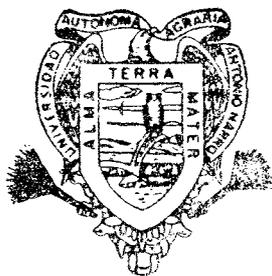


EFECTO DE SEIS MEJORADORES DE SUELO EN EL
DESARROLLO DEL CULTIVO DE PAPA EN UN
SUELO ALCALINO

ALEJANDRO CARREON PEREZ

T E S I S

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.

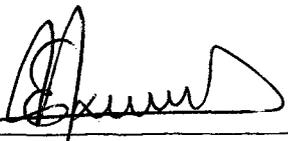
Octubre de 1985

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

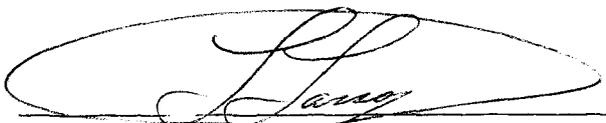
MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD EN SUELOS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:

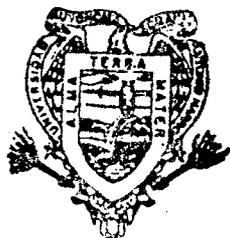

Dr. Eduardo Alberto Narro Farías

Asesor:


Ing. M. C. Luis Miguel Lasso Mendoza

Asesor:


Ing. M. C. Javier Santiago Silveyra



BIBLIOTECA
GIDIO G. REBONATO
ANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.


DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
Subdirector de Asuntos de Postgrado

COMPENDIO

Efecto de seis mejoradores de suelo en el desarrollo del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en un suelo alcalino.

POR

ALEJANDRO CARREON PEREZ

MAESTRIA

SUELOS

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

Dr. Eduardo A. Narro Farías - asesor -

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

El objetivo principal de este estudio fué evaluar el efecto de cuatro mejoradores no acidificantes y dos mejoradores acidificantes en forma única como en combinación de estos para así observar y evaluar el comportamiento de estos mejoradores en el desarrollo del cultivo de papa y obtener mejores rendimientos.

Los mejoradores estudiados fueron: estiércol bovino, humo de dátil, vermiculita, perlita, polisulfuro de calcio y azufre, los cuales fueron aplicados al fondo del surco al momento de la siembra.

La incorporación de los mejoradores incrementa el contenido de nitrógeno, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico. Respecto al fósforo y potasio, se observó un decremento en cuanto al contenido de estos

nutrientes. Así como también la conductividad eléctrica - y la densidad aparente se vió disminuída. Respecto al pH, se mantuvo constante pero se puede pensar que si presentó disminuciones pero no fué posible detectarlas, ya que el - muestreo se realizó después de cosechar.

En cuanto a los parámetros evaluados en el desarro - llo del cultivo, no se encontraron diferencias significati - vas.

Los rendimientos de papa obtenidos bajo las dife - rentes combinaciones de mejoradores tuvieron efectos alta - mente significativos sobre la producción y calidad de tu - bérculo, destacando los tratamientos de estiércol solo y - la combinación de estiércol con azufre, siendo el de es - tiércol solo el que mejor se comportó a lo largo de todo - el ciclo del cultivo.

ABSTRACT

Effect of six soils improvements of the potato (Solanum Tuberosum L.) cultivation development in an alkaline soil

BY

ALEJANDRO CARREON PEREZ

MASTER DEGREE

SOILS

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

Dr. Eduardo A. Narro Farías - adviser -

Key words: potato, soils improvement, alkaline soil

The main objective of this study was to evaluate effect of four soils improvement with acidifier so that combining both we could observe and evaluate the behavior of the potato cultivation development and obtain a better yield.

The improvements were: dung cattle, dust date, sm pearl, calcium polisulfure and sulphur which were applied the bottom of the furrow at seeding time.

The application of the improvements increased the nitrogen, organic matter and cationic capability interchange content. Regarding phosphorus and potassium we could observe that the total content of these nutrients decreased, as well as the electric conductivity. In respect of the pH level it was constant, but it decreasing was present it was impossible to detect it since the sampling was done after harvesting.

According parameters evaluated, don't find significant differences.

The potato yielding get under different improvement combinations had a highly significant effect above tuber production and quality detaching the dung cattle and the combination of dung cattle and sulphur treatments resulting the best treatment along the crop cycle the one of cattle dung alone.

RECONOCIMIENTO

Para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme otorgado la beca para poder realizar mis estudios de Maestría.

Para la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por haberme brindado la oportunidad de superarme profesionalmente, así como la beca que hizo posible mis estudios de Maestría.

Para el Dr. Eduardo A. Narro Farías, por la orientación recibida durante mis estudios y por su valioso apoyo brindado en la elaboración, conducción y revisión del escrito.

Para el Ing. M.C. Luis Miguel Lasso Mendoza, por la asesoría y revisión del escrito.

Para el Ing. M.C. Javier Santiago Silveyra Medina, por la asesoría y revisión del escrito.

Para el Ing. Rodolfo García Molar por su apoyo brindado en el análisis estadístico del trabajo.

Para el Dr. Armando Campos Vela, por haberme brindado las facilidades en el establecimiento del presente estudio.

Para el Ing. Merced Contreras Niño por su ayuda incondicional en la conducción del trabajo de campo.

Para las laboratoristas, Paty, Lucía y Carmen por su valiosa ayuda para los análisis en las muestras de suelo.

DEDICATORIA

A mis padres: Alberto Carreón Sánchez y Esther Pérez de Carreón, quienes con su vida de intenso trabajo y sacrificio me han dado con amor y abnegación la oportunidad de ser útil a la sociedad.

A mis hermanas: Sofía, Luis, Mercedes, Gricelda, Alberto, Gabriel y Jorge; por cuyas venas corre la misma sangre que en las mías, de quienes he recibido comprensión, amor y respeto y a quienes correspondo en igual forma.

A mi esposa: Paty, de quien siempre he recibido amor, comprensión y estímulo.

A esos chiquillos que llevan por nombre Xochitl, Netzahualcoyotl, Tezozomoc, Citlaly, Carlitos y Jorge Alejandro y que además, también se llaman sobrinos.

A mis amigos: Ing. Miguel Angel Martínez Ortega e Ing. Rodolfo Nieto Ledezma, por su inapreciable amistad.

A mis Maestros y Compañeros de Postgrado

Ante el temor de ser injusto por dejar
de nombrar a todas las personas que
siempre me han ayudado, y más ahora
que con este trabajo culmino otra eta-
pa de mi lucha por ser más útil a la
sociedad en que me desenvuelvo, creo
que la mejor forma de agradecerse los,
es por medio de este bello verso de
Violeta Parra:

Gracias a la vida que me ha dado
tanto, me ha dado el sonido del
abecedario; con el, las palabras
que pienso y declaro.

Cuando miro el fruto del cerebro
humano.

INDICE DE CONTENIDO

	página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
I. INTRODUCCION	1
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA PAPA..	5
2.1.1. ORIGEN E HISTORIA	5
2.1.2. IMPORTANCIA ECONOMICA	6
2.1.3. DESCRIPCION DE LA PLANTA	7
2.1.4. CALIDAD DEL TUBERCULO	8
2.1.5. CONDICIONES AMBIENTALES.....	10
2.2. REQUERIMIENTOS GENERALES DEL CULTIVO..	10
2.2.1. REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES...	10
2.2.2. REQUERIMIENTOS DE AGUA	12
2.2.3. LUZ Y TEMPERATURA	14
2.3. LABORES CULTURALES	16
2.3.1. GENERALIDADES	16
2.3.2. CONTROL QUIMICO DE MALAS HIER - BAS.....	17
2.3.3. PLAGAS Y ENFERMEDADES	17
2.3.4. PREPARACION DEL TERRENO.....	18
2.4. FOSFORO	19
2.4.1. GENERALIDADES DEL FOSFORO	19
2.4.2. FORMAS DE FOSFORO EN LOS SUELOS	20
2.4.3. DISPONIBILIDAD DE FOSFORO PARA LAS PLANTAS	22
2.4.4. FIJACION DEL FOSFORO	23

	página
2.4.5. INVESTIGACIONES REALIZADAS SOBRE FERTILIZACION	25
2.5. MEJORADORES DE SUELOS	30
2.5.1. GENERALIDADES	30
2.5.2. MEJORADORES ORGANICOS DEL SUELO. ✓	30
2.5.3. ESTIERCOL ✓	33
2.5.4. INVESTIGACIONES REALIZADAS SOBRE LA APLICACION ESTIERCOL	34
2.5.5. EFECTO SOBRE PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO	37
2.5.6. GENERALIDADES DE LA M.O. EN EL SUELO	38
2.6. ✓ GALLINAZA	40
2.6.1. GENERALIDADES	40
2.6.2. INVESTIGACION REALIZADA SOBRE LA APLICACION DE GALLINAZA	41
2.7. AZUFRE	44
2.7.1. GENERALIDADES DEL AZUFRE	44
2.7.2. EL AZUFRE EN LA AGRICULTURA.....	45
2.7.3. EL CICLO DEL AZUFRE	46
2.7.4. EL AZUFRE EN EL SUELO	47
2.7.5. EL AZUFRE COMO MEJORADOR	48
III. MATERIALES Y METODOS	51
3.1. LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL ...	51
3.2. SUELOS	51
3.3. CLIMA	52

	página
3.4. AGUA DE RIEGO	54
3.5. DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	54
3.6. PREPARACION DEL TERRENO, APLICACION DE TRATAMIENTOS Y SIEMBRA.....	58
3.7. PRACTICAS CULTURALES	60
3.8. EVALUACION DE LOS TRATAMIENTOS	61
3.8.1. CAMBIOS INDUCIDOS EN EL SUELO.	61
3.8.2. DESARROLLO VEGETATIVO	62
3.8.3. PRODUCCION DE MATERIA SECA....	62
3.8.4. PRODUCCION Y CALIDAD DE TUBER- CULO	62
3.8.5. MODELOS ESTADISTICOS EMPLEADOS	63
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	65
4.1. CRONOLOGIA DEL EXPERIMENTO	65
4.2. CAMBIOS INDUCIDOS EN EL SUELO	65
4.2.1. REACCION DEL SUELO (pH).....	66
4.2.2. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE)..	68
4.2.3. MATERIA ORGANICA (M.O.).....	69
4.2.4. NITROGENO TOTAL (N.T).....	73
4.2.5. FOSFORO APROVECHABLE	75
4.2.6. POTASIO INTERCAMBIABLE	77
4.2.7. CARBONATOS TOTALES	79
4.2.8. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIO NICO	79

	págin
4.3. DESARROLLO VEGETATIVO	82
4.3.1. ALTURA DE PLANTA	82
4.4. PRODUCCION DE MATERIA SECA	84
4.5. PRODUCCION Y CALIDAD DE TUBERCULO	89
4.5.1. ANALISIS DE LOS RENDIMIENTOS.....	89
4.6. ANALISIS ECONOMICO	108
V. CONCLUSIONES	114
VI. RESUMEN	117
VII. BIBLIOGRAFIA	121

