de significancia.

La comparación de medias dentro de tratamientos se realizó de acuerdo a la prueba de Duncan.

La distribución de parcelas y tratamientos en el sitio experimental se presenta en la figura 3.3.

Preparación del Terreno para la Siembra

En el sitio experimental se acostumbra después de cosechar papa, sembrar cereales para incorporarlos como abono verde con un barbecho para posteriormente sembrar de nuevo papa. Antes de la realización de la siembra se aplica un rastreo y su cruza a 30 cm de profundidad con el fin de dejar bien mullida la cama de siembra, enseguida se procede a surcar a una distancia de 92 cm con una profundidad de 30 cm.

Aplicación de Tratamientos

Las prácticas agronómicas que se realizaron en este trabajo fueron similares a las que acostumbran hacer los productores de papa en la región; la única diferencia consistió en los mejoradores de suelo que se estudiaron. La aplicación de estos materiales fue localizada en el fondo del surco,

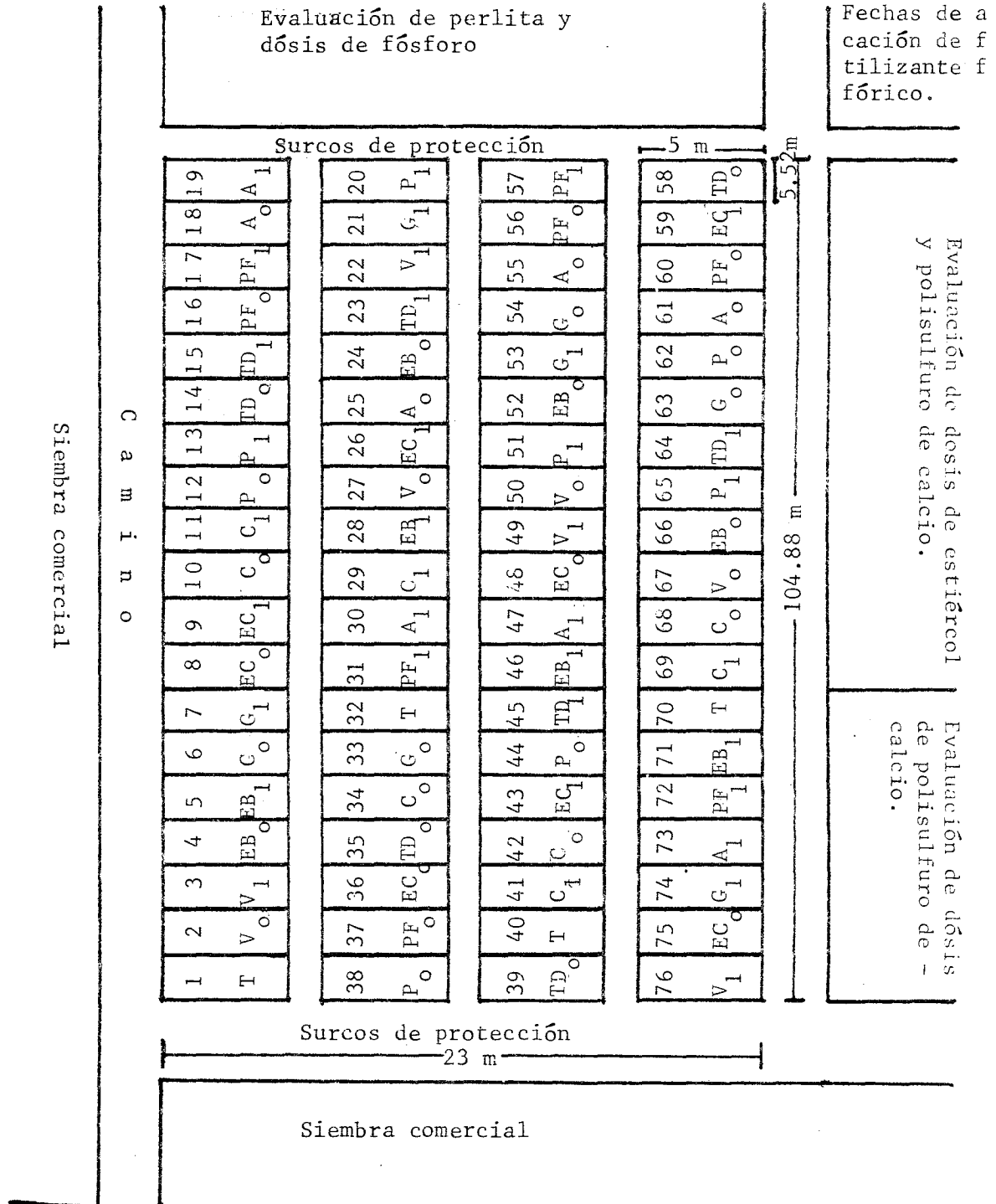


FIGURA 3.3. Distribución de las parcelas y tratamientos en croquis del experimento. Rancho "El Aguatoche", Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

para posteriormente aplicarle fertilizantes y taparlo con una capa de 3 cm de suelo y finalmente realizar la siembra.

Fertilización al Suelo

El material fertilizante fue urea (46 por ciento de N) superfosfato de calcio simple (20.5 por ciento de P_2O_5) y cloruro de potasio (60 por ciento de K_2O) como fuente de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Los dos primeros fueron aplicados después del mejorador de suelo y el cloruro de potasio se aplicó al voleo en la parcela experimental; esta actividad se llevó a cabo al momento de la siembra.

Siembra

La realización de esta práctica se efectuó el día tres de mayo, encontrándose en la etapa que los productores consideran que no existen problemas para este cultivo. La variedad de papa utilizada en el presente trabajo fue "Alpha" que es la comunmente sembrada en la zona agrícola, donde se cultiva esta hortaliza. La densidad de siembra común a nivel regional es de aproximadamente 54,000 plantas/ha, los cuales podemos obtener con un espaciamiento entre planta y planta de 20 cm y un ancho de surco de 92 cm. El tubérculo utilizado en la siembra como "semilla" fue tratado con un bioenzima estimulante de crecimiento. Además, conjuntamente con la tapadora del tubérculo una aspersora aplicó una mezcla de insecticidas, nematocidas y fungicidas, descritos en el cuadro 3.4, para proteger la "semilla" en la

etapa de brotación, de plagas, nemátodos y enfermedades.

Prácticas Culturales

Riego

La aplicación de los riegos se realiza por medio de un sistema de aspersion llamado "Sideroll" durante el ciclo de siembra se aplicaron siete riegos, el primero fué de pre-siembra. En el cuadro 3.5 se enlistan las fechas, tiempo de aplicación y láminas aplicadas. Se aplicó por este sistema- 365 mm, lo cual se muestra en el cuadro y en la época de lluvia cayó la cantidad de 266 mm, lo que hace un total de 631 mm, lo cual se considera que satisface sus necesidades hídricas.

Fertilización Foliar

Los agricultores, además de aplicar fertilizantes al suelo, realizan aspersiones de macro y microelementos al follaje. En el cuadro 3.6 se enumeran los productos, dosis y elementos nutritivos aplicados.

Control de Plagas

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron algunos ataques de plagas, principalmente palomilla de la papa, chinche y otras de menor importancia, las que fueron controladas sin que llegaran a causar daños.

CUADRO 3.4. Producto químico, dosis aplicada e insectos, -
nematodos y enfermedades de las que se protege
el tubérculo de papa en la época de emergencia.
Ciclo P.V. 1984.

Producto Químico	Dosis	Control
Carbafuran	2.500 l/ha	Gusano de alambre Gallina ciega Nematodos
Heptacloro	20 l/ha	Gusanos cortadores Gusano de alambre
Quintazone	30 l/ha	Phytophthora spp. Actinomyces scable Rhizoctonia solani
Tiabenzadol	2 kg/ha	Fusarium spp. Rhizoctonia spp. Helminthosporium Solani Oospora postulans

CUADRO 3.5. Fechas, tiempo de aplicación y equivalencia en centímetros de lámina aplicada en el riego del cultivo de papa. Rancho "El Aguatoche". Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Fecha	Días después de la siembra	Tiempo hrs.	Lámina aplicada (cm)
9 Mayo	7	8	6.5
1 Junio	10	6	5.0
23 Junio	52	6	5.0
1 Julio	60	6	5.0
16 Julio	75	6	5.0
21 Agosto	111	6	5.0
5 Septiembre	126	6	5.0

CUADRO 3.6. Fertilizantes foliares, dosis y composición aplicados durante el desarrollo del cultivo de papa. Rancho "El Aguatoche". Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Fertilizantes Foliares	Dosis l/ha	Composición
Biozime	0.500	bioenzima, Fe, Zn, - Mn y Mg
Foltron	2.0	15%N, 15%P, 5%K, Fe, Cu, S, Zn.
Poli-quel	2.0	4% Fe y 2%Zn
Bayfolan	4.0	24-18-24 de N,P y K, Fe, Zn, Mn, S, hormonas y vitaminas.
NZN	2.0	15 % N y 5 % Zn
NMG	2.0	15 % N y 4 % Mg
NFE	2.0	16 % N y 4 % Fe
Adherente dispersante 1 cm ³ /l de agua en todas las aplicaciones		

Control de Enfermedades

El cultivo puede ser atacado por un gran número de enfermedades, sin embargo, en el presente experimento se tuvo problemas principalmente con los tizones tempranos y tardío, el último con mayor intensidad; estos fueron controlados por medio de aspersiones aéreas con diferentes productos fungicidas, entre los que se encuentran trabendazol y algunos ditocarbamatos. Realizando nueve aplicaciones una vez detectada la infestación cada tercer día, con el cual se controló el avance de esta enfermedad.

Control de Malezas

Las malas hierbas fueron controladas principalmente en las primeras etapas, antes de que se cubra en forma total el suelo. En este experimento se aplicó el herbicida a base de metribuzin, el cual no sintió efecto, por lo que se procedió a deshierbar manualmente.

Métodos de Evaluación de Tratamientos

Evaluación de Cambios Generados en el Suelo

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron dos muestreos de suelo, el primero antes del establecimiento del experimento, y el segundo al momento de la cosecha. Estos muestreos se realizaron en la zona de crecimiento de la raíz,

los cuales se procedió a determinar algunas propiedades físicas y químicas. En el cuadro 3.7 se reporta la determinación, método utilizado y la etapa en la que se hizo el muestreo. Los análisis de las muestras fueron realizadas en el Laboratorio de Física de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Evaluación del Desarrollo Vegetal

Porcentaje de brotación

Se contó directamente el número de plantas emergidas por parcela de los 20 a 25 días y se calculó su porcentaje.

Altura de Plantas

Se tomó la altura a 10 plantas representativas, se midió desde la parte baja de la planta hasta el ápice de crecimiento y se sacó una media aritmética, esto se realizó tres ocasiones en el ciclo hasta el final de la floración.

Número de Tallos

Al igual que el dato anterior, se tomaron 10 plantas representativas y se contó el número de tallos por planta, tomándose el número con mayor frecuencia.