INDICE DE CUADROS

	página
CUADRO 2.1. VALORES PORCENTUALES DE N, P ₂ O ₅ Y K ₂ O CONTENIDOS EN ALGUNAS SUSTANCIAS ORGA NICAS	32
CUADRO 2.2. RIQUEZA MEDIA EN ELEMENTOS FERTILIZAN TES DE DISTINTOS TIPOS DE ESTIERCOL. (KILOGRAMOS POR CADA 1,000 KG DE ES - TIERCOL).....	35
CUADRO 3.1. ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO REA LIZADO AL INICIO DEL ESTABLECIMIENTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION. RANCHO "EL AGUATOCHÉ", SALTILLO, COAHUILA. - CICLO P.V. 1983.....	53
CUADRO 3.2. ANALISIS DE LAS AGUAS DE RIEGO DEL - RANCHO "EL AGUATOCHÉ", MUNICIPIO DE - SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983..	55
CUADRO 3.3. FACTORES ESTUDIADOS EN LA INVESTIGA - CION REALIZADA SOBRE EL CULTIVO DE PA PA EN EL RANCHO "EL AGUATOCHÉ". SALTI LLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983.....	56
CUADRO 3.4. LISTA DE TRATAMIENTOS GENERADOS DE LA PARCELA GRANDE (A) CON LOS FACTORES - DE PARCELA CHICA (B)	57
CUADRO 4.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINA CION DE pH EN EL SUELO TRATADO CON - COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTI - LLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1987.....	67

CUADRO 4.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN EL SUELO TRATADO CON COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983	70
CUADRO 4.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA EN EL SUELO TRATADO CON COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. - 1983.....	72
CUADRO 4.4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL EN EL SUELO - TRATADO CON COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. - 1983.....	74
CUADRO 4.5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE FOSFORO APROVECHABLE EN EL - SUELO TRATADO CON COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983.....	78
CUADRO 4.6. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE POTASIO INTERCAMBIABLES A UN SUELO TRATADO CON COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983.....	80

	pagina
CUADRO 4.7. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE CARBONATOS TOTALES EN EL SUELO TRATADO CON COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983	81
CUADRO 4.8. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO EN EL SUELO TRATADO CON LAS COMBINACIONES DE MEJORADORES. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P. V. 1983.....	83
CUADRO 4.9. VALORES PROMEDIO DE LA ALTURA DE LA PLANTA DE PAPA OBSERVADAS A LOS 56, 68 y 84 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA. SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983..	85
CUADRO 4.10 PRODUCCION DE MATERIA SECA (TON/HA) DE FOLLAJE, TUBERCULO Y TOTAL NUMERO DE TUBERCULOS Y NUMERO, LONGITUD Y GROSOR DE TALLOS, ESTIMADOS DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN EL CULTIVO DE PAPA EN EL RANCHO "EL AGUATOCHE", MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. (MUESTREO DEL 23 DE AGOSTO DE 1983).....	88
CUADRO 4.11 RENDIMIENTO MEDIO DE TUBERCULO DE PRIMERA, SEGUNDA, TERCERA Y TOTAL (TON/HA) DE LOS 15 TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN EL RANCHO "EL AGUATOCHE", MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. P.V. 1983.	90

	página
CUADRO 4.12. CONCENTRACION DE DATOS DEL RENDI - MIENTO TOTAL DE PAPA EN TON/HA OBTE NIDOS EN LOS 15 TRATAMIENTOS ASI CO MO EN CADA REPETICION (CICLO P.V. - 1983).....	91
CUADRO 4.13. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIEN - TO TOTAL DE TUBERCULO EN TONELADAS - POR HECTAREA (CICLO P.V. 1983).....	95
CUADRO 4.14. DIFERENCIA ENTRE MEDIAS Y CONCLU - SION DE LA PRUEBA DMS, PARA RENDI - MIENTO TOTAL DE PAPA. RANCHO "EL - AGUATOCHÉ", MUNICIPIO DE SALTILLO,- COAHUILA.	96
CUADRO 4.15. CONCENTRACION DE DATOS DEL RENDI - MIENTO DE PAPA DE PRIMERA EN TON/HA DEL EXPERIMENTO.....	97
CUADRO 4.16. ANALISIS DE VARIANZA PARA PAPA DE - PRIMERA	99
CUADRO 4.17. DIFERENCIA ENTRE RENDIMIENTOS ME - DIOS (TON/HA) Y RESULTADOS DE LA - PRUEBA DMS PARA PAPA DE PRIMERA....	101
CUADRO 4.18. CONCENTRACION DE DATOS DEL RENDI - MIENTO DE PAPA DE SEGUNDA EN TON/HA DEL EXPERIMENTO	102
CUADRO 4.19. ANALISIS DE VARIANZA PARA PAPA DE - SEGUNDA.....	104

	página
CUADRO 4.20. DIFERENCIA ENTRE RENDIMIENTOS MEDIOS (TON/HA) Y RESULTADOS DE LA PRUEBA DMS PARA PAPA DE SEGUNDA.....	105
CUADRO 4.21. COMPARACION DE RENDIMIENTOS MEDIOS (TON/HA) EN LA INTERACCION (AxB) SUBRAYANDO VALORES ESTADISTICAMENTE IGUALES EN BASE A LA PRUEBA DMS PARA PAPA DE SEGUNDA.....	107
CUADRO 4.22. ANALISIS ECONOMICO PARA EL RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA, EN EL RANCHO "EL AGUATOCHE", MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. (PRECIO PAPA \$35,000.00 TONELADA).....	110
CUADRO 4.23. ANALISIS ECONOMICO PARA EL RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA DE PRIMERA, EN EL RANCHO "EL AGUATOCHE" MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. (PRECIO PAPA \$ 40,000.00 TONELADA).....	111
CUADRO 4.24. ANALISIS ECONOMICOS PARA EL RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA DE SEGUNDA, EN EL RANCHO "EL AGUATOCHE", MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. (PRECIO PAPA \$ 35,000.00 TONELADA).....	112
CUADRO 4.25. ANALISIS ECONOMICO PARA LA INTERACCION DEL FACTOR A POR EL FACTOR B EN PAPA DE SEGUNDA (PRECIO PAPA A \$ 35,000.00 TONELADA).....	113

INDICE DE FIGURAS

	página
FIGURA 3.1. PLANO DE CAMPO, DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	59
FIGURA 4.1. REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVOLU- CION DE LA ALTURA DE PLANTA EN LOS TRATAMIENTOS (1) BAJO ESTUDIO. CUL- TIVO DE PAPA, RANCHO "EL AGUATOCHE" MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. CI- CLO P.V. 1983	85
FIGURA 4.2. REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVOLU- CION DE LA ALTURA DE LA PLANTA EN - LOS TRATAMIENTOS DE PARCELA GRANDE BAJO ESTUDIO. CULTIVO DE PAPA, RAN- CHO "EL AGUATOCHE", MUNICIPIO DE - SALTILLO, COAHUILA. CICLO P.V. 1983	86

INTRODUCCION

El cultivo de papa esta ampliamente difundido en el mundo, en donde se le puede encontrar en distintas especies las cuales son utilizadas como producto alimenticio e industrial.

En nuestro país existen regiones importantes productoras de papa como son los Valles Altos de Toluca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Hidalgo. El Bajío y la Sierra de Chihuahua. Además de las anteriores existe una región que ha adquirido una gran importancia socioeconómica en los últimos años, a esta zona se le conoce como el Valle de Navidad, lo cual comprende parte de los Estados de Coahuila y Nuevo León y la superficie que ocupa dicha región es de aproximadamente 4000 ha, las cuales son dedicadas al cultivo de la papa en su totalidad.

En esta región se puede decir, que el sistema de explotación en la agricultura es altamente tecnificada, sin embargo, la utilización de maquinaria, insumos agrícolas y el manejo del suelo se esta haciendo por tradición y por la extrapolación de información de otras áreas, los rendimientos medios del cultivo de la papa en ésta es de alrededor de 20 ton/ha, la cual se estima como baja si consideramos lo que menciona Burton (1981), el cual afirma que se pueden

obtener rendimientos hasta de 90 ton/ha, producción que se puede obtener utilizando una técnica adecuada además de las condiciones ambientales favorables.

Aún cuando en esta región se utiliza un sistema altamente tecnificado los rendimientos son bajos lo cual se puede deber a que dichas técnicas no han sido ajustadas y adecuadas para las condiciones específicas de los suelos de esta región considerándose que los rendimientos se encuentran drásticamente limitados por el deficiente funcionamiento del suelo como un aportador de agua, nutrientes a la planta debido principalmente al alto contenido de carbonatos de calcio en forma de cristales por lo tanto su pH es alcalino, condiciones que están inhibiendo el adecuado desarrollo del tubérculo de la papa.

Como se aprecia en lo antes mencionado los principales problemas de la región en estudio son básicamente, la disponibilidad del agua, el alto contenido de carbonatos de calcio, su pH que es alcalino y por último quizá el más importante es la alta fijación del fósforo por este tipo de suelo.

De acuerdo con lo anterior se planteó llevar a cabo una serie de investigaciones para poder encontrar una alternativa y dar solución a estos problemas que afectan grandemente a la producción del cultivo de papa.

Así fue que en Enero de 1983 se planteó la presente investigación desarrollándose en el Rancho "El Aguatoche" - Municipio de Saltillo, Coahuila.

En dicha investigación se planteó estudiar el comportamiento del azufre y polisulfuro de calcio como factores únicos, así como en combinación con vermiculita, perlita, tamo de dátil y estiércol vacuno. Para evaluar lo anterior se utilizó un diseño en parcelas divididas.

De acuerdo con la problemática ya planteada los objetivos que se plantearon en la presente investigación fueron los siguientes:

- 1.1. Evaluar el efecto de los diferentes mejoradores en el desarrollo del cultivo de papa, en la producción y calidad del tubérculo.
- 1.2. Evaluar el efecto de los mejoradores sobre las propiedades físico-químicas del suelo en estudio.
- 1.3. Determinar la mejor combinación de mejoradores de suelo para reducir la fijación del fósforo aplicado como fertilizante, así como también la liberación del fósforo nativo del suelo.

Dado los objetivos ya mencionados la hipótesis que se generaron fueron los siguientes:

- 1.1. Dadas las características de los mejoradores utilizados se puede inducir cambios sustanciales y favorables en las propiedades físico-químicas del suelo con su adición repercutiendo en un aumento de la producción de papa.
- 1.2. La adición de mejoradores químicos-orgánicos propiciará una mejor disponibilidad del

fósforo que se encuentra fijado en este tipo -
de suelo aplicado como fertilizante.