Color del follaje

Se estimó visualmente el color en base a la intensidad de la coloración verde de la planta: 1 = verde oscuro, 2 = intermedio y 3 = cloróticas.

CUADRO 3.7. Parámetros de suelo evaluados, método, período, período de realización y cita que los describe. Saltillo, - Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Parámetro	Método	Período de Realización	Cita
Densidad aparente	Calculada	Inicio y final	Da(I-E)Da
Densidad de sólidos	Picnómetro	inicio y final	Narro 1984 b
Estabilidad hídrica de agregados	Tiulín-Erickson	Inicio y final	Strimbu 1983
Porcentaje de espacio poroso		Final	Jacobs et al. 1971
Capacidad de campo	ollas de presión	Final	Caballero 1981
Punto de marchitez permanente	Calculada	Final	Gaucher 1971
Materia orgánica	Walker/black	Inicio y final	Black 1979
Nitrógeno	Kjeldahl	Inicio y final	Black 1979
Fósforo	Olsen	Inicio, intermedio y final	Black 1979
pH	Potenciómetro	Mensual	Black 1979
Capacidad de intercambio catiónico	Acetato de amonio	Inicio y final	Black 1979

Floración

Se tomó el número de días después de la siembra en que las plantas en cada parcela presentaron un 50 por ciento de floración.

Materia Seca

Se tomó una planta representativa de cada una de las parcelas, la cual se lavó, pesó, se tomó una muestra colocándose en una estufa a 75 °C por 24 horas para posteriormente hacer la determinación del porcentaje de materia seca.

Producción y Calidad de tubérculo

La recolección de la cosecha se realizó solamente en la parcela útil, llevándose a cabo conjuntamente la clasificación del tubérculo de acuerdo a las categorías comerciales que rige el mercado nacional, siendo éstas primera, segunda, tercera y mono.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cronología del Experimento

La localización del sitio experimental y la preparación de los materiales que se utilizaron en el experimento se llevaron a cabo en los meses de marzo y abril de 1984; posteriormente, el día 3 de mayo del mismo año se sembró. La emergencia fue irregular, tomando de los 25 a 36 días después de la siembra para que se uniformizara la población de plantas emergidas. La floración se observó de los 80 a los 106 días después de la siembra, siendo estos días el inicio y el final respectivamente. Aproximadamente a los 122 días después de la siembra se detectó una grave infestación de tizón tardío en una parcela aledaña al experimento, por lo que se procedió a hacer aplicaciones de fungicidas cada tercer día, realizándose nueve aplicaciones, las cuales lograron controlar esta infestación; sin embargo, algunas de las parcelas del experimento resultaron dañadas. A los 154 días después de efectuada la siembra se hizo el desvare del follaje del lote experimental y finalmente el día 17 de Octubre, 167 días después de la siembra se realizó la cosecha.

Cambios Inducidos en el Suelo

Propiedades Físicas

Porcentaje de Agregación en el Suelo

Los mejoradores de suelo generaron cambios en esta característica, los resultados se presentan en el cuadro 4.1, donde se observa que se eleva la agregación con la aplicación de estos materiales; los mejoradores orgánicos con excepción de la composta tienen de 8.55 a 11.9 por ciento más alto si lo comparamos con el testigo, estas diferencias son con las dosis altas; lo cual concuerda con lo reportado por Rusell (1961), citado por Stewart (1982), en donde indica que al aplicar deshechos animales se tienen efectos muy benéficos en la estructura del suelo. En cuanto a la composta, el valor obtenidos con la dosis alta (4 ton/ha) debe ser un error en la determinación, ya que con la dosis baja se tiene un incremento en comparación al testigo.

Respecto a los mejoradores inorgánicos; vermiculita, perlita, polisulfuro de calcio y azufre, solamente elevan el porcentaje de agregación con las dosis altas y la diferencia no es muy notable si la comparamos con el testigo, a excepción del polisulfuro de calcio, el cual tiene un 8.45 por ciento más de agregación; esto se explica, ya que este producto tiene un 4.60 por ciento de calcio, el cual tiene poder cementante, esto coincide con lo reportado por Collis (1971) en donde indica que incrementando la cantidad de calcio es posible formar una estructura estable al agua.

CUADRO 4.1. Efecto de la dosis alta y baja de nueve mejoradores de suelo sobre su porcentaje de agregación Saltillo, Coahuila. P.V. 1984.

Mejorador	Tipo	-----Dosis -----	
		Baja	Alta
Estiércol bovino	orgánico	29.80*	37.80
Gallinaza	orgánico	34.05	25.30
Estiércol caprino	orgánico	24.15	37.25
Composta	orgánico	30.95	25.15
Tamo de dátil	orgánico	19.55	34.45
Vermiculita	mineral	24.15	28.05
Perlita	mineral	20.20	29.00
Polisulfuro de Ca.	acidificante	25.40	34.35
Azufre	acidificante	21.10	24.95
Testigo	sin aplicación	25.90	

* Porcentaje de agregación

Densidad Aparente

Los resultados obtenidos de este parámetro se presentan en el cuadro 4.2, a los que se les realizó el análisis de varianza; se encontró que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 10.17 por ciento.

Los datos recabados de la densidad de sólidos y porcentaje de espacio poroso se encuentra en los cuadros 4.3 y 4.4. Estos parámetros fueron utilizados para el cálculo de la densidad aparente y se analizaron estadísticamente, no se encontró diferencia significativa entre los materiales evaluados; los coeficientes de variación fueron 8.4 por ciento y 6.32 por ciento respectivamente, lo que nos indica que la información utilizada se hizo en la forma adecuada.

El promedio de las tres repeticiones se representa en la figura 4.1, en donde se observa una tendencia a disminuir la densidad aparente al aumentar la dosis del mejorador. Los dosis altas de tamo de dátil, estiércol bovino, caprino y los mejoradores vermiculita, gallinaza, perlita y composta en las dos dosis disminuyen claramente la densidad aparente, en comparación con el testigo. Los valores mínimos fueron encontrados en los tratamientos con las dosis altas, con valor de 1.06 g/cm^3 . Los anteriores resultados coinciden con lo encontrado por Ortiz (1977) y Stewart (1982), ya que estos investigadores señalan que sin duda al hacer aplicaciones de desechos animales o en general materia orgánica disminuye la densidad aparente.

CUADRO 4.2. Resultados obtenidos en la determinación de densidad aparente a un suelo tratado con varios mejoradores. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V.-1984.

Tratamiento	Dosis ton/ha.	----Repeticiones----			Promedio
		I	II	III	
Testigo	0	1.24	1.25	1.28	1.25
Vermiculita	1	1.05	1.08	1.14	1.09
Vermiculita	2	1.07	1.08	1.07	1.07
Perlita	1	1.03	1.23	1.16	1.14
Perlita	2	1.09	1.13	1.10	1.10
Est. Bovino	5	1.13	1.07	1.08	1.09
Est. Bovino	10	1.07	1.06	1.05	1.06
Gallinaza	1	1.18	1.12	1.07	1.12
Gallinaza	2	1.11	1.11	1.06	1.09
Est. Caprino	5	1.06	1.13	1.08	1.09
Est. Caprino	10	1.07	1.06	1.09	1.07
Composta	2	1.12	1.02	1.18	1.10
Composta	4	1.05	1.11	1.10	1.08
Tamo de dátil	5	1.19	1.20	1.16	1.18
Tamo de dátil	10	1.17	1.11	1.11	1.13
Polisulfuro de Ca.	0.5	1.20	1.27	1.13	1.20
Polisulfuro de Ca.	1	1.20	1.15	1.13	1.16
Azufre	0.5	1.17	1.18	1.21	1.19
Azufre	1	1.25	1.22	1.12	1.22

Promedio = 1.125

CUADRO 4.3. Resultados obtenidos en la determinación de densidad de sólidos a un suelo tratado con varios mejoradores. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. - 1984.

Tratamiento	Dosis ton/ha.	-----Repeticiones-----			Promedio
		I	II	III	
Testigo	0	2.54	2.60	2.56	2.5
Vermiculita	1	2.50	2.36	2.49	2.4
Vermiculita	2	2.55	2.35	2.55	2.4
Perlita	1	2.46	2.56	2.52	2.5
Perlita	2	2.43	2.45	2.50	2.4
Est. Bovino	5	2.57	2.56	2.46	2.5
Est. Bovino	10	2.34	2.42	2.50	2.4
Gallinaza	1	2.58	2.68	2.56	2.6
Gallinaza	2	2.52	2.52	2.53	2.5
Est. Caprino	5	2.54	2.57	2.57	2.5
Est. Caprino	10	2.55	2.54	2.48	2.5
Composta	2	2.55	2.56	2.58	2.5
Composta	4	2.50	2.52	2.51	2.5
Tamo de dátil	5	2.59	2.50	2.76	2.6
Tamo de dátil	10	2.55	2.52	2.53	2.5
Polisulfuro de Ca.	0.5	2.55	2.64	2.46	2.5
Polisulfuro de Ca.	1	2.55	2.55	2.46	2.5
Azufre	0.5	2.55	2.51	2.52	2.5
Azufre	1	2.51	2.54	2.57	2.5

Promedio = 2.52

CUADRO 4.4. Resultados obtenidos en la determinación de espacio poroso de un suelo tratado con varios mejoradores. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Tratamiento	Dosis Ton/ha.	-----Repeticiones----			Promed
		I	II	III	
Testigo	0	51	52	50	51.
Vermiculita	1	58	54	54	55.
Vermiculita	2	58	54	58	56.
Perlita	1	58	52	54	55.
Perlita	2	55	54	56	56.
Est. Bovino	5	56	58	56	56.
Est. Bovino	10	54	56	58	56.
Gallinaza	1	54	58	58	56.
Gallinaza	2	56	56	58	56.
Est. Caprino	5	58	56	58	57.
Est. Caprino	10	58	58	56	57.
Composta	2	56	60	54	56.
Composta	4	58	56	56	56.
Tamo de dátil	5	54	52	58	54.
Tamo de dátil	10	54	56	56	55.
Polisulfuro de Ca	0.5	53	52	54	53.
Polisulfuro de Ca.	1	53	55	54	54.
Azufre	0.5	54	53	52	53.
Azufre	1	50	52	53	51.