II. LITERATURA REVISADA

2.1. Generalidades del cultivo de la papa.

2.1.1 Origen e Historia

Talburt y Smith (1975), mencionan que la papa es originaria de América del Sur, específicamente de los Andes de Perú, y señalan que este cultivo fué diseminado por todo el Sur y Centro de América México y algunas áreas del Sur de los Estados Unidos, por los conquistadores españoles. Dichos autores coinciden con Harris (1978), quien indica que los conquistadores españoles narran en sus crónicas de una gran cantidad de especies encontradas en América del Sur específicamente en los Andes del Perú y Bolivia.

Vavilov y Tschudi citados por Fabiani (1967) consideran más preciso individualizar dos centros de origen: uno situado en el Perú central-Ecuador y otro en el Sur de Chile.

En 1975 Wittmarck señala que el único centro de origen se encuentra en los Andes de América y que mucho más tiempo después, este cultivo se extendió a México, Virginia, etc. Este mismo autor señala que entre 1560-1570 después de la conquista del Perú y Chile, el cultivo de papa fué conducido a España y de ahí se difundió a todo el continente europeo.

Salamán (1946) y Haykes (1956), citados por Braver (1969), mencionan que las variedades más ampliamente cultivadas en todo el mundo, pertenecen a la especie Solanum tuberosum L. la cual se cree que es nativa de los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y el Noroeste de Argentina. Estos autores coinciden con Martín et al (1976), quienes reportan que efectivamente, la especie que es sembrada en casi todo el mundo es Solanum tuberosum, cuyo origen es América del Sur, y asumen que fué llevada a Europa por los Españoles, alrededor del año 1565, primeramente a Inglaterra e Irlanda, después se distribuyó a otros países de ese continente.

En 1972 Alsina señala que después de la carestía registrada durante 1745 y sobre todo en el período comprendido desde 1771-1772 adquirió gran auge el tubérculo de papa en la dieta alimenticia del pueblo europeo. Siendo hasta después de las primeras décadas del siglo pasado cuando el empleo de este cultivo tuvo un incremento sustancial por todas las partes del mundo.

2.1.2 Importancia económica.

En 1972 Alsina señala que los países más importantes en producción de papa son: la URSS, Polonia, Alemania Oriental, E.E.U.U., Checoslovaquia y gran Bretaña.

Así mismo en Estadísticas divulgadas por la ONU citadas por SARH (1982), señala que la producción mundial de papa en el año de 1980 fué de 225.7 millones de toneladas siendo los principales países productores: Rusia, que

tuvo el primer lugar mundial al igual que en otros años, - con una producción de 66.9 millones de toneladas representando un 29.6 por ciento del total mundial Polonia ocupó - el segundo lugar, con 26.4 por ciento millones de tonela - das, participando con el 11.69 por ciento; los Estados Uni - dos se situaron en tercer lugar con 13.6 millones de tone - ladas que representaron el 6.04 por ciento el cuarto lugar correspondió a China con 12 millones de toneladas con el - 5.5 por ciento siguiéndolo otros países tales como Repúbli - ca Federal Alemana, República Democrática Alemana, Fran - cia, India, Reino Unido, países bajos, España, Checoslova - quia, Japón, Rumania, Italia, México y otros.

Por lo que respecta a la participación de nuestro - país en el contexto mundial, para el año de 1970 la produc - ción obtenida fué de 422.000 toneladas, correspondiéndole el 0.14 por ciento de la producción mundial, observándose un incremento gradual año con año de tal manera que en - 1980 la producción fué de 902,000 toneladas y su porcenta - je de participación alcanzó el 0.34 por ciento.

2.1.3 Descripción de la planta

Delorit y Ahlgren (1976), la describen como una - planta anual reproducida asexualmente por tubérculos o se - xualmente por el desarrollo de semillas en los frutos, de tallos herbáceos, erectos, ligeramente vellosos, ramifica - dos y de 30 a 60 cm de longitud. Hojas compuestas, con - varios folios opuestos y uno grande terminal, vellosas y - de unos 10 cm de longitud. Inflorescencia tipo cima, -

compuestas de terminal con pedúnculos largos, varían de color siendo los más comunes los blancos, rosas, lilas y púrpuras.

Los estolones, que se desarrollan en las porciones subterráneas de los tallos, varían de longitud desde 2.5 cm a 10 cm, los tubérculos se desarrollan en el extremo del estolón, en realidad éstos no son más que tallos modificados, cada tubérculo tiene tres o más yemas, de las cuales se obtiene el nuevo crecimiento al sembrar las papas.

El tamaño de los tubérculos depende de la variedad, el suelo y las condiciones climáticas, pueden variar de forma, ordinariamente son redondos, ovados o alargados, su piel puede ser lisa, áspera o coriácea, siendo los colores más comunes el blanco, rojo y amarillo. Su constitución varía entre un 75 a 80 por ciento de agua, de un 12 a un 20 por ciento de almidones, de 1.5 a 2 por ciento de proteína y el 3 por ciento restantes de fibras minerales.

2.1.4 Calidad del Tubérculo

La calidad de los tubérculos representa un conjunto de caracteres dentro de los cuales son particularmente importantes el contenido de proteínas, el contenido de almidón y el contenido de ácido ascórbico, así como otros caracteres de apariencia como el color interno y externo, y de manera general se puede decir que en Europa, México y Sudamérica, se prefiere el color amarillo interior, mientras que en Estados Unidos se prefiere el color blanco. Respecto al color de la corteza, en México se tiene la

tendencia a aceptar la de color rojizo, característica asociada con una mejor sanidad del tubérculo (Braver, 1969).

En cuando a la composición química de los tubérculos el contenido de material seca varía de 18 a 33 por ciento con una media de 25 por ciento. El contenido de almidón oscila de 16 a 26 por ciento con un promedio de 20 por ciento y el contenido total de proteína de 1 a 4.5 por ciento con un valor modal de 2 por ciento aunque éste último valor parezca pequeño.

Considerando la alta producción, por ejemplo, 20 toneladas, esto representa 400 kg de proteína por hectárea y que además la mitad de estos, es decir, 200 kg son de alto valor alimenticio por la presencia de tuberina, que es particularmente rica en lisina, aminoácidos que frecuentemente es deficiente en la alimentación humana y que además, es fácil de digerir, es pertinente mencionar que ésta proteína, o al menos en su mayor parte, se encuentra localizada cerca de la corteza del tubérculo (Scharze y Von sengbusch, 1937, citado por Braver, 1969).

Otro dato que es bastante importante en la calidad del tubérculo, es el peso específico, que comunmente mantiene una estrecha correlación con el contenido total de proteínas, se dice que cuando el valor de éste parámetro es de 1.08 ó mayor ya es considerado como bueno (Braver, 1969).

2.1.5 Condiciones Ambientales

Dada la gran difusión de la papa, se demuestra que posee amplias perspectivas de adaptación al medio donde se le acomoda y a las vicisitudes ambientales, considerándosele como un cultivo extremadamente plástico a los reflejos de las diferentes ecologías.

Kunkel (1957) señala que ésta última afirmación es exacta cuando se refiere a la especie de papa (Solanum tuberosum, L).

Burton (1980) considera que la obtención de bajos rendimientos de papa son debidas a deficiencias en los factores: agua, luz y temperatura enfatizando que el stress fisiológico más importante en la mayoría de las regiones productoras de papa es el stress hídrico.

Iritania (1980) reporta que la calidad del tubérculo está influenciada por los factores de stress éstos repercuten en el contenido total de materia seca o de almidón y su distribución, textura, harinosidad, color de la pulpa, tamaño y forma y malformaciones del tubérculo, tales como rajaduras y corazón vacío.

2.2. Requerimientos generales del cultivo.

2.1 Requerimientos de nutrientes

Resulta imposible precisar una dosis de fertilización que pudiese adaptarse al cultivo de la papa, ya que ésta varía fuertemente en función de las condiciones de clima, suelo y abastecimiento de agua, no obstante se

expresan experiencias obtenidas por algunos investigadores.

Se recomiendan aplicaciones de abonos orgánicos en aquellos terrenos que se destinaran a la siembra de éste cultivo; Delorit y Ahlgren (1976), mencionan que la dosis de aplicación fluctúan entre 6 y 10 ton/acre y que debido a que el estiércol es bastante pobre en fósforo, por lo general se recomienda agregar de 50 a 70 lbs de superfosfato simple por tonelada de materia orgánica.

Talavera (1983) menciona que los minerales más importantes requeridos por el cultivo son N, P, K y Mg, indica que experiencias efectuadas en México (concretamente en León, Zamora y Huatabampo) han concluido en recomendaciones que fluctúan entre 300 a 320 unidades de N/ha., de 200 a 280 unidades de P_2O_5 /ha, 400 unidades de K_2O /ha, y de 20 a 50 kg/ha de MgO.

Harris (1978), presenta evidencias que muestran que la máxima acumulación de nutrientes en los tubérculos ocurre a los 128 días después de la siembra, en este momento los tubérculos contienen el 77, 80 y 79 por ciento respectivamente del total de N, P, y K.

* La papa responde adecuadamente a la aplicación de 6 a 8 ton/acre de materia orgánica también se pueden adicionar combinadamente de 40 a 50 lbs de superfosfato con una tonelada de materia orgánica por acre (Martín et al, 1976). También mencionan que con el uso de los fertilizantes minerales, se pueden obtener buenas cosechas de papa con la aplicación de 80 a 120 lb de superfosfato cuando se siembra después de un cultivo que no sea, leguminosa,

mientras que si el cultivo anterior fué leguminosa, las cantidades se reducen de 60 a 100 lb/acre.

Holf (1958), Walson y Holf (1959), citados por De Luna (1973), establecen que algunas de las plantas, cuando han completado el 20 por ciento de su desarrollo total, ya han tomado el 50 por ciento de la cantidad de fósforo que requerirán durante todo su ciclo vegetativo además, Holf (1958), afirma que para la fecha que el cultivo ha producido el 50 por ciento del total de materia seca, éste ya ha tomado el 75 por ciento ó más de la cantidad total de nutrientes requeridos para su completo desarrollo.

2.2.2 Requerimientos de Agua

La planta de papa es muy sensible a la aereación insuficiente del terreno provocada por excesos de humedad.

Smith (1968) señala que un cultivo de papa en Idaho pierde 10 mm de agua diarios debido a la evapotranspiración lo cual significa que un cultivo de papa bajo esas condiciones desarrolla un stress hídrico en menos de un día si estos 10 mm de agua no son repuestos (Burton, 1980).

Van Loon (1980) basándose en la literatura revisada reporta, que el stress hídrico tiene un efecto sobre la morfología del tubérculo. Además señala que la reducción del rendimiento causada por escasez de agua durante el período de tuberización, es mayor que aquella causada durante otros estados de desarrollo. La reducción del rendimiento puede ser debida a la reducción del área foliar.