Promedio = 55.2

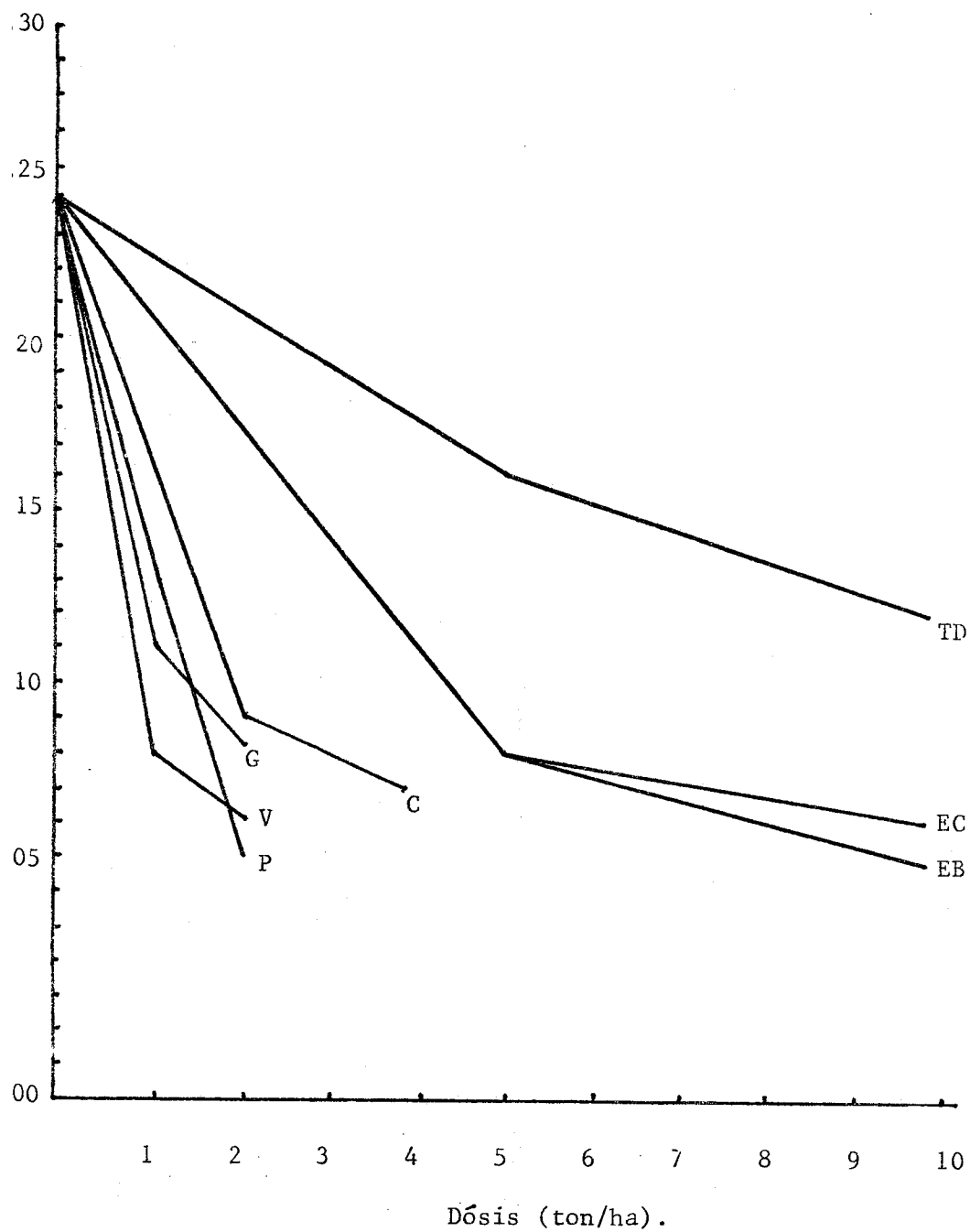


FIGURA 4.1. Efecto de dosis y mejoradores del suelo sobre la densidad aparente. Saltillo, Coahuila. - Ciclo P.V. 1984.

El rango obtenido para esta propiedad física es de 1.06 a 1.25 g/cm³ son los adecuados para este tipo de suelo (arcilloso) según reporta Millar et al. (1975)

Las pendientes de las líneas que presentan los mejoradores: tamo de dátil, estiércol bovino y caprino, gallinaza, vermiculita y composta, nos indican que si aplicamos dosis mayores no se modificará significativamente este parámetro. En cuanto a la perlita es de esperarse todavía una disminución al aumentar la dosis de este material.

Humedad Aprovechable

En las figuras 4.2a, 4.2b y 4.2c se presentan las curvas de características de humedad de los 19 tratamientos estudiados en el presente trabajo; en el cuadro 4.5 observamos el porcentaje de humedad aprovechable de los materiales utilizados, en cuanto a los mejoradores orgánicos, en general elevan el porcentaje de humedad aprovechable en comparación con el testigo. Al hacer diferenciación dentro de los mejoradores tenemos que los materiales más voluminosos retienen o elevan en forma más marcada la humedad, en comparación con la composta que es de menor voluminosidad. En cuanto a los materiales minerales se observa que la vermiculita eleva en mayor proporción que los materiales orgánicos, ya que este material tiene la propiedad de absorber gran cantidad de agua. Respecto a perlita, al aumentar la dosis disminuye la humedad aprovechable, lo cual concuerda con lo reportado por Méndez (1982), donde indica que la perlita presenta problemas para retener el agua en el suelo.

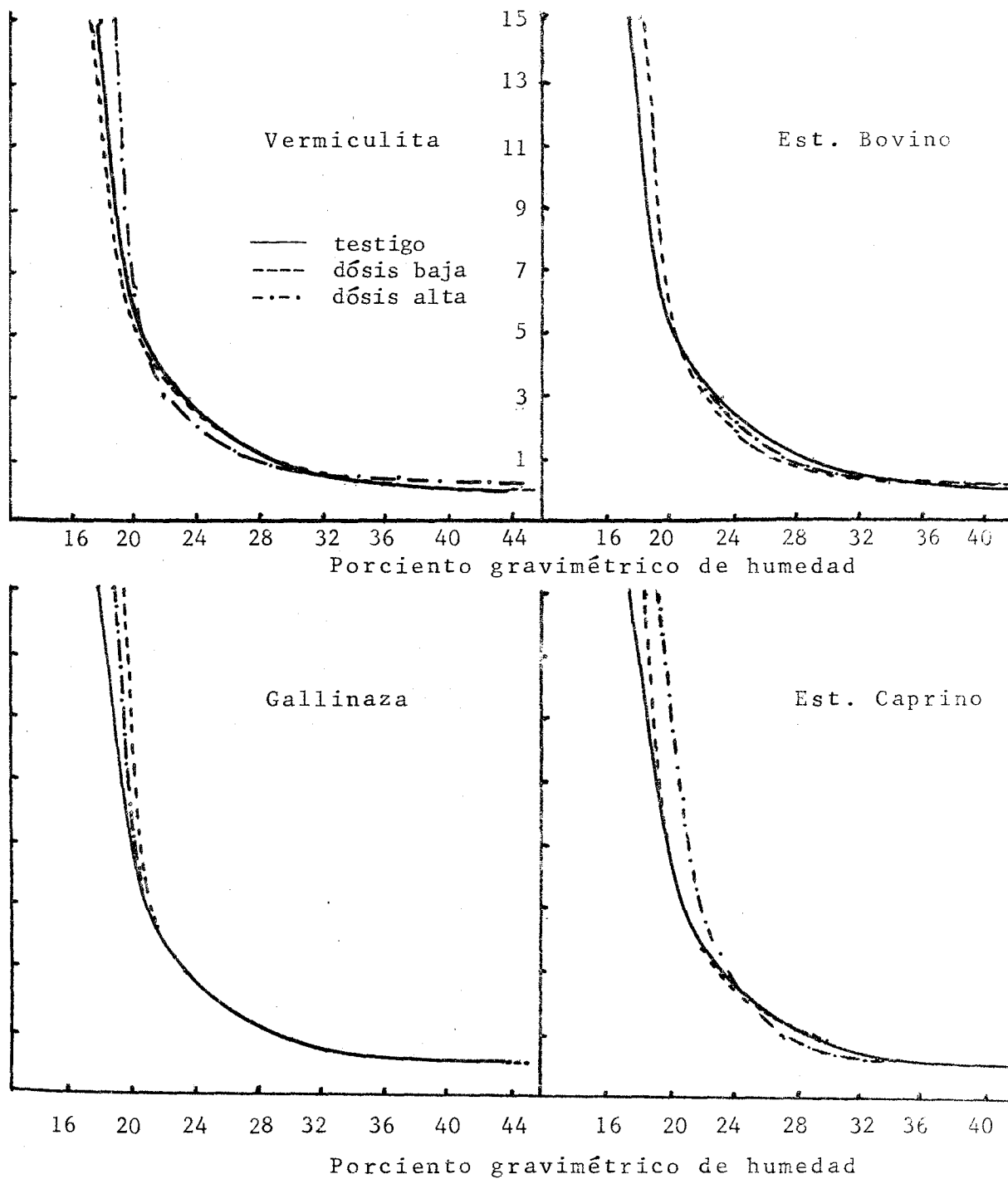


FIGURA 4.2a. Curvas de retención de humedad de un suelo tratado con vermiculita, estiércol bovino, gallinaza y estiércol caprino en dos dosis. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

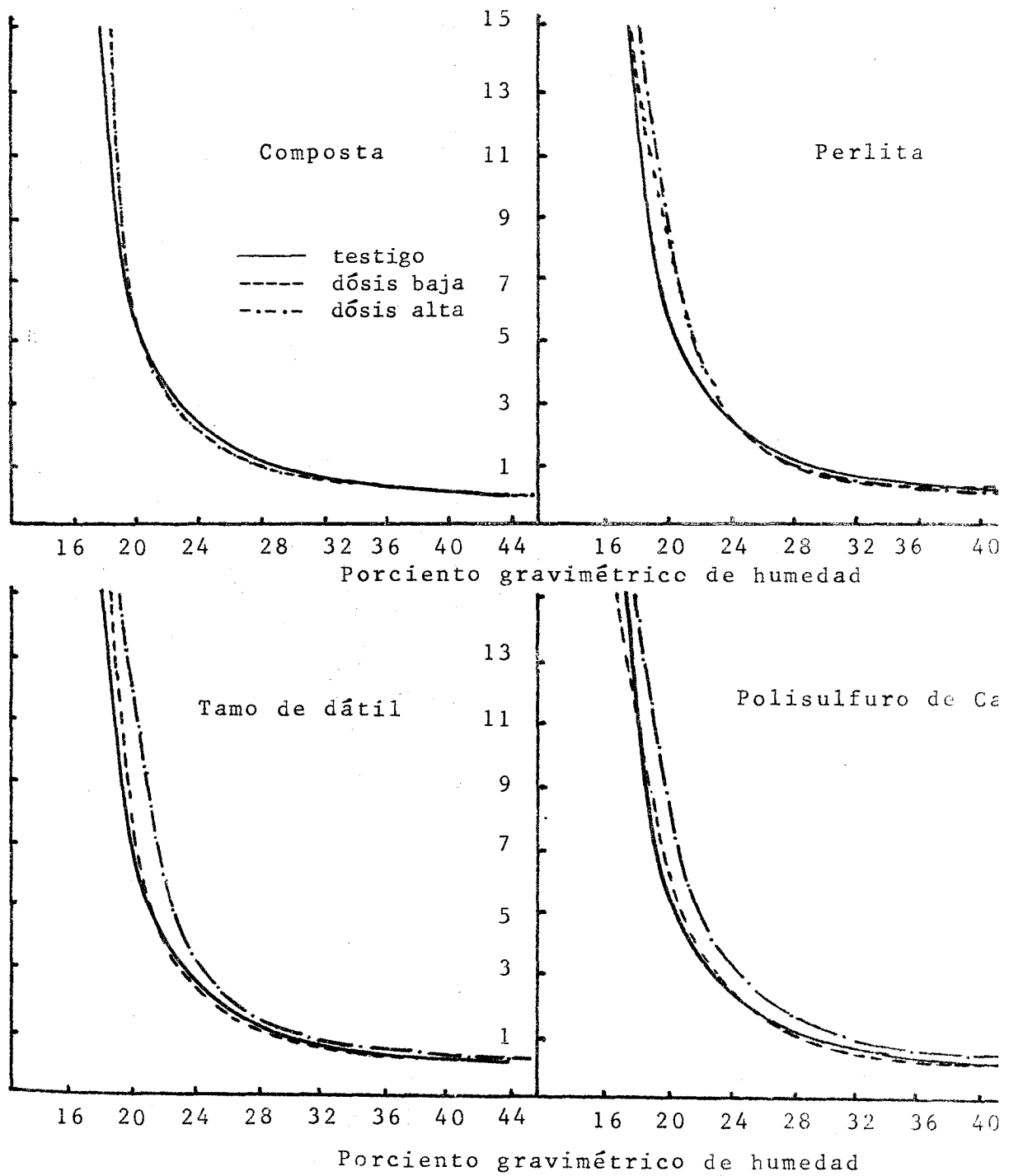


FIGURA 4.2b. Curvas de retención de humedad de un suelo tratado con composta, perlita, tamo de dátil y polisulfuro de calcio en dos dosis. Saltillo, Coahuila. P.V. 1984.

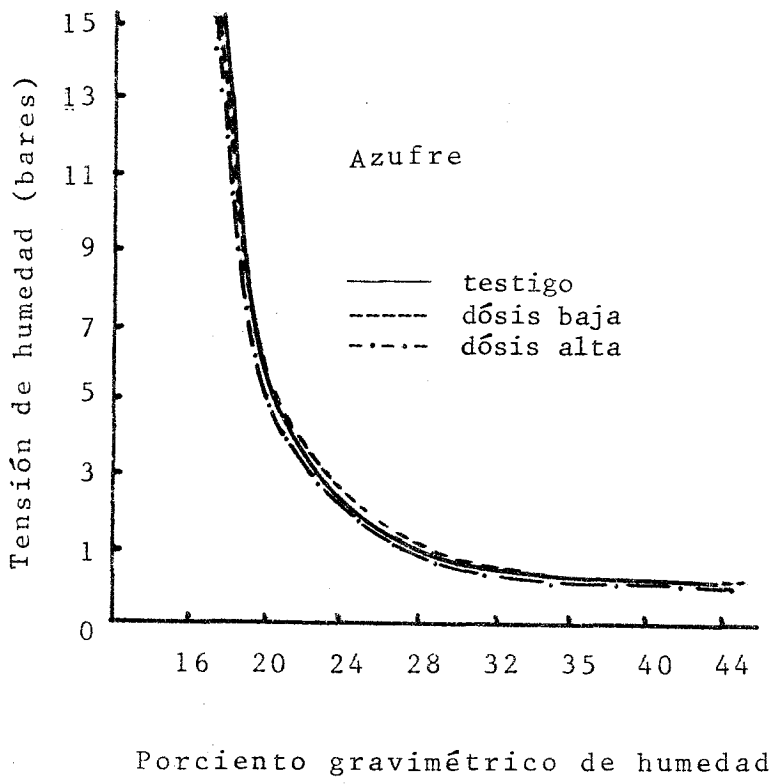


FIGURA 4.2c. Curva de retención de humedad de un suelo tratado con azufre en dos dosis. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

CUADRO 4.5. Resultados obtenidos en la determinación del contenido de humedad y humedad aprovechable, bajo diferentes tensiones aplicadas en olla de presión al suelo tratado con varios mejoradores Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Tratamiento	Dosis Ton/ha.	Tensión de humedad (bares)				Humedad aprovechada (%)
		0.1	0.3	1.0	3.0	
Testigo	0	44.9*	35.5	30.8	25.2	15.21
Vermiculita	1	47.0	35.4	30.8	25.3	16.16
Vermiculita	2	46.4	38.5	30.9	23.9	17.58
Perlita	1	46.7	37.4	28.3	24.2	17.08
Perlita	2	46.8	35.7	28.3	24.5	16.30
Est. Bovino	5	46.7	38.5	30.9	25.1	17.58
Est. Bovino	10	46.5	37.8	30.3	25.1	17.26
Gallinaza	1	46.4	37.0	29.4	25.1	16.90
Gallinaza	2	48.2	38.2	29.3	25.5	17.44
Est. Caprino	5	46.2	37.5	30.2	24.4	17.12
Est. Caprino	10	47.6	37.5	30.0	24.3	17.12
Composta	2	44.3	36.1	29.4	25.2	16.48
Composta	4	67.1	37.0	30.0	24.8	16.90
Tamo de dátil	5	45.8	37.2	31.3	25.4	16.99
Tamo de dátil	10	48.0	38.1	32.0	26.3	17.40
Polisulfuro de Ca.0.5		45.8	34.5	30.1	25.0	17.75
Polisulfuro de Ca.1		44.9	36.8	30.0	26.0	16.80
Azufre	0.5	47.2	35.1	28.8	25.2	16.03
Azufre	1	46.1	35.1	29.0	24.2	16.03

* Porcentaje gravimétrico de humedad (Pw)

* Punto de marchitez permanente = $\frac{Pw \text{ a } 0.3 \text{ bares}}{1.84}$

Materia Orgánica

Los resultados promedio obtenidos de cuatro repeticiones de muestras tomadas a los 167 días después de la siembra se presentan en la figura 4.3; se observa que conforme aumenta la dosis de mejorador se incrementa el porcentaje de materia orgánica con una diferencia marcada en las dosis altas del mejorador. La información obtenida es de esperarse, ya que los materiales evaluados: gallinaza, composta, estiércol bovino y caprino son reportados según Ortiz (1977) con porcentajes de materia orgánica de 50, 38, 14 y 31 respectivamente. Cabe mencionar que aun con la adición de materia orgánica, se encuentran dentro de la clasificación medianamente rica, solamente la aplicación de 10 ton/ha de tamo de dátil pasa a clasificar como muy rico, esto concuerda con lo señalado por Broadbent citado por Tamhane *et al.* (1978) indicando que al aplicar material orgánico de lenta degradación estimula a la descomposición de la materia orgánica original a causa de la mayor actividad microbiana. Por otra parte, observamos en la gráfica que una mayor pendiente de las líneas indica que todavía podemos esperar un incremento en el contenido de materia orgánica al hacer aplicaciones de dosis más altas como es el caso de gallinaza, composta, tamo de dátil y estiércol bovino, no así para el estiércol caprino.

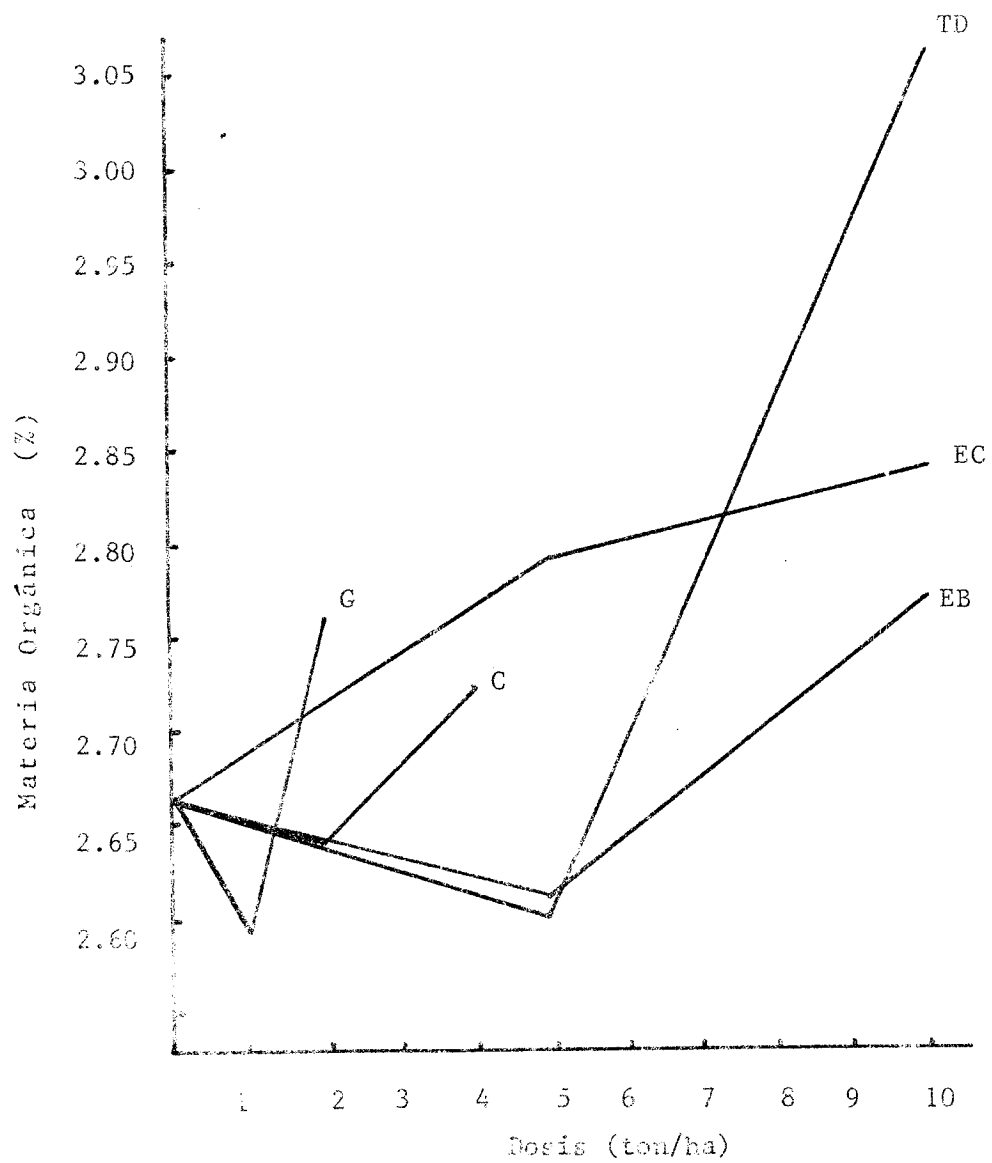


FIGURA 4.3. Efecto de dosis y tipo de mejorador del suelo sobre el contenido de materia orgánica. Saltillo, Coah. Ciclo P.V. 1984.