Iritani (1980) señala que una escasez de humedad en los primeros estados de desarrollo de la planta puede originar tubérculos vacíos ó malformados, además el stress hídrico también puede causar un detrimento en el sabor y color de los productos procesados.

El Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (1980), menciona que la composición del suelo, la humedad, las condiciones climáticas de fertilidad y otros factores, alteran el sistema radicular del cultivo de la papa y que en condiciones óptimas de desarrollo radicular la extracción del agua se verifica en los siguientes estratos: a los 35 cm de profundidad se observa el 57 por ciento, a los 61 cm el 23 por ciento, a los 91.5 cm el 13 por ciento y a los 122 cm el 7 por ciento.

* Las deficiencias hídricas en el cultivo de papa es considerado como uno de los factores más determinantes de las reducciones del rendimiento del cultivo, particularmente si estas deficiencias se intensifican durante el desarrollo del tubérculo, (Van Loon, 1980; citados por Narro y Méndez, 1982). Para obtener altos rendimientos, el requerimiento de agua del cultivo (Evapotranspiración máxima, ET_m), para un ciclo de 120 a 150 días varía de 500 a 700 mm en función del clima principalmente la relación entre la ET_m y la ET_o (de referencia), está dada por el coeficiente del cultivo (K_c), el cual es: de 0.4 a 0.5 en un lapso de 20 a 30 días para la etapa inicial para el estado de desarrollo de 0.7 a 0.8 para un período de 30 a 40

días, y para el estado medio del ciclo valores de 1.05 a 1.2 durante 30 a 60 días; en la etapa de formación y crecimiento de tubérculos de 0.85 a 0.95, en un período de 20 a 35 días y finalmente en la maduración de 0.7 a 0.75 (Doorembos y Kassam 1979). De manera práctica Thompson y Kelly (1957), citados por De Luna (1973) opinan que se obtienen resultados satisfactorios regando el cultivo de papa cuando el nivel de humedad del suelo es menor del 50 por ciento del valor de la capacidad de campo.

2.2.3 Luz y Temperatura

James et al. (1983) indican que el cultivo de la papa requiere de 10-12 horas de luz diaria. Sin embargo Ewing, (1980) señala que días largos con altas temperaturas tienen efectos sobre la distribución del material elaborado, existiendo, además significativas diferencias genéticas en relación con la respuesta a ambos factores, los cuales también afectan la morfología de la planta. Así mismo proponen que el método de propagación vegetativa con secciones de tallo, puede usarse para analizar la respuesta de poblaciones de plántulas a la temperatura o al fotoperíodo.

Bodlaender (1972) citado por Ewing, (1980) menciona que cuando se excede en el fotoperíodo crítico los estímulos más importantes están presentes en la cutícula que es requerida para la formación del tubérculo.

Wirutvoncuana (1979) señala que al existir una transpiración excesiva significa un desperdicio de energía

roduciendo un descenso en la producción además dice que -
alrededor del 1.8 por ciento de la energía luminosa solar -
captada es utilizada en la transpiración y un poco más del
4.5 por ciento se usa en la fotosíntesis.

Gooding (1966) concluye que el cultivo de la papa -
no es capaz de soportar temperaturas menores de los cero -
grados centígrados sin tener daños en cualquier parte de -
la planta. Pero en cambio Huner et al. (1980) reportan -
que en un programa de mejoramiento identificaron clones -
que resistieron temperaturas de 3 y 4 °C con una produc -
ción que variaba entre 1 y 2 kg por planta. Este rendi -
miento fué mayor en clones que procedían de la región de -
los Andes.

Ewing (1980) señala que el stress térmico puede -
disminuir el rendimiento de los tubérculos de la planta de
papa reduciendo la cantidad neta del material fotosinteti -
zado disponible para el total desarrollo de la planta y re
duciendo su distribución a los tubérculos.

Burton (1980) indica que hay necesidad de investi -
gar sobre aspectos fisiológicos y bioquímicos de nutrición
mineral y de diferentes técnicas relacionadas con otros as
pectos de tolerancia a stress.

En general, la mayoría de las variedades de papa -
cultivadas producen una cosecha aceptable en regiones don -
de las temperaturas oscilan entre 16 y 20 °C en promedio -
considerándose que a temperaturas mayores, su producción -
disminuye considerablemente básicamente porque a temperatu -
ras altas aumenta el consumo de hidratos de carbono y como

consecuencia disminuye el almacenamiento de reservas en los tubérculos (Braver, 1969), sin embargo, en el Perú se ha desarrollado una variedad denominada Antarqui, la cual es precoz, autoesteril al calor, se asume que se desarrolla adecuadamente en temperaturas que varían de 18 a 24 °C (Ochoa 1965). Martín et al. (1976), hacen observaciones más específicas y mencionan que, para la formación de tubérculos jóvenes se requieren temperaturas de 15.5 a 18 °C, mientras que para estadios superiores de 21 °C.

2.3 Labores Culturales

2.3.1 Generalidades

Las recomendaciones emanadas del INIA (1969), indican que mantener el cultivo libre de malas hierbas especialmente durante las primeras etapas del desarrollo del cultivo, redundará en la producción, por tal motivo, se debe de efectuar cuando menos un cultivo y dos aporques.

Delorit y Ahlgren (1976), mencionan que la finalidad principal de las labores culturales son las de romper las costras formadas en la superficie del suelo, evitando con esto las pérdidas de agua por evaporación y la destrucción de malezas, logrando con esto una mayor aereación así como una mayor absorción de agua que de otro modo se perdería por escurrimiento, recomendando efectuar un deshierbe y dos aporques durante el ciclo del cultivo de la papa.

2.3.2 Control Químico de Malas Hierbas

La selección del producto químico a utilizar depende principalmente del tipo de hoja que presenta la maleza a controlar y del momento en que se efectúe la aplicación. Delorit y Ahlgren (1976) indican que el control de malezas en el cultivo de la papa se limita principalmente a tratamientos preemergentes. Recomienda, el DNBP a razón de 2 a 3 lbs/acre cuando empiezan a salir las primeras plantas.

El EPTC (Eptam), aplicado en presiembra o siembra y el Dalapón aplicado en preemergencia y en postemergencia.

Harris (1978), SARH (1982) y SEP (1983), coinciden en que la mayoría de éstos sean aplicados en preemergencia y posemergencia, así como, en algunos de los productos recomendados tales como el EPTC, DCPA, Metribuzin, Treflan, TCA por citar algunos de la gran gama de herbicidas selectivos de este cultivo.

2.3.3 Plagas y Enfermedades

Durante muchos años, la enfermedad más dañina para el cultivo de la papa en el mundo, en general ha sido el ataque del tizón tardío, a través de las diferentes razas del hongo Phytophthora infestans (Braver, 1969). La presencia del tizón tardío en México, ha significado que las variedades comunes de papa no pueden sembrarse en las zonas de temporal durante la época en que se intensifican las lluvias, pues tales condiciones favorecen el crecimiento -

del hongo referido, y ésto representa comunmente la pérdida total del cultivo (Nieder hauser et al. 1954).

También se reportan otras enfermedades causadas por virus comunmente como: mosaico moderado, mosaico rugoso, mosaico escondido. Respecto a plagas, actualmente existen reconocidos alrededor de 120 insectos que atacan al cultivo de la papa, siendo uno de los más dañinos y que pueden causar verdaderas catástrofes por su ataque, el escarabajo colorado de la papa (Martín et al. 1976).

La papa está expuesta a ser dañada por insectos y enfermedades en mayor proporción que muchos de los cultivos importantes, la mayor parte de ellas, pueden ocasionar perjuicios si no se les controla oportunamente, por fortuna, prácticas como la desinfección de semillas, uso de semillas certificadas y rotaciones de cultivos logran atenuar su incidencia.

Metcalf y Flint (1975), consideran entre los insectos más importantes los siguientes: chicharritas, chinches, pulgones y ninfas ocupando la savia de hojas y tallos y por último la gallina ciega, gusanos de alambre, palomillas de la papa y mosca de la semilla del maíz atacando a los tubérculos bajo la tierra.

2.3.4 Preparación del Terreno

Según Delorit y Ahlgren (1976), Hening et al. (1972) y Talavera (1983), mencionan que el cultivo de la papa se desarrolla bien cuando se siembra en una cama profunda, suave y bien preparada, la buena preparación de la cama

asegura una buena población. En general, se practica un barbecho profundo comunmente de 25 a 30 cm, el barbecho de otoño se realiza en suelos pesados o cuando se entierran abonos verdes y el de primavera, semanas antes de la siembra.

2.4 Fósforo

2.4.1 Generalidades del fósforo

El desarrollo de la industria de los fertilizantes fosfatados se inició propiamente con la demostración de Liebing en 1840, investigador que demostró que el valor del fertilizante de los huesos podría aumentarse al aplicarles un tratamiento con ácido. Poco tiempo después, en 1942 John B. Lawes patentó un procedimiento por medio del cual el fosfato de roca era acidulado con ácido sulfúrico, para la obtención del superfosfato (Cabido, 1979).

Básicamente, con excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas en el campo como el fósforo, esto es debido a las importantes funciones que cumple dentro de los vegetales, por ejemplo: contribuye favorablemente a la división celular y crecimiento así como a la formación de albúminas, la floración y la fructificación y formación de semillas, maduración de las cosechas y el desarrollo radicular, aunado a ésta, debe de considerar el hecho de que una deficiencia de este nutrimento, puede inhibir el grado de aprovechabilidad de otros nutrientes (Buckman y Brady, 1966).

El fósforo es un macroelemento que se considera fundamentalmente para el desarrollo y calidad del tubérculo, ya que deficiencias de este nutriente, generan hojas chicas y los peciolos y márgenes se vuelven hacia arriba y además se acentúan manchas internas en el tubérculo, que al ser sometidas a cocimiento quedan como bolas endurecidas (Jones 1959). A este respecto Lorenz et al (1950), al analizar hojas de papa a los 30 y 45 días después de la siembra, determinaron que una concentración menor de 50 ppm de fósforo, necesariamente está relacionado con una producción escasa y baja calidad del tubérculo, esto conforma lo detectado y descrito del fósforo como un integrante de los numerosos componentes del tubérculo (Houghland 1960).

2.4.2 Formas de Fósforo en los Suelos

El contenido total de fósforo en los suelos es bajo en relación con los demás micronutrientes. Ortega (1970) indica que la mayoría de los suelos tienen un contenido que puede variar de 0.03 a 0.22 por ciento de fósforo total. El fósforo se encuentra en el suelo casi exclusivamente como ortofosfatos. Estos fosfatos pueden dividirse en dos grandes grupos, los orgánicos y los inorgánicos.

La fracción de fosfatos orgánicos está relacionada con el contenido de materia orgánica y por lo tanto es comparativamente menor en el subsuelo que en la capa arable. Los análisis de la fracción fosfatos orgánicos de la capa superficial indican que su contenido puede variar desde

cantidades tan bajas como 0.3 por ciento hasta inclusive 95 por ciento del fósforo total (Black, 1968).

De acuerdo con Black (1968), Tisdale y Nelson (1961) y Ortega (1970) existen cinco grupos principales de fosfatos orgánicos en los suelos: a) fosfolípidos, b) ácidos nucleícos, c) fosfatos de inositol, d) fosfatos metabólicos y e) fosfoproteínas.

Los fosfatos inorgánicos en el suelo pueden ser clasificados de acuerdo con su naturaleza física, mineralógica ó química o mediante combinaciones de éstas, pero hasta el momento, no se ha llegado a un acuerdo general, sobre una forma única de clasificación.

Sin embargo, las formas fosfato dicálcico, fosfato monocálcico y fosfato octocálcico se encuentran también en pequeñas cantidades.

Los fosfatos de aluminio y de fierro están representados principalmente por la serie variscita-barrandita-estringita, y la fracción de fosfatos ocluidos corresponde a aquellos fosfatos que están protegidos por películas de óxido de fierro y/o aluminio que cubren los agregados y concreciones.

Kurtz y Ortega (1970), informan que de diversas investigaciones han sido posible aislar e identificar cristales semejantes a la palmerita $(H, K, NaNH_4)_3 (AlFe) PO_4 \cdot 10 K_2O$ en las que el fierro y el aluminio pueden estar presentes en proporciones variables.

2.4.3 Disponibilidad de Fósforo para las plantas.

De acuerdo con Tisdale y Nelson (1966) el fósforo es absorbido por las plantas principalmente como iones H_2PO_4 y HPO_4 .

Black (1968) señala que la mayor parte, si no es que todo el fósforo absorbido por las plantas proviene de la fracción mineral en la solución del suelo, ya que hasta la fecha no existen evidencias de que las plantas absorben el fósforo directamente de la base sólida, o de que estas pueden absorber fosfatos orgánicos de la solución del suelo. Este autor indica también que la concentración del fósforo en la solución del suelo es muy baja, usualmente menor de 0.1 ppm y raramente de 1.0 ppm.

Mikkelsen y Patrick (1968), indican que el ion fosfato no participa directamente en las relaciones de óxido-reducción en los suelos inundados, pero diversas reacciones afectan la solubilidad de los fosfatos del suelo y por ende su disponibilidad de fosfato se debe a la reducción de los compuestos de hierro o formas más solubles de hierro ferroso.

Mattingly (1965) informa que en algunos suelos la concentración inicial del fósforo de la solución del suelo disminuye notablemente durante la fase vegetativa de cultivo, por lo que la cantidad de fósforo en la solución es muy importante.

Ortiz (1980) señala que el pH de un suelo influye sobre la cantidad de ortofosfatos primarios (H_2PO_4) y ortofosfatos secundarios (HPO_4); predominando los primarios en suelos ácidos y los ortofosfatos secundarios en suelos que van de neutros a alcalinos.

2.4.4 Fijación del Fósforo

Bear (1964) define a la fijación del fósforo como el proceso mediante el cual las formas fácilmente solubles son cambiadas a formas menos solubles por reacciones con compuestos orgánicos e inorgánicos del suelo. Esto genera una disminución en la movilidad de este nutriente en el suelo y por lo tanto disminuye su disponibilidad para las plantas.

Los mecanismos propuestos para la fijación del fósforo son clasificados por Bear (1964) y Ortega (1970) dentro de dos grupos de reacciones: 1) de absorción y 2) de precipitación. A continuación se detallan cada una de ellas.

Reacciones de absorción. El desarrollo de los conceptos sobre la estructura de las arcillas y sobre el intercambio catiónico, han estimulado las investigaciones sobre las reacciones de los fosfatos con las partículas de arcilla. Low y Black (1950) estudiando la fijación del fósforo por caolinita, encontraron que graficando la cantidad de fósforo fijado por este mineral contra la concentración del equilibrio del fósforo en soluciones diluídas, los puntos obtenidos daban lugar a una curva típica de

absorción, de Freundlich.

Hasta el momento ninguna explicación cubre por completo todos los pasos de absorción de fosfato por las arcillas. Sin embargo existen evidencias que indican que puede ocurrir el reemplazamiento de silicatos por fosfato y que puede ser importante en el proceso de fijación. Así Low y Black (1950) comprobaron que el fosfato contenido en la caolinita, a 60° era liberado considerablemente de la cantidad de sílice a las 48 horas.

Reacciones de precipitación. Bear (1964) indica que, a partir de consideraciones sobre el producto de solubilidad de diferentes compuestos fosfatados, muchas reacciones de precipitación deben ser consideradas de importancia en la retención de fósforo, fundamentalmente aquellas que involucran a los cationes Al, Fe y Ca.

Ortega (1970) señala que un gran número de investigaciones han comprobado que el carbonato de calcio, predominante en los suelos calcáreos, tienen las características de disminuir la solubilidad de los compuestos fosfatados ésto ha sido explicado por la formación de un nuevo compuesto de baja solubilidad el cual tiene un alto contenido de carbonato de calcio y que está caracterizado como un carbonato apatita.

Terman y Taylor (1965) estiman que si la absorción y la precipitación de fosfatos ocurre simultáneamente conforme se liberan del fertilizante, y si esta liberación se lleva a cabo en un tiempo inferior al necesario para el crecimiento y desarrollo del cultivo se presentará una

deficiencia de fósforo en el cultivo, en los suelos que se caracterizan por su poder de fijación de fósforo.

Ahenkorch (1968) reporta que la capacidad de retención de fósforo por suelos con PH de 6.0 a 6.5, así como las interacciones de estos suelos con carbón orgánico, arcillas, influían sobre la capacidad de retención. En primer lugar encontró que la capacidad de retención de estos suelos varió de 4.95 15.5 m moles de P/100 g de suelo con una media de 10.4 m moles. En segundo lugar, para los dos tipos de suelos no encontró una relación de la retención de fósforo con arcilla o aluminio, concluyendo que el carbón orgánico del suelo y sus interacciones con pH fueron los factores dominantes en la retención de fósforo en los suelos de los cacaotales de ghana.

2.4.5 Investigaciones Realizadas sobre Fertilización

El fósforo es tomado por las plantas en forma de ortofosfato primario, el cual no es muy soluble y puede ser precipitado por el ión calcio: este ión predomina de una manera especial en la solución del suelo con pH menor de 6.8, mientras que en suelos de reacción alcalina y calcárea con pH mayor de 7.2, el ortofosfato secundario, es el más abundante, sin embargo, y debido a su forma química prácticamente el aprovechamiento por las plantas es muy bajo (Mc George, 1939, citado por Ramos, 1968). Lyons (1944), citado por el mismo autor, trabajando en suelos alcalinos de Nebraska, dictó que el contenido de carbonatos

y las labores de labranza, juegan un papel determinante en el aprovechamiento del fósforo por las plantas, ya que bajo condiciones de pH alcalino; la planta no lo puede tomar, así existan cantidades suficientes de fósforo soluble en el agua, señalando además que los factores más importantes en la fijación del fósforo en los suelos calcáreos, son principalmente el alto contenido de calcio, la salinidad del suelo y las labores de cultivo.

Collings (1958), afirma que la fijación del fósforo impide su lixiviación, pero reduce su eficiencia en suelos de pH alcalino. Hemwall (1957), afirma que la actividad del fósforo en la solución del suelo (alcalino y calcáreo), está en función directa de la actividad del ciclo (ya que esta favorece la precipitación del fosfato de calcio), del carbonato de calcio libre (ya que estos suelos alcalinos son responsables de la disminución de la actividad del fósforo) y por último, de las arcillas saturadas con calcio en suelos alcalinos son capaces de retener o fijar mayores cantidades del fósforo que aquellos suelos saturados con sodio y otros iones monovalentes.

Narvaez (1978), en estudio realizado con el cultivo de papa en suelos del Estado de México, concluye que la dosis óptima económica para el fósforo es como sigue: para suelos con piso arcillosos de temporal y suelos de humedad residual del Nevado de Toluca, 120 kg/ha de P_2O_5 ; y para siembras de humedad residual en suelos aluviales, con solo 40 kg/ha de este nutriente. Sin embargo, Cervantes y Pérez (1955), citados por Narvaez (1978), en

pruebas realizadas a lo largo del eje volcánico mexicano - estipulan recomendaciones preliminares para esta zona papara con la fórmula 5-13-0 a razón de 1 ton/ha, es decir, recomiendan la aplicación de 130 kg/ha de P_2O_5 . En el mismo Valle de Toluca, Equihua (1972), realizó un trabajo probando 14 dosis de fertilización en papa en las cuales hizo - variar el fósforo desde 0 hasta 240 kg/ha y encontró diferencia estadística significativa en la producción de tubérculos hasta los 240 kg/ha de pentóxido de fósforo (P_2O_5).

Cox (1967), señala recomendaciones generalizadas - para el cultivo de papa en suelos donde se aplica estiércol y donde no se aplica estiércol, concluyendo que para - el primer caso es suficiente la aplicación de 60 kg/ha de P_2O_5 y 100 kg/ha para el segundo caso.

Ramos (1968), trabajando con suelos calcáreos de - la región de navidad, N.L., probó dosis de fósforo desde 0 a 1, 200 kg/ha de P_2O_5 en papa y no encontró diferencia estadística significativa en la producción de tubérculos, - aunque los incrementos fueron de 1.3 toneladas respecto al testigo sin aplicar fósforo. Esto es atribuído según el - autor, al hecho de que el suelo tenía suficiente cantidad de fósforo disponible (64 kg/ha) para abastecer las necesidades del cultivo. Respecto a la variable altura de planta y peso específico de tubérculo, tampoco detectó diferencias estadísticas siendo las alturas contrastantes de 44 y 49 cm para el testigo, y para el tratamiento de 1,200 - kg/ha de P_2O_5 , respectivamente.

Olivares (1965), trabajando en suelos de la región de Navidad, N.L. encontró que la mejor fertilización fosfatado del cultivo de papa, estaba entre los niveles de 60 a 80 kg/ha de P_2O_5 con una media de producción de 8.7 ton/ha de tubérculos.

De Luna (1973), en su estudio realizado en suelos calcáreos de Navidad, N. L., probó algunas dosis de fertilización con NPK, haciendo variar el fósforo desde 0 hasta 400 kg/ha de P_2O_5 encontrado que la mejor dosis de fósforo para el cultivo de papa es el nivel de 300 kg/ha de P_2O_5 acompañado de 200 y 50 kg/ha de nitrógeno y potasio respectivamente con una producción media de 20.6 ton/ha de tubérculo, no obstante, el autor opina que estos resultados de ninguna forma son concluyentes, sino que es necesario estudiar más a fondo la aplicación de fertilizantes en el cultivo de la papa en esa región.