Propiedades Químicas

Nitrógeno

Los resultados obtenidos de nitrógeno total por el método de Kjeldahl, en general presentan tendencias confusas como se ve en el cuadro 4.6, en donde se tienen valores superiores al contenido de nitrógeno calculado en base al porcentaje de materia orgánica, siendo este incremento debido a las adiciones de fertilizantes nitrogenados al suelo. El nitrógeno determinado de la materia orgánica presenta una tendencia a incrementar conforme aumentamos la dosis de mejorador orgánico. En cuanto a los mejoradores inorgánicos, tienen valores similares al testigo, calculados por este método (M.O.) y es lógico, ya que no se está añadiendo materia orgánica. Al respecto Black (1975) señala que la determinación de nitrógeno total no es muy precisa e indica que es preferible usar como índice de absorción de nitrógeno por las plantas el contenido de materia orgánica, ya que es más fácil obtener el valor aproximado de esta determinación que del nitrógeno total.

Si se realiza un balance al nitrógeno aplicado al suelo, se puede encontrar que la cosecha de 30 ton/ha de tubérculo consume alrededor de 160 kg/ha, según lo reportan varios autores mencionados en la literatura citada. El productor aplica 150 kg/ha de nitrógeno al suelo, de éstos se pierde cierto porcentaje por lixiviación, inmovilización por microorganismos, absorción por malas hierbas, volatilización, etc.,-

CUADRO 4.6. Efecto de las dosis y mejoradores de suelo sobre el contenido de nitrógeno determinado por dos métodos. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Tratamiento	Dosis ton/ha.	Kjeldahl nitrógeno total (%)	% M.O.
Testigo	0	0.1897	0.1337
Vermiculita	1	0.1923	0.1362
Vermiculita	2	0.1654	0.1345
Perlita	1	0.1735	0.1362
Perlita	2	0.1601	0.1352
Est. bovino	5	0.1614	0.1330
Est. bovino	10	0.1251	0.1414
Gallinaza	1	0.1601	0.1322
Gallinaza	2	0.1479	0.1405
Est. caprino	5	0.0591	0.1421
Est. caprino	10	0.1991	0.1447
Composta	2	0.1385	0.1345
Composta	4	0.2139	0.1386
Tamo de dátil	5	0.1789	0.1329
Tamo de dátil	10	0.1789	0.1557
Polisulfuro de Ca.	0.5	0.2004	0.1421
Polisulfuro de Ca.	1	0.1183	0.1379
Azufre	0.5	0.1439	0.1379
Azufre	1	0.1103	0.1370

así que el nitrógeno que queda a disposición de la planta - posiblemente no es suficiente para cubrir sus necesidades, - por lo que se hacen aplicaciones periódicas de este elemento al follaje, considerándose que el nitrógeno no es deficiente para el desarrollo satisfactorio de la papa en esta locali - dad.

Fósforo

A través del desarrollo vegetativo del cultivo, se - realizaron tres muestreos; al inicio de la siembra, a los 73 y a los 167 días después de la siembra. En el cuadro 4.7 se observa el contenido de fósforo en cada uno de los muestreos en el análisis inicial se encuentra un contenido mediano de este elemento, siendo un valor que es de esperarse, ya que - estos suelos aplican grandes dosis de fertilizantes fosfóri - cos. En el análisis intermedio (73 días después de la siem - bra) en general se eleva el contenido de fósforo aprovechabl e y se observa que los tratamientos con gallinaza, composta, p - lisulfuro de calcio y azufre aumentan la concentración de fó - foro en el suelo al aumentar su dosis, lo cual se explica, y que la gallinaza y la composta tienen un 1.5 y 0.9 por ciento respectivamente de fósforo, más el que se le aplica como fer - tilizante, los acidificantes polisulfuro de calcio y azufre actúan poniendo en mayor disponibilidad el fósforo del suelo En el caso de los mejoradores orgánicos se ve que al aumenta la dosis disminuye el contenido de fósforo, al respecto se puede inferir que en las dosis bajas existe una más rápida

CUADRO 4.7 . Efecto de diferentes dosis y mejoradores de suelo sobre el contenido de fósforo a diferentes épocas de desarrollo del cultivo. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Tratamiento	Dosis ton/ha.	Contenido de fósforo (kg/ha)		
		Inicio	intermedio 73 dds*	Final 167 dds
Testigo	0	53.85	30.15	112.5
Vermiculita	1		41.85	112.5
Vermiculita	2		36.45	112.5
Perlita	1		51.90	112.5
Perlita	2		46.35	112.5
Est. bovino	5		59.85	112.5
Est. bovino	10		28.80	112.5
Gallinaza	1		48.15	112.5
Gallinaza	2		55.50	112.5
Est. caprino	5		42.75	112.5
Est. caprino	10		22.30	112.5
Composta	2		23.80	112.5
Composta	4		63.45	112.5
Tamo de dátil	5		55.12	112.5
Tamo de dátil	10		49.95	112.5
Polisulfuro de Ca.0.5			34.20	112.5
Polisulfuro de Ca.1			36.67	112.5
Azufre	0.5		46.57	112.5
Azufre	1		66.15	112.5
		Promedio = 44.21		

* Días después de la siembra

descomposición de los materiales y esto estimula a la liberación del fósforo aprovechable por la planta. En cuanto a los minerales expandidos, vermiculita y perlita, también aumentan el contenido de fósforo, ya que lo protegen físicamente de la alta fijación existente en estos suelos. Este análisis realizado con dos repeticiones indican que los mejoradores evaluados en cierta forma están influyendo sobre el rendimiento, ya que según lo mencionan Holf (1958) citado por Ortiz (1983) y Talavera (1983) que el fósforo es absorbido desde la emergencia, pero es más notorio entre los 50 y 100 días después de la siembra.

En el análisis final, en todos los tratamientos se tuvieron valores superiores a 112.5 kg/ha, que es la máxima lectura que se detecta en la curva utilizada en el laboratorio y este comportamiento es debido a la forma de muestreo, ya que este se hizo en la zona de aplicación del mejorador y los fertilizantes, por lo que son lógicos estos valores.

Reacción del Suelo (pH)

Se observa en la figura 4.4, en general, que conforma el tiempo a partir de que se aplicó el acidificante, tiende a disminuir el pH del suelo, haciéndose más notorio del día 90 al día 167 después de la aplicación, el testigo a cual no se le aplicó mejorador, presenta valores de pH mayores en un rango de 0.1 a 0.35. También se observó que cuando se aplica la dosis alta de azufre o polisulfuro de calcio se tiene un mayor efecto en la disminución del pH. La elevación

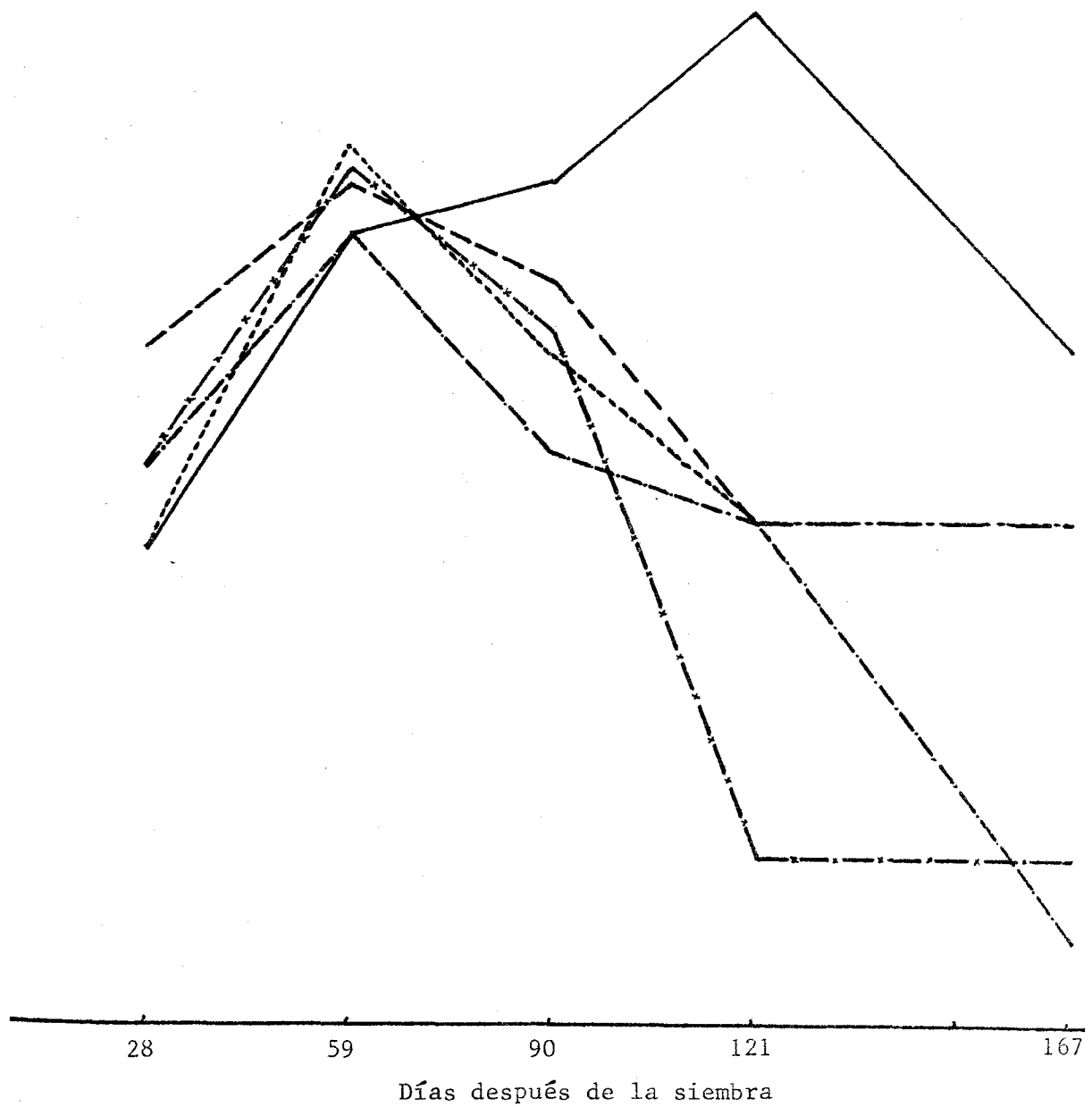


FIGURA 4.4. Evaluación del pH del suelo como respuesta a los acidificantes bajo estudio. Saltillo, - Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