Trejo (1980), trabajando en suelos calcáreos de la región de Navidad, N.L., probó niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de papa, con niveles de fósforo de 30 a 95 kg/ha de P_2O_5 , y detectó una alta respuesta del cultivo a las aplicaciones de este nutriente, en la producción de tubérculos señalando que este espacio de exploración fué deficiente, en el sentido que la curva de respuesta no logró doblarse con la aplicación más alta (95 kg/ha de P_2O_5), el autor sugiere que para futuros estudios, se incrementen estos espacios de exploración para el nutriente fósforo y que se prueben mejoradores del suelo principalmente a base de azufre o bien con la aplicación de materia

orgánica, por separado o interactuando para de esta forma lograr que se reduzca la fijación de fósforo, al reducir el pH del suelo.

Lazcano (1981), en un estudio realizado en suelos calcáreos de la región de Derramadero, Coah., en el cultivo de la papa, probó dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, siendo los niveles de fósforo desde 50 a 290 kg/ha de P_2O_5 y detectó que no hubo respuesta estadística significativa a la adición de este nutriente, sin embargo, al analizar económicamente la producción de cada uno de los tratamientos, encontró que la aplicación de 130 kg de P_2O_5 por hectárea, es una buena alternativa para agricultores de capital limitado e ilimitado.

Méndez (1982), trabajando en suelos calcáreos de la región de Navidad, N.L., en el cultivo de papa, probó los niveles de fósforo de 150, 300 y 450 kg/ha de P_2O_5 combinados con cuatro mejoradores del suelo (vermiculita y perlita en dosis de 2 ton/ha; azufre y guano de murciélagos en dosis de 1 ton/ha) y encontró diferencias altamente significativas en la producción de tubérculos siendo los mejores tratamientos vermiculita combinada con 450 kg/ha de P_2O_5 con rendimientos de 41.3 ton/ha y azufre combinado con 150 kg/ha de P_2O_5 con una producción de 34.7 ton/ha.

2.5. Mejoradores de Suelos

2.5.1 Generalidades

Debido a las condiciones de clima que prevalecen en las muy extensas regiones agrícolas, así como el origen de los suelos su manejo y utilización en la producción de cosecha, las fuentes y calidad del agua de riego y otros factores que intervienen en las propiedades físicas y químicas de los suelos, se pueden originar condiciones que afectan la producción agrícola. Teniendo en cuenta que éste problema adquiere importancia en extensas regiones agrícolas, es necesario hacer una rehabilitación de esas áreas por diferentes métodos siendo uno de ellos el uso de mejoradores (Sánchez, et al. 1980).

Se presentan reacciones de equilibrio entre los cationes de la solución del suelo y las que han sido absorbidas por el complejo de intercambio del propio suelo, de estas reacciones depende la necesidad de usar mejoradores para cambiar el status de cationes intercambiables del suelo (Schofield, 1940).

2.5.2 Mejoradores Orgánicos del Suelo

Con el cultivo intensivo de los suelos, éstos van perdiendo materia orgánica la cual no se restituida y por consiguiente promueve condiciones de suelo compacto, duro, con raíces de desarrollo superficial y disminución en el almacenamiento de agua (Ortiz 1980).

Además del efecto benéfico de los mejoradores orgánicos estos son fuente directa de nutrimentos para las plantas como P, S, B, Mo. En suelos alcalinos la descomposición de la materia orgánica libera CO₂ que ayuda en la solubilización de varios nutrientes como Fe, Mn, Zn, (Ortiz 1980).

Alsina (1972) reporta que los mejoradores orgánicos pueden distinguirse en animales, vegetales o mixtos según sea su origen, y por su acción se clasifican en rápidos, medios y lentos según sea el tiempo necesario que los elementos nutritivos puedan ser utilizados por las raíces.

Wolf et al., citados por Alsina (1972) reportan valores porcentuales de nitrógeno, pentóxido de fósforo y óxido de potasio contenidos en algunas sustancias orgánicas como se indica en el cuadro 2.1.

Trabajos de investigación con respecto a la aprovechabilidad del N P y K provenientes del estiércol en comparación con el aportado por los fertilizantes comerciales, indican que el N equivale a l 50 por ciento en intercambio, tanto el P como el K tienen la forma efectividad que los fertilizantes comerciales (Thompson, 1965).

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 suelo en beneficio de las plantas (Narro y Méndez, 1982).

Los coloides orgánicos, abundantes en muchos de los mejoradores del suelo, son de apariencia variable,

CUADRO 2.1. Valores porcentuales de N, P₂O₅ y K₂O contenidos en algunas sustancias orgánicas.

Sustancia Analizada	N	P ₂ O ₅	K O	Descompo- sición
Estiércol fresco	3.40	2.60	4.00	Semirápida
Estiércol semi - descompuesto	5.00 ✓	2.70	6.30	Semirápida
Palomina	17.60	17.80	10.00	Media
Gallinaza	26.30 ✓	15.40	8.50	Media
Aguas negras	5.50	2.80	2.00	Rápida
Orina	1.50	0.10	4.90	Rápida

amorfos, ligeros y presentan variabilidad debido al origen de los materiales que los constituyen (Bertramson, 1955). El mismo autor señala que dichos coloides orgánicos son de 5 a 10 veces más activos en capacidad de intercambio de bases por unidad de peso, que los coloides inorgánicos, además, los primeros, por su carácter biofísico, tienen gran afinidad en un medio de dispersión y absorben grandes cantidades de agua, asegurando que los suelos incrementan de un 20 a 40 por ciento su retención de agua en la superficie por efecto de la granulación.

La asimilación de nutrientes no podrá efectuarse a su máximo si el suelo no contiene una cantidad adecuada de humus, ya que este es un componente a menudo necesario en los suelos agrícolas, puesto que la capacidad de retención de agua, la aptitud de almacenar y retener nutrientes y el grado de floculación de los coloides del suelo, dependen principalmente de la presencia de humus (Bertramson, 1955 y Fuentes, 1959). Los suelos ricos en humus (materia orgánica), presentan menores deficiencias de nutrientes, tienen mayor capacidad amortiguadora de pH y presentan mayor resistencia a los fenómenos erosivos (Fuentes, 1959).

2.5.3 Estiércol

El estiércol está formado por una mezcla de cama de los animales y de deyecciones, que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas en el establo y después en el estercolero.

La composición varía entre límites muy amplios, según los animales, la naturaleza de la cama, la proporción de pajas y de deyecciones, la alimentación de los animales, la fertilización que haya realizado el agricultor, la forma de explotación del ganado, el procedimiento de fabricación del estiércol los cuidados proporcionados para conservarlo, su estado de descomposición, etc. Por lo tanto se concibe que los resultados de los análisis publicados varíen considerablemente (Cuadro 2.2.).

El estiércol de aves es cinco veces más rico que el estiércol ordinario. Es un producto muy rico (especialmente en ácido fosfórico y cal), que solo contiene un 50 por ciento de agua debe emplearse a la dosis máxima de 10 a 12 ton/ha, enterrándolo inmediatamente después de extenderlo sobre el suelo.

2.5.4. Investigaciones Realizadas sobre la Aplicación Estiércol

Gross A. (1976) menciona, el estiércol se debe aplicar particularmente a las plantas de escarda (remolachas, papas, maíz, etc.) que sacan el mejor provecho de él y en los cuales es fácil destruir las malas hierbas con la escardas. Se utiliza en dosis importantes, un estercolado medio supone 30 ton/ha, pero se utiliza a menudo dosis mayores de 30 a 40 ton/ha cuando se busca la mejora de las propiedades físicas del suelo.

Aguirre (1963) citado por Rigau (1978) la papa reacciona muy favorablemente a las estercoladuras de su

CUADRO 2.2. Riqueza media en elementos fertilizantes de -
distintos tipos de estiércol (kilogramos por
cada 1,000 kg de estiércol).

Estiercol	Nitrógeno	Acido fosfó rico	Potasa
De caballo	6.7	2.3	7.2
De vacuno	3.4	1.3	3.5
De cerdo	4.5	2.0	6.0
De oveja	8.2	2.1	8.4
Mixto, fresco	3.9	1.8	4.5
Mixto, muy fresco	5.0	2.6	5.3

terreno, que deberán realizarse aplicando por término medio de 20 a 30 ton/ha en los terrenos de riego. Cuando se aplican inmediatamente antes de la siembra se deberán aplicar estiércol muy descompuesto, pues de no tomar esta precaución la papa aprovechará poco el estiércol aportado.

Millar (1973) citado por Rigau (1978), Dina y Columm (1980), Hanonapel citado por Abbot (1973), mencionan que el contenido de fósforo en el estiércol es bajo y a fin de corregir la deficiencia de fósforo se ha aconsejado la adición de superfosfato al estiércol. Si el fósforo se esparce por canales y el piso de los establos, se consigue un doble objetivo: conservar el estiércol y equilibrar el contenido de nutrientes del excremento.

Tisdale y Nelson (1966) menciona que los estiércoles están formados por una parte sólida y una líquida en una relación de 3:1, encontrándose en la parte sólida alrededor del 50 por ciento de N y casi todo el ácido fosfórico y cerca del 40 por ciento del potasio.

Stewart (1982) menciona que aún cuando el estiércol tiene baja concentración de nutrientes, su disponibilidad es muy alta y existen muchas evidencias de que el estiércol además de suplementar nutrientes hace más disponible algunos elementos del suelo para las plantas.

Eguti (1976) reporta 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 elevó a un 8 por ciento (3.3 ton/ha) la producción de papa.

Amor Auncion, Wollamski y Cheri (1963) mencionan - que en varias investigaciones hechas para conocer la in - fluencia del estiércol sobre el contenido de fósforo solu - ble en el suelo, reportan que después de 60 días de incor - porar el abono a 15 cm de profundidad, se originó un incre - mento en el contenido de fósforo soluble del suelo cuatro veces mayor para el bovino y nueve veces para gallinas. - Se considera que estos aumentos podrían conseguirse.

2.5.5 Efecto sobre Propiedades Físicas del Suelo

Ignatieff (1969), Millar y Tuck (1975), Aguirre - (1963), Gross (1973), Rigau (1978), Sánchez (1974), Ortiz V. B. (1980), Gavande (1976) mencionan que el estiércol au - menta el efecto del calor del suelo, haciéndolo más obscu - ro, así como la capacidad de retención de humedad, en di - versos tratamientos se ha llegado a concluir que es efecti - va la adición de estiércol sobre todo en suelos arenosos y limosos, además de que el estiércol tiene una acción favo - rable sobre las propiedades físicas del terreno, al que - hace más blanco e higroscópico. El estiércol es además un abono cualitativamente completo y tiene no sólo todos los elementos indispensables, sino también los que son útiles y los que están destinados a desempeñar una función secun - daria.