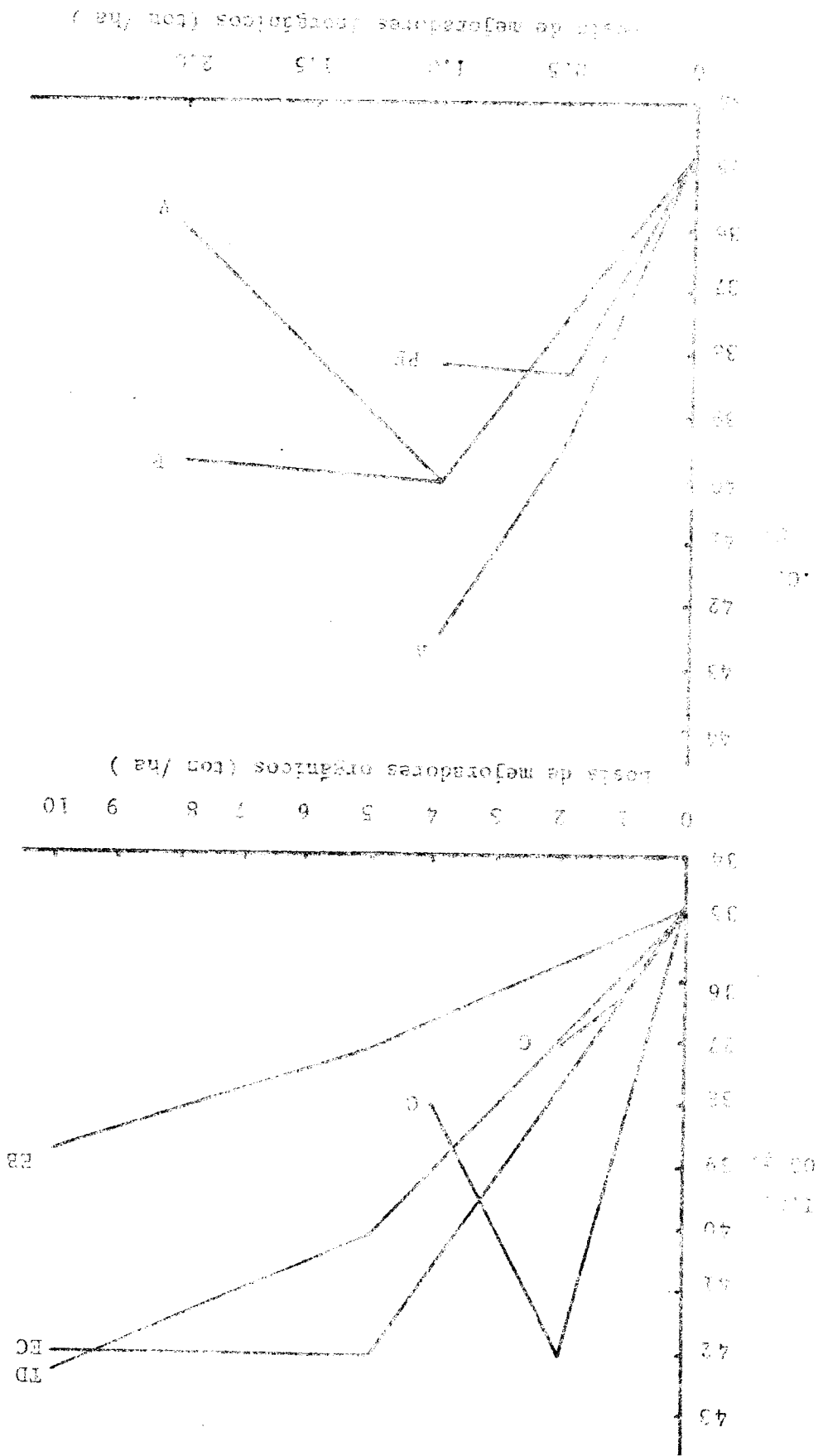
del pH en la primera etapa (59 días después de la siembra) - de desarrollo del cultivo fué posiblemente a que en el laboreo de suelo se extraen carbonatos de calcio de capas inferiores a la superficie, provocando un aumento en el pH, posteriormente la aplicación de acidificantes hace que éste disminuya.

Según los resultados obtenidos, observamos que la acidificación ocurre, ya en el último período de desarrollo de la planta, por lo tanto, se deben aplicar estos con anticipación a la siembra para que cumplan su objetivo.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

El efecto de la aplicación de los nueve mejoradores de suelo se presentan en la figura 4.5 en donde la tendencia de los mejoradores orgánicos es incrementar la CIC al aumentar la dosis de mejorador en comparación con el testigo, excepto para la composta, donde el resultado obtenido puede deberse a un error experimental. Estos resultados tienen estrecha relación si los comparamos con el contenido de materia orgánica encontrada para cada uno de los tratamientos orgánicos los cuales tienen la misma tendencia, lo que se comprueba como lo dicho por León (1984), Buckman y Brady (1966) señalando que la materia orgánica contribuye en el aumento de la CIC. El comportamiento a disminuir, al incrementar la dosis de vermiculita y perlita es debido a que estos minerales expandidos tienen una CIC de 10 meq/100 g, por lo que tienen un efecto inverso. Respecto a los acidificantes, azufre y polisulfuro

FIGURA 4.10. Efecto de la aplicación de diferentes dosis y tipos de mejoradores del suelo sobre la capa-



de calcio tienen un efecto indirecto, ya que disminuyendo el pH generan un mejor desarrollo de la planta, redundando en una mayor cantidad de materia orgánica y por lo tanto, aumenta la CIC.

Cambios Inducidos en la Planta

Emergencia

En esta etapa fenológica no se observó uniformidad, aún dentro de los mismos tratamientos, se tomó un período de 25 a 35 días después de la siembra para que se uniformizara completamente. Esta variación fue generada por el efecto del estimulante de crecimiento (Biozyme), el cual se aplicó en forma inadecuada en la siembra, ya que generalmente emerge de 15 a 20 días después de la siembra.

Altura

Como una respuesta a la emergencia, la altura a través de diferentes días después de la siembra en los tratamientos estudiados se presentaron variaciones muy extremas a los 33 días después de la siembra, como se observa en el cuadro 4.8 y a los 91 días después de la siembra aproximadamente se uniformizaron.

Floración

El período de floración del lote experimental fluctuó entre los 89 y 106 días después de la siembra, en este parámetro no se observó una diferencia acentuada entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 4.8. Valores promedio de la altura de la planta de papa observadas a los 33, 77 y 91 días después de la siembra. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.-V. 1984.

Tratamiento	Dosis ton/ha.	Días después de la siembra		
		33	77	91
Testigo	0	6.5	52.5	70.5
Vermiculita	1	15.0	51.0	74.5
Vermiculita	2	8.5	56.0	77.5
Perlita	1	3.2	60.5	67.50
Perlita	2	18.0	70.0	90.25
Est. Bovino	5	2.5	61.0	74.5
Est. Bvoino	10	7.5	48.5	71.5
Gallinaza	1	7.7	50.25	69.0
Gallinaza	2	6.2	57.0	73.0
Est. Caprino	5	0.0	40.75	64.0
Est. Caprino	10	7.5	59.0	79.0
Composta	2	5.0	48.25	67.25
Composta	4	6.7	55.5	70.25
Tamo de dátil	5	9.0	56.25	74.25
Tamo de dátil	10	5.0	54.25	76.25
Polisulfuro de Ca 0.5	0.5	5.5	50.25	75.5
Polisulfuro de Ca.1	1	4.2	57.75	76.75
Azufre	0.5	11.7	68.0	84.25
Azufre	1	3.0	49.5	69.75

Número de Tallos por Planta

El efecto de la aplicación de los mejoradores de su lo estudiados sobre el número de tallos por planta se presentan en el cuadro 4.9, donde se puede observar que no existe influencia de los materiales sobre este parámetro, no encontrándose diferencias significativas en el análisis de varianza. Los valores promedios encontrados están en un rango de dos a tres tallos por planta.

Porcentaje de Materia Seca

Los resultados obtenidos para este parámetro se presentan en el cuadro 4.10, y fueron tomados a los 106 días después de la siembra (final de la floración). En el análisis de varianza no se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; el coeficiente de variación fue de 12.7 por ciento. Los valores de materia seca fluctúan entre 10.4 y 13.5 por ciento. El comportamiento encontrado posiblemente es debido a la etapa en que se tomó la muestra, ya que en esta etapa ha alcanzado su máximo desarrollo vegetativo aéreo.

Producción y Calidad del Tubérculo

A la producción obtenida se le realizó una diferenciación en cuanto a calidad del tubérculo, procediéndose a hacer el correspondiente análisis estadístico para cada una de las cuatro clasificaciones, no detectándose diferencia significativa para los tratamientos evaluados. También se hizo este

CUADRO 4.9. Número de tallos por planta en los tratamientos bajo estudio. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V.-1984.

Tratamientos	Dosis ton/ha.	-----Repeticiones-----				Promedio
		I	II	III	IV	
Testigo	0	2.000	2.000	2.000	2.000	2,500
Vermiculita	1	4.000	6.000	4.000	1.000	3.750
Vermiculita	2	2.000	3.000	2.000	2.000	2.250
Perlita	1	5.000	3.000	3.000	4.000	3.750
Perlita	2	5.000	1.000	3.000	3.000	3.000
Est. Bovino	5	2.000	3.000	2.000	2.000	2.250
Est. Bovino	10	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Gallinaza	1	2.000	3.000	3.000	2.000	2.500
Gallinaza	2	3.000	1.000	4.000	3.000	2.750
Est. Caprino	5	4.000	2.000	3.000	3.000	3.000
Est. Caprino	10	5.000	4.000	4.000	1.000	3.500
Composta	2	3.000	2.000	3.000	4.000	3.000
Composta	4	2.000	3.000	2.000	2.000	2.250
Tamo de dátil	5	3.000	2.000	1.000	2.000	2.000
Tamo de dátil	10	3.000	3.000	2.000	3.000	2.750
Polisulfuro de Ca	0.5	2.000	2.000	2.000	3.000	2.250
Polisulfuro de Ca	1	3.000	1.000	1.000	2.000	1.750
Azufre	0.5	3.000	3.000	4.000	2.000	3.000
Azufre	1	2.000	4.000	3.000	4.000	3.250

Promedio = 2.711

CUADRO 4.10. Porcentaje de materia seca del cultivo de papa en el suelo tratado con diferentes mejorados. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Tratamiento	Dosis ton/ha.	----Repeticiones----				Promed
		I	II	III	IV	
Testigo	0	12.40	12.58	12.52	9.16	11.6
Vermiculita	1	13.18	13.02	12.93	14.90	13.5
Vermiculita	2	11.78	10.71	12.37	13.60	12.1
Perlita	1	12.17	12.17	11.79	9.97	11.5
Perlita	2	9.89	11.76	10.11	10.98	10.6
Est. Bovino	5	11.51	11.16	11.90	13.15	11.9
Est. Bovino	10	11.88	12.03	13.59	11.14	12.1
Gallinaza	1	14.28	11.46	9.41	12.22	11.8
Gallinaza	2	12.45	12.60	10.78	10.95	11.6
Est. Caprino	5	11.87	8.56	13.91	11.18	11.3
Est. Caprino	10	11.13	11.17	11.16	9.97	10.8
Composta	2	11.26	8.37	10.20	12.00	10.4
Composta	4	11.81	12.84	8.90	15.28	12.2
Tamo de dátil	5	10.44	13.88	11.21	11.93	11.8
Tamo de dátil	10	10.65	13.33	10.41	11.90	11.5
Polisulfuro de Ca.	0.5	11.21	12.73	9.24	8.93	10.5
Polisulfuro de Ca.	1	9.21	10.57	10.51	11.89	10.5
Azufre	0.5	9.79	12.43	11.76	10.75	11.1
Azufre	1	10.85	11.23	12.88	10.94	11.4

Promedio 11.533

C.V. 12.71 por ciento

este mismo análisis para el rendimiento total, como se ve en el cuadro 4.11, en donde no hubo diferencia significativa entre los mejoradores estudiados. En el cuadro 4.12 se reporta la producción, la que oscila entre 24,193 y 32,812 kg/ha con un coeficiente de variación de 16.50 por ciento, lo cual nos indica que los resultados en general son confiables; en ese mismo cuadro se observa una diferenciación en base a calidad comercial en porcentaje de tubérculo de primera, segunda, tercera y mono.