Una de las importantes influencias químicas que tie - nen el estiércol es el aportar coloides húmicos que favore - cen la estructura física óptima, aumenta la capacidad de -

retención del agua, así como el poder absorbente, etc., -
 otra aportación importante es el carbono (m.O) que hace -
 más intensa la vida microbiana del suelo, la cual hace que
 sean mejor asimilables los abonos comerciales aplicados -
 (Ortiz V. B. 1980), Millar y Tuck (1975).

2.5.6 Generalidades de la M.O. en el Suelo

Perepelitsa (1974) establece que el uso continuo de
 fertilizantes químicos, solo provoca la pérdida de las re-
 servas húmicas del suelo y que, para conservarlas, es nece-
 sario adicionar materia al suelo el cual debe tener las -
 características físicas, químicas y biológicas indispensa-
 bles para propiciar el desarrollo adecuado de cualquier -
 planta.

La materia orgánica tiene alta capacidad de inter-
 cambio catiónico y participa en las reacciones de intercam-
 bio tanto de aniones como de cationes, es un regulador co-
 loidal que aglutina los suelos arenosos para formar agrega-
 dos y afloja los suelos arcillosos macizos, para que ellos
 formen también agregados convenientes, (Ortiz, V. B. -
 1980).

Fassbender (1975) reporta que una de las caracterís-
 ticas más importantes de la M.O. es aumentar la capacidad
 de intercambio aniónico especialmente de fosfatos y sulfu-
 ros, favoreciendo la disponibilidad de fósforo como una -
 consecuencia de la mineralización de la materia orgánica.

Robinson (1951) en su estudio indica que la materia
 orgánica asociada con arcilla y presumiblemente absorbida

a la superficie de esta forma la fracción más efectiva en la estabilización de los agregados. Esta materia orgánica afecta las propiedades de las arcillas impartiendoles mayor estabilidad que cuando actúan solas ya que les reduce su capacidad.

Según Colling (1958), Aguilar (1960), Bear (1964) mencionan que una gran parte del fósforo que las plantas toman para su nutrición proviene de la materia orgánica y en suelos que se aplica éste producto con frecuencia no presenta muchos problemas respecto a fósforo.

León (1975) menciona los efectos atribuidos a la aplicación de M.O. son los siguientes:

1. Activación de procesos microbiales
2. Formación de agregados
3. Mejora las condiciones de aeración
4. Mayor capacidad de retención de agua
5. Buena regulación de la temperatura edáfica
6. Retraso en la fijación de fosfatos sobre la porción mineral del suelo.
7. Suministro de productos de descomposición de M.O. que favorecen los cultivos.
8. Favorece el desarrollo del sistema radicular
9. Disminuye el flujo superficial del agua e indirectamente evita la erosión.

2.6 Gallinaza

2.6.1 Generalidades

Los excrementos de las gallinas, solos o unidos a los productos que se extienden sobre el suelo de los gallineros a modo de cama y para que escarben las aves, constituyen un apropiado fertilizante orgánico que se utiliza directamente o previa su mezcla con los restantes estiércoles de la explotación.

La composición de los excrementos de las gallinas es por término medio, la siguiente.

Materia orgánica	20.00	por ciento
Acido fosfórico	1.00	por ciento
Nitrógeno	1.60	por ciento
Potasa	0.8	por ciento
Cal	2.40	por ciento
Magnesio	0.7	por ciento

Las dosis de su aplicación suelen oscilar entre los 800 y 1,000 kg/ha J. Aguirre A. (1963).

Con frecuencia se extienden sobre los suelos de los gallineros, especialmente en los industriales, paja triturada que recoge las deyecciones de las aves.

Este conjunto de paja y deyecciones en unas instalaciones se retira en períodos relativamente cortos, pero en otras, cuando está enriquecida de deyecciones, sin retirarlo se le agrega una nueva capa de paja, para repetir

esta operación sucesivamente hasta que el conjunto alcance unos 30 ó 40 cm momento en que es retirado.

Esta manera de proceder ahorra mano de obra, aunque presenta algunos inconvenientes, como el de que se provoquen pérdidas amoniacaes y que se acumulen en la mezcla demasiada humedad.

Se puede aminorar la pérdida nitrogenada agregando superfosfato de cal sobre cada una de las capas de paja en proporción de 20 a 30 gr por metro cuadrado, obteniéndose además un producto más rico en fósforo y, por consiguiente más equilibrio que las deyecciones propiamente consideradas.

La turba, como indicamos anteriormente, constituye una excelente materia para ser extendida en los suelos de los gallineros. Su poder de absorción de agua y retentivo para el amoníaco aconsejan esta utilización.

Tanto las deyecciones aisladas como el estiércol "cama" deyecciones debe resguardarse de la acción de las lluvias, pues éstas arrastran el nitrógeno que se encuentra bajo la forma de urea.

2.6.2 Investigación Realizada sobre la Aplicación de gallinaza

Cooke (1965) señala que la gallinaza es rica en nitrógeno y fósforo pero baja en potasio. Una aplicación de varias toneladas de gallinaza puede suministrar suficiente N y P a la mayoría de las plantas cultivadas, aunque se necesitará potasio adicional para la papa y remolacha.

Sánchez (1974) menciona que la gallinaza es un abono orgánico de notable valor, es preferible su empleo después de haberse desecado y pulverizado, porque además de tener así más rápida asimilación se distribuye mejor y más uniformemente.

Carner (1957) evaluando fertilizantes químicos y abonos orgánicos (gallinaza) menciona que los resultados obtenidos indican que en el cultivo de papa los rendimientos se incrementaron alrededor de 2.4 ton/ha concluyendo que la aplicación de gallinaza dió resultado en cultivos de raíces y hortalizas.

Navarro et al. (1962) realizaron experimentos con el fin de comparar el efecto de la gallinaza con fertilizantes químicos en el cultivo de la papa y encontraron que hubo un incremento desde 1.7 a 2.4 ton/ha debido a las aplicaciones de fósforo mas gallinaza.

Perkins (1964) demostró que las aplicaciones de gallinaza incrementaron el pH del suelo, siendo mayor en los primeros días disminuyendo paulatinamente hasta su valor original. Este efecto se atribuye al NH_4 liberado durante el proceso de descomposición del estiércol aviar aunque este desaparece cuando el amonio es convertido en nitrato por la actividad microbiana.

Gunaseana (1977) ensayó varios mejoradores sobre el cultivo de la papa observándose un mayor rendimiento de tubérculos con el uso de gallinaza, composta, estiércol de bovino y paja de trigo respectivamente obteniéndose

respuestas positivas a las aplicaciones de N, P y K en com
binación con los abonos orgánicos.

Cervantes (1955) y Martínez (1977) consideran que la papa necesita más cantidad de fósforo que de nitrógeno para un óptimo desarrollo. Por lo que se puede decir que los efectos positivos de la gallinaza como fuente de fósforo más que de nitrógeno.

Bear (1963) indica que la aplicación de gallinaza mantiene el suministro de micronutrientes en el suelo a ni
veles más altos que los conseguidos en condiciones norma - les.

Garner (1957) menciona que la disponibilidad de - fósforo se estudió mediante aplicaciones de gallinaza so - bre un suelo deficiente de este elemento y aplicaciones de sulfato de amonio comparando las extracciones de fósforo. Los mejores resultados se obtuvieron con las aplicaciones de fertilizante orgánico por lo que llegó a la conclusión de que la gallinaza provee de fósforo a las plantas.

Osen et al. (1970), Collings y Bioshop (1962) in - dican que las aplicaciones de gallinaza originaron incre - mentos del pH del suelo y contenidos de N orgánico, P dis - ponible, K, Ca y Mg intercambiables, los cambios se produ - cen preferentemente con dosis altas.

Beanblosson (1966) afirma que la viruta de madera, el vástago de la caña de azúcar y otro material orgánico, añadidos a la gallinaza, aumentaron el valor de fertilizante en este material ya que al incorporar la mezcla el sue - lo mejora las condiciones de friabilidad, estructura y

contenido de materia orgánica del mismo; a este respecto, Meztanza (1973) y Perkins (1964), citados por Martínez (1977), demostraron que las aplicaciones de gallinaza en forma individual incrementa el pH del suelo, siendo mayor este incremento los primeros días y disminuyendo paulativamente a través del tiempo, hasta volver a su valor original.

2.7 Azufre

2.7.1 Generalidades del azufre

El azufre puede encontrarse como un elemento libre pero no puro en las regiones volcánicas, encontrándose muy buenos yacimientos en Texas y Luisiana junto con calizas, y el combinado en varios estados del Oeste de Estados Unidos, en México y en varios países de Sudamérica.

Suele encontrarse combinado en forma de sulfatos y sulfuros de calcio, bario, magnesio, sódico de estroncio, plomo, zinc, hierro, cobre, mercurio y aún de hidrógeno.

En las plantas se encuentra en la mostaza, en el ajo, col y en el rábano formando parte de los animales se encuentra en la lana, en el pelo y los huevos.

Como mineral cristaliza en el sistema rómbico en forma paramidal como monoclínico se forma a la presión atmosférica a más de 95.6°C de ahí que se encuentre como se dijo antes, en regiones volcánicas.

Por lo general se presenta rómbico y estable a bajas temperaturas, en agregados grandes, granudos o

arriñonados, informes y en afloroscencia son cristales de color amarillo, frágil y se funde a 113 °C, arde con una llama azulada y con desprendimiento de dióxido de azufre (SO_2) de olor picante. Es mal conductor tanto del calor como de la electricidad. El azufre tiene muchas aplicaciones en la industria y se le considera como básico para la industria química. En Tamaulipas se le puede encontrar en el Municipio de Burgos.

2.7.2 El Azufre en la Agricultura

La razón para utilizar el azufre como un mejorador de las condiciones del suelo, está basado principalmente en la importancia que tiene como acidificante y en consecuencia en el pH del suelo, ya que esta propiedad química a su vez afecta la eficiencia de la asimilación de fósforo por las plantas (Mc George, 1945, citado por Martínez, 1971). Este último autor, trabajando en suelos calcáreos de la región de Navidad, N.L. probó la adición de azufre y ácido sulfúrico sobre la nutrición fosfórica en el cultivo de la papa, y detectó que la oxidación del azufre fué lenta y en consecuencia, muy poco del fósforo que llegó a poner en disponibilidad, así también las aplicaciones del ácido sulfúrico tampoco mostraron diferencias significativas en cuanto a la cantidad de fósforo disponible para las plantas respecto al testigo sin mejoradores. Sin embargo, Narro y Méndez, 1982 señalan que aunque prácticamente no induce cambios en las propiedades físicas del suelo

calcáreo de la región de Navidad, N.L., en donde establecieron su estudio, la aplicación de este mejorador genera reducciones en el pH siendo éstos cambios de 8.3 a valores menores de 7.0 con la adición de 1 ton/ha de azufre.