A pesar de que estadísticamente se consideran iguales, la producción se encontró que los tratamientos de mayor producción están relacionados en cierta forma con el fósforo en el caso de la gallinaza contiene un 1.5 por ciento de este elemento, tanto de dátil y perlita niveles bajos actúan físicamente protegiendo el fertilizante fosfórico aplicado del alto poder de fijación existente en estos suelos, también el polisulfuro de calcio y azufre con sus modificaciones en la reacción del suelo, contribuyendo a la liberación del fósforo aprovechable para la planta. Se observa que los más bajos rendimientos se presentan con los mejoradores composta, estiércol bovino y caprino, con sus dos dosis, los niveles bajos de vermiculita y gallinaza, así como perlita nivel alto.

Los tratamientos de mayor porcentaje en producción con tubérculos de primera y segunda calidad, los cuales son los que tienen mayor demanda en el mercado son los tratamientos con estiércol caprino 5 y 10 ton/ha, vermiculita 2 ton/ha, tanto de dátil 5 ton/ha y polisulfuro de calcio 0.5 ton/ha,

CUADRO 4.11. Análisis de varianza para los datos de producción total en kg/parcela útil para el experimento realizado en el Municipio de Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. 05
Repeticiones	3	81.409	27.136	2.245 NS*	2:78
Tratamientos	18	308.031	17.113	1.245 NS	1.81
Error	54	652.456	12.083		
Total	75	1041.896			

C.V. = 16.5 por ciento

* No significancia

CUADRO 4.12. Tratamiento, rendimiento total, promedio y porcentajes de tubérculo en base a calidad. - Saltillo, Coahuila, Ciclo P.V. 1984.

Tratamiento	Dosis Ton/ha.	Rendimiento Total (kg/ha)	-----Porcentajes-----			
			1	2	3	Yono
Gallinaza	2	32,812	50.3	23.9	12.3	13.5
Tamo de dátil	5	32,753	52.7	24.7	11.0	16.6
Perlita	1	31,454	50.0	24.8	10.1	15.1
Polisulfuro de Ca	0.5	30,902	50.7	30.3	11.4	7.6
Polisulfuro de Ca.	1	30,511	44.5	24.7	12.7	18.1
Azufre	1	30,435	39.0	19.8	16.9	24.8
Azufre	0.5	30,035	49.1	24.6	11.6	14.7
Testigo	0	29,295	43.0	30.5	12.8	13.7
Tamo de dátil	10	28,864	33.1	31.5	12.7	22.7
Vermiculita	2	28,846	45.6	30.6	8.9	11.9
Composta	4	28,414	40.3	23.9	12.3	13.5
Est. Caprino	5	28,397	49.4	27.0	9.9	13.7
Perlita	2	27,742	39.6	30.4	12.9	17.1
Est. Caprino	10	26,376	44.3	31.7	11.5	12.5
Gallinaza	1	26,137	43.7	24.2	17.2	15.9
Vermiculita	1	25,705	48.0	26.6	11.1	14.3
Composta	2	25,705	48.0	26.6	11.1	14.3
Est. Bovino	4	24,560	34.5	17.6	18.2	27.7
Est. Bovino	10	24,193	45.2	26.8	19.4	17.6

Promedio 28,616

C.V. = 16.50 porciento

superando de un 2.5 a 7.5 por ciento al testigo sin aplicación de mejorador, estos materiales tienen en particular que son voluminosos, propiciando un buen desarrollo del tubérculo, con excepción del polisulfuro de calcio 0.5 ton/ha.

Una de las posibles causas por las que no hubo diferencia significativa en rendimiento entre los tratamientos, puede ser debido a la incidencia del tizón tardío, que afectó la parcela experimental en forma perpendicular a la distribución de las repeticiones y también fue favorecido por su localización el testigo del productor.

Análisis Económico

Al no encontrar diferencia en rendimiento entre tratamientos se procedió a realizar el análisis económico en el cuadro 4.13, se observa el análisis de dominancia de acuerdo a Perrin et al. (1976) en donde se han descartado los tratamientos de costos de insumos altos y rendimientos bajos, haciéndose notorio la diferencia entre los tratamientos en cuanto a beneficio neto. En el cuadro 4.14 se observa el análisis marginal según el mismo autor y se tiene que aplicando 5 ton/ha de tamo de dátil obtenemos una tasa de retorno marginal de \$ 267.47, es decir, que por cada peso invertido obtenemos la mencionada cantidad.

CUADRO 4.13. Análisis económico de los tratamientos estudiados en el cultivo de papa de acuerdo al método de Perrin et al. (1976). Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Tratamiento	Dosis ton/ha.	Ingreso total (%)	Costos variables + costos fijos (\$)	Beneficio Neto (\$)
Tamo. de dátil	5	1:123,884.70	367,624.09	756,260.60
Gallinaza	2	1:101.991.00	362,848.62	739,142.38
Polisulfuro de Ca	0.5	1:079,746.80	386,354.60	693,392.20
Perlita	1	1:051,192.70	427,365.33	623,827.37
Azufre	0.5	999,805.08	386,994.18	612,810.90
Testigo	0	962,077.10	254,186.55	607,890.55

Ingreso total = Rendimiento X precio de campo (de acuerdo a la calidad del tubérculo)

Costos variables = Costo de los mejoradores de suelo + Transporte + Aplicación

Costos fijos = Costos de insumos aplicados en forma homogénea al experimento.

Beneficio neto = Ingreso total - (costos variables + costos fijos)

CUADRO 4.14. Análisis marginal de los mejoradores de suelo dominantes.
Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1984.

Beneficio Neto \$/ha	Tratamiento	Costos variables \$/Ha.	Cambio con respecto al beneficio neto		
			Incremento marginal en beneficio neto (\$/ha)	Incremento marginal en costo variable (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
756,260.61	TD-0	12,000.00	17,118.23	6.400	267.47 por ciento
739,142.38	5-0	5,600.00	45,750.18	21,900	
693,392.20	PF-0	27,500.00	69,564.83	40,781.25	
623,827.37	P-0	68,281.25	11,016.47	39,781.25	27.69 por ciento
612,810.90	A-0	28,500.00	4,920.35	28,500.00	17.26 por ciento
608,890.55	T	0	-	-	-

CONCLUSIONES

La adición de materiales orgánicos y minerales al suelo genera un mejoramiento de las propiedades físicas de éste. La densidad aparente, disminuye conforme se aumentó la dosis de estos materiales. El porcentaje de agregación en el suelo y la humedad aprovechable se incrementaron al aumentar la cantidad de mejorador orgánico y vermiculita.

Los tratamientos estudiados afectaron favorablemente el contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, también existieron modificaciones benéficas para capacidad de intercambio catiónico y pH existiendo una disminución más marcada a los 167 días después de la siembra, para este último.

Los parámetros evaluados en el desarrollo de la planta no tuvieron diferencias notorias.

El rendimiento fue enmascarado por el ataque de tizón tardío por lo que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los mejoradores de suelo más sobresalientes bajo las condiciones que prevalecieron en el experimento fueron: gallinaza 2 ton/ha, tamo de dátil 5 ton/ha, perlita 1 ton/ha, polisulfuro de calcio 0.5 y 1 ton/ha, azufre 1 y 0.5 ton/ha. El análisis económico nos indica que el mejorador más sobresaliente es el tamo de dátil 5 ton/ha con una tasa de retorno marginal de 264.67 por ciento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante el ciclo agrícola primavera - verano de 1984, estableciéndose éste en el rancho "El Aguatoche", localizado en el Municipio de Saltillo, Coahuila. El objetivo principal de la presente investigación fue la evaluación del efecto de nueve mejoradores de suelo sobre propiedades físicas y químicas del suelo y sobre el desarrollo del cultivo de papa.

Los mejoradores de suelo estudiados y sus dosis fueron: los orgánicos: estiércol bovino, estiércol caprino y tamo de dátil en 5 y 10 ton/ha, composta 2 y 4 ton/ha y gallinaza 1 y 2 ton/ha; los mejoradores inorgánicos son vermiculita y perlita en 1 y 2 ton/ha y polisulfuro de calcio y azufre con 0.5 y 1 ton/ha. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo la parcela experimental de seis surcos de 5 m de largo.

Las propiedades físicas son modificadas favorablemente por los mejoradores orgánicos en cuanto a porcentaje de agregación y humedad aprovechable en donde se observa un efecto ascendente al aumentar la dosis del mejorador; además de los orgánicos, los minerales generan cambios importantes en la densidad aparente, teniéndose un efecto inverso a la aplicación de estos materiales.

Respecto a las propiedades químicas, el análisis intermedio del fósforo se observó que en general todos los mejoradores aumentan el contenido de este elemento con excepción de las dosis altas de los estiércoles bovino y caprino y la dosis baja de composta. En el análisis final se detectaron valores arriba de 112.5 kg/ha en todos los mejoradores de suelo. La materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico tienen una tendencia similar, ya que conforme se elevan las dosis de mejoradores orgánicos se incrementan estos parámetros. En cuanto al pH, conforme pasa el tiempo a partir de cuando se aplicó el acidificante tiende a disminuir siendo más notorio a los 167 días después de la siembra. El nitrógeno total por el método Kjeldahl presenta resultados confusos. Sin embargo, al calcular el nitrógeno en base a la materia orgánica observamos incrementos al aumentar la dosis de mejoradores orgánicos.

La evaluación de las diferentes etapas de desarrollo del cultivo no fueron significativamente modificadas por los tratamientos evaluados.

Los rendimientos obtenidos de los diferentes tratamientos al hacer un análisis estadístico no se detectó diferencia significativa entre éstos, siendo una causa posible de esto el ataque del tizón tardío a una parte del lote experimental. Sin embargo, los mejoradores de más rendimientos se encuentran relacionados con el fósforo. El mayor porcentaje de tubérculo de primera y segunda calidad se encontró en los mejoradores estiércol bovino, vermiculita 2 ton/ha, tamo de

α

dátil 5 ton/ha y polisulfuro de calcio 0.5 ton/ha. El análisis económico demuestra que la aplicación de materiales de costo elevado es incosteable.

LITERATURA CITADA

- Aina, P.O. y E. Egolum. 1980. The effect of cattle feedlot manure and inorganic fertilizer on the improvement of subsoil productivity of iwo soil. Soil Sci. 129. (4) p. 112-117.
- Abbot, J.L. y T.C. Tucker. 1973. Persistence of manure phosphorus availability in calcareous soil. SSSAP 37:60-62.
- Aguirre, A.J. 1963. Suelos, abonos y enmiendas. DOSSAT. Madrid. p. 152-154.
- _____. 1977. Quinientos consejos agrícolas. Mundo - prensa. Madrid. p. 99.
- Bear, F.E. 1963. Suelos y fertilizantes. 2a. Ed. Editorial Omega. España. p. 352-371.
- Black, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. Tomo II. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. p. 515-519.
- _____. 1979. Methods of soil, chemical and microbiological properties. Agronomy No. 9 Part II. American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A. p. 294-899, 920-921, 1036-1178, 1397-1400.
- Borov, L.I. 1977. Cultivos de tubérculo del trópico. Ed. O.D.H. Universidad Patricio Lumumba. Moscú. p. 25-36.
- Buckman, H.O. y C.N. Brady. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1a. Ed. Montaner y Simon. España.
- Caballero C., H.M. 1981. Manual teórico práctico de uso y conservación del agua. Depto. de Riego y Drenaje. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila. p. 10-17.
- Casseres, E. 1971. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. Lima, Perú. p. 280-281.
- Cepeda, D.J.M. 1984. Uso de isotermas de adsorción de fósforo para estimar requerimientos de fertilizante fosfórico en el cultivo de papa en un suelo calcáreo. Tesis Maestría U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 68 p.

- C.E.T.E.N.A.L. 1970. Huachichil G14C44. Cartas de uso potencial, uso del suelo y edafológicas. México, D.F.
- Chao, T.T., M.E. Harward y S.C. Fang. 1962. Soil constituents and properties of the adsorption of sulfate ions, Soil Sci. 94:281-282.
- Clement, L. 1973. Sulfur increases availability of phosphorus in calcareous soil. SSSAJ 40(2):220-225.
- Colling, G.H. 1958. Fertilizantes comerciales. 1a. Ed. Editorial Salvat, S.A. Barcelona, España. p. 196, 242-243.
- Collis-George, N., B.G. Davey y D.E. Smiles. 1971. Suelo, atmósfera y fertilizantes. Fundamentos de Agricultura Moderna. 1a. Ed. AEDOS. Barcelona. p. 169-173.
- Cooke, G.W. 1975. Fertilizing for maximum yield. Grosby lockwood staples. London. p. 214-220.
- _____. 1964. Fertilizantes y sus usos. Ed. Continental. México. p. 73-74.
- Delorit, J.R. y H.L. Ahlgren. 1976. Producción agrícola. Ed. Continental. México. p. 276-277.
- Fabiani, L. 1967. La patata. Ed. AEDOS. Barcelona, España. p. 13,14,35-40,89.
- García de M., E. 1967. Apuntes de climatología. U.N.A.M. y de la Universidad Autónoma Metropolitana. México. D.F. p. 103-116.
- García, R.A. 1959. Horticultura. Ed. Salvat. Barcelona, España. p. 195-200.
- Gaucher, G. 1971. Tratado de pedología agrícola, el suelo y sus características agronómicas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. p. 242-245.
- Gavande, S.A. 1972. Física de suelos. Principios y aplicaciones. Ed. LIMUSA. México. p. 135-155.
- Harris, P.M. 1978. The potato crop; the scientific basis for improvement. Chapman and Hall. London. p. 338-339.
- Ignatieff, V. y H.J. Page. 1969. El uso eficaz de los fertilizantes. Ed. Corr y Aum Italia ONU FAO. Estudios Agropecuarios. p. 164-165.

- Jacobs, H.S., R.M. Reed, S.J. Thien y L.V. Withee. 1971. Soil laboratory exercise source book. American Society of Agronomy Wisconsin. p. 39.
- Janick, J. 1972. Horticultural science. 2a. Ed. Freeman. San Francisco. p. 512-513.
- Kononova, M.M. 1982. Materia orgánica del suelo; su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Oiko Tau. Barcelona. p. 124-129.
- León, A.R. 1984. Nueva edafología. Regiones tropicales y áreas templadas de México. Ed. Gaceta, México. p. 122-141.
- León, G.A. 1968. Fundamentos científicos naturales de la producción agrícola. 2a. Ed. Salvat. Barcelona. p. 294-299.
- Loperena, S.C. 1984. Evaluación de diferentes métodos de labranza y técnicas de control de malezas en el cultivo de la papa Solanum tuberosum L., en el Municipio de Saltillo, Coah. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Coahuila, México. 62 p.
- Martínez, H.J.J. 1977. Estudios preliminares sobre la eficiencia de la gallinaza como fertilizante para varios cultivos hortícolas. Tesis U.A.CH. México. 13 p.
- Meek, B.D., L.E. Graham, T.S. Donovan and K.S. Mayberry. 1979. Phosphorus availability in a calcareous soil after high loading rates of animal manure. SSSAJ 43:741-743.
- Méndez G., V. 1982. Efecto de mejoradores del suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo de cultivo de papa en un suelo de pH alcalino. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, México. 99 p.
- Millar, C.E., L.M. Turk y H.D. Foth. 1972. Fundamentos de la ciencia del suelo. Ed. Continental, México. p.62-64.
- Montes C., F. 1977. Apuntes del curso de horticultura. FAUANL. San Nicolás de los Garza, N.L. p. 83-85.
- Narro F., E. y V. Méndez G. 1982. Efecto de mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de la papa en un suelo de pH alcalino. XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México. 20 p.

- Narro F., E. 1984a. Apuntes del curso de análisis físico del suelo y planta. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Narro F., E. 1984b. Mejoradores de suelos calcáreos y fertilización fosfatada en el cultivo de la papa. Re - vista de investigación de la UAAAN (en impresión). Saltillo, Coahuila. 19 p.
- Navarro, G.L. et al. 1962. Fertilidad de algunos suelos de la sierra tarasca. Agr. Tec. en México. 12:23-28.
- Neguti, I. y D. Scurutu. 1976. Investigation of the efficiency of arganominenal fertilizers for potatoes for awtumn-winter use grown with irrigation, soil and fertilizers. 42(2) p. 119-120.
- Ortega T., E. 1978. Química de suelos. Ed. PATENA. U.A.CH. Chapingo, México. p. 43-58.
- Olsen, R.J., R.F. Hernsler y O.J. Attoe. 1970. Effect of manure application, aereation and soil pH on soil nitrogen transformation and on certain test values. SSSAP 34:222-225.
- Ortíz F., P. 1983. Efecto de cuatro niveles de vermiculita y cuatro dosis de fertilizante fosfatado sobre el desarrollo y rendimiento de la papa en Navidad, N.L. Tesis Maestría U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. Méxi co. 63 p.
- Ortiz V., B. 1977. Fertilidad de suelos. U.A.CH. Chapingo, México. p. 180-181.
- Ortíz, V.B. y C.A. Ortíz S. 1980. Edafología. U.A.CH. Méxi co. p. 290-294.
- Ostle, B. 1965. Estadística aplicada. Editorial LIMUSA. Mé xico. p. 399-409.
- Parsons, D.B. 1982. Manual de educación agropecuaria. Pa - pas. Ed. SEP/Trillas. México. p. 17.
- Pastor, F. 1967. Diez temas sobre la patata. Magisterio de Agricultura. Madrid, España. p. 20-23.
- Perrín, R.K., D.L. Winkelman, D.R. Moscardi y J.R. Anderson 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evalua ción económica. Folleto misceláneo No. 27. CIMMYT. México, D.F. 54 p.
- Personal del Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. editor Richard L.A. 1962. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. LIMUSA. México.p.85-88

- Polisulfuros de México. 1983. Tierra fértil. México, D.F. 10 p.
- Planta Industrializadora de Desperdicios Sólidos Urbanos. 1983. Compost, mejorador orgánico de suelos. Monterrey, N.L. México. 4 p.
- Rojas, G.M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. Ed. Mc Graw Hill México. p. 192-193.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA. México. p. 237-261.
- Sánchez, G.L. 1974. Guía del agricultor. 2a. Ed. AEDOS. Barcelona. p. 112-113.
- S.A.R.H. Dirección General de Economía Agrícola. 1970. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. S.P.P. México, D.F. p. 190.
- S.A.R.H. Dirección General de Economía Agrícola. 1980. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. S.P.P. México, D.F. p. 177.
- S.A.R.H.-I.N.I.A.-C.I.A.B. 1982. Guía para la asistencia técnica. Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental de la Sierra Tarasca. p. 45-49.
- S.A.R.H.-I.N.I.A.-C.I.A.M.E.C. 1981. Guía para la asistencia técnica. Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental del Valle de México. Chapingo, México. p. 45-51.
- Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los E.U.A. 1983. Relación entre Suelo-Planta-Agua. Ed. Diana. p. 62-63.
- Shalhevret, J., A. Mantell, H. Bielorai y D. Shinshi. 1981. Irrigation of field and orchard crops under semi arid conditions. 2nd. revised edition. I.I.I.C. Publication No. 1. Canada. p. 63-70.
- Silva, C.M. 1981. Unidades de suelo. Ed. CECSA. México, D.F. p. 29.
- Stewart, B.A. 1982. El efecto del estiércol sobre la calidad del suelo. En: Castellanos, J.Z. y J.L. Reyes (eds) La Utilización del estiércol en la Agricultura. ITESM. Torreón, México. p. 69-76.
- Strickling, E. 1955. Relationship of porosity to water stability in Beltsville soil aggregates. Soil Sci. 43:449-457.

- Strimbu, I. 1983. Apuntes del curso de Agrotecnia. Depto. de Suelos. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Talavera, R. 1983. Factores que afectan el rendimiento de un cultivo de papa. *Miliciades*. 2(1):42-47.
- Talburt, W.F. y O. Smith. 1975. *Potato processing*. 3rd. Ed. Wesport Com. U.S.A. p. 1-10.
- Tamhane, R.V., D.P. Motiramani y Y.P. Bali. 1978. *Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales*. Ed. Diana. México. p. 231-247.
- Teuscher, H. y R. Adler. 1965. *El suelo y su fertilidad*. Ed. Continental S.A. México. p. 313-314.
- Tisdale, S.L. y V.L. Nelson. 1966. *Soil fertility and fertilizers*. 2nd. Ed. Mac Millan Company N.Y. p. 329-330.
- Wilson, A.R. y J.C. Cullen. 1971. *Producción comercial de patatas y su almacenamiento*. Zaragoza. p. 15-18, 92-96.