Según W. L. Powers ya en 1804 se había encontrado el azufre en las plantas, más tarde en 1912 se comprobó el uso del mismo como fertilizante en 1917 se usó con éxito como mejorador de los suelos alcalinos.

El efecto del azufre en los suelos y sus cosechas según el mismo investigador son:

- Mejorar a la textura
- Modifica la reacción de los suelos áridos
- Corrige a los suelos alcalinos
- Aumenta los sulfatos y los libera
- Libera a los fertilizantes básicos Ca, Mg y K
- Estimula la vida microbiana (nitrificación y oxidación del azufre)

2.7.3 El Ciclo del Azufre

En la transformación del azufre primario y sus compuestos que se encuentran en el suelo como sulfatos, su absorción por combustión o putrefacción y su retorno a la tierra.

- 1a. Etapa Oxidación de un sulfuro primario de un metal como zinc, plomo, hierro y pirritas de cobre que forman sulfatos.

- 2a. Etapa Los sulfatos en solución y ionizados son absorbidos del suelo por las plantas.
- 3a. Etapa Forma proteínas y otros constituyentes complejos de la vida misma.
- 4a. Etapa La planta deja de crecer o es cosechada iniciándose la descomposición, los aminoácidos formados con la humificación liberan al azufre como sulfuros de hidrógeno o por combustión como bióxido de azufre (SO_2).

Bajo el agua: La oxidación y reducción de los compuestos del azufre forman los sulfatos que por su densidad se depositan en las capas lodosas inferiores, así en condiciones anaerobias se reducen en sulfuros de hidrógeno, este, siendo ligero, se escapa al elevarse a la superficie repitiéndose de nuevo el proceso de oxidación.

2.7.4 El Azufre en el Suelo

Sabemos que la estructura del suelo es el acomodamiento de las partículas así como su agrupamiento y como es natural, la más preferida es la que se presenta más mullida de tal manera que permita el trabajo por fracción animal o mecánica, además por sus propiedades físicas absorbe y retiene mejor la humedad así como los nutrientes. Por otra parte el azufre pone en solución a la cal, favorece la actividad de los microorganismos, el desarrollo de -

las raíces y nódulos y por tanto de la planta que la hace más resistente a la sequía pues en suelos azufrados se obtiene una mayor humedad.

Así como el azufre está considerado como un elemento de fertilidad del suelo que incrementa la amonización - nitrificación, aumenta el contenido de sulfatos en la solución del suelo ayudando a su reacción, finalmente se ha observado que el rendimiento de muchas de las plantas a las que se les aplicó lo elevaron en un 100 por ciento aún cuando no es bien conocida su acción al respecto, siendo tan solo de notarse su mayor o menor presencia de acuerdo con la cantidad de materia orgánica presente.

Las plantas superiores pueden asimilar el azufre - como ión sulfato y puede llegar a ser grande su contenido, considerándolo equivalente al contenido del fósforo siendo de importancia, tanto su contenido en el suelo como en los más de los fertilizantes, siendo de notarse que aquellas - plantas que tienen una mayor demanda del elemento que nos ocupa, son las que tienen un alto contenido protéico como las leguminosas.

Los síntomas de deficiencia son parecidos a los - del nitrógeno, principalmente la falta de crecimiento y - las hojas amarillentas.

2.7.5 El Azufre como Mejorador

Una de las propiedades del azufre es bajar la alcalinidad en los suelos áridos o semiáridos teniendo en -

cuenta que los aniones son mejor absorbidos por las plantas bajo condiciones de un pH ligeramente ácido, y por otra parte el fierro y el fosfato, siendo insolubles hasta cierto punto en suelos alcalinos, el azufre aumenta su solubilidad y en muchos casos está la duplica.

El hecho de que para normalizar a un suelo ácido o sódico se emplee una forma de calcio soluble ha popularizado al yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sin embargo, los mismos resultados se obtienen con el azufre teniendo en cuenta que los suelos alcalinos son ricos en carbonatos de calcio y además forma ácido sulfúrico que neutraliza la alcalinidad teniendo en cuenta que aproximadamente un kilogramo de azufre forma tres de ácido sulfúrico, formando luego bicarbonato de calcio por la reacción entre el ácido y el carbonato, aproximadamente un kilogramo de azufre forma diez de bicarbonato. La oxidación final del azufre nos da el sulfato de calcio.

El azufre en polvo debe tener una finura dada por una malla No. 30 lo que garantiza una pureza de 99.5 por ciento y pasando por ella siquiera un 25 por ciento se oxidará en un período de cinco meses.

Aguirre (1977) y Clement (1978) mencionan que el azufre, además de acidificar el suelo, contribuye notablemente a movilizar su fósforo, y forma parte de diversas proteínas que contiene la papa.

Traps y Fuge (1936) encontraron que la acidez producida por la aplicación de azufre o de ácido sulfúrico

disminuía y desaparecía después de algunos años. Encontraron también que la acidez producida no penetraba más allá de 8 cm.

Echegaray (1958) y Collins (1958) indican que el azufre llega a formar ácido sulfúrico para que reaccione con fosfatos poco solubles y los transforma en fosfatos de mayor solubilidad tal es el caso que pueda reaccionar con el fosfato tricálcico para producir fosfato bicálcico o bien monocálcico y de esta manera estén en disponibilidad para las plantas.

Bustamante, citado por Rivera (1968) menciona que en estudios realizados en Apodaca, N.L., encontró que a los 90 días después de haber hecho las aplicaciones separadamente de 800 kg de azufre, 800 kg de azufre inoculado, 100 lts de polisulfuro y 60 ton de materia orgánica por hectárea. El azufre aumentaba la cantidad de fósforo disponible de 17 a 38 kg la de azufre inoculado de 15 a 58, la de polisulfuro de 15 a 37 y finalmente la materia orgánica de 2 a 116 kg de fósforo por hectárea.

Mc George (1945) indica que la razón para usar el azufre como un material mejorador de los suelos, está basado en su importancia como acidificante y en consecuencia en la reacción del suelo, ya que esta característica a su vez afecta en forma indirecta la eficiencia en la asimilación del fósforo.

III MATERIALES Y METODOS.

3.1 Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano de 1983. Este experimento estuvo localizado en el rancho agrícola denominado "El Aguatoche" ubicado en el Municipio de Saltillo, Coahuila.

El área de estudio está localizada geográficamente entre las coordenadas 25°07" latitud norte y 100° 48' longitud este del meridiano de Greenwich y presenta una altitud aproximada de 1850 metros. La distancia de esta área a la ciudad de Saltillo es aproximadamente de 80 km.

3.2. Suelo

Las condiciones naturales del suelo indican que se trata de un suelo Solonchak ortico, de textura fina, de fase física petrocálcica profunda (Carta DETENAL). En muestras de suelo tomadas a las profundidades de 0-15, 15-30, se realizaron los análisis físico-químicos en el laboratorio de Física de Suelos de la U.A.A.A.N. y los resultados se pueden observar en el Cuadro 3.1.

3.3 Clima

Las condiciones climatológicas medias del área - donde se llevó el estudio son: Precipitación media anual - de 350 mm presentándose principalmente durante los meses - de julio, agosto y septiembre, la temperatura media anual es de 16° C, condiciones que lo definen según Koppen como clima BS (seco estepario).

CUADRO 3.1. Análisis físico-química del suelo realizado - al inicio del establecimiento del trabajo de investigación. Rancho "El Aguatoche". Saltillo, Coahuila, ciclo P.V. 1983.

Determinaciones	Método Empleado	Valor obtenido	
		Profundidad 0-15 cm	15-30 cm
Materia orgánica (%)	Walkler/Black	2.45	2.05
Nitrógeno total (kg/ha)	Kjeldahl	28.08	35.28
Fósforo aprovechable (Kg/ha)	Olsen	95.62	62.77
Potasio intercambiable (kg/ha)	Cobaltinitrito de sodio	900.00	842.50
Reacción del suelo (pH)	Potenciómetro	7.8	7.8
Carbonatos totales (%)	NaOH 1N	79.78	77.51
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	Puente de Wheatstone	4.42	4.04
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g).		20.95	20.95
Arena (%)	Hidrómetro de Boyoucos	30.90	23.40
Limo (%)	Hidrómetro de Boyoucos	63.20	70.70
Arcilla (%)	Hidrómetro de Boyoucos	5.90	5.90
Textura	Triángulo de textura		
Densidad aparente (g/cm ³)	Parafina	1.6	1.67
Densidad de sólidos (g/cm ³)	Picnómetro	2.45	2.19

3.4. Agua de Riego

En muestras tomadas del abastecimiento de agua se realizaron los análisis de ésta para su clasificación en el laboratorio de Física de Suelos de la U.A.A.A.N. para lo cual se utilizó la técnica descrita por Palacios y Aceves (1972) y los resultados se presentan en el Cuadro 3.2.

3.5 Descripción de Tratamientos y Diseño Experimental

El experimento consistió en el estudio del azufre y polisulfuro, considerados como mejoradores químicos en dosis de 1.0 ton/ha cada uno además de estos se utilizó también el estiércol, tamo de dátil, vermiculita y perlita, en dosificaciones de 10.0, 2.0, 1.0 y 1.0 ton/ha respectivamente para observar y evaluar el efecto de cada uno de estos como al combinarlos con el azufre y polisulfuro.

Los tratamientos se seleccionaron en base a un factorial 5 x 3 generando así 15 combinaciones posibles, las cuales para poder evaluarlas se utilizó una distribución en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones por lo tanto en los factores de parcela chica se probaron la vermiculita, perlita, tamo de dátil, estiércol y testigo, como factor de parcela grande se utilizaron los mejoradores químicos azufre, polisulfuro y sin mejorador. Los factores considerados en la presente investigación son descritos en el Cuadro 3.3, así como también se puede ver en el Cuadro 3.4 la lista de tratamientos.

CUADRO 3.2. Analisis de las aguas de riego del rancho "El -
 Aguatoche", Municipio de Saltillo, Coahuila. -
 Ciclo P. V. 1983.

Conductividad eléctrica	Conductivímetro	0.62 mmhos/cm
pH	Potenciómetro	7.2
Bicarbonatos	Titulación	5.6 meq/lt
Carbonatos	Titulación	0.0
Cloruros	Titulación	2.68
Sulfatos	Titulación	0.6511
Calcio	Titulación	4.4
Magnesio	Titulación	2.6
Sodio	Titulación	1.08
Potasio	Titulación	0.02
Salinidad efectiva	Uso de fórmula	3.33
Salinidad potencial	Uso de fórmula	3.00
Relación de absorción de sodio	Uso de fórmula	1.73
Carbonato de sodio residual	Uso de fórmula	0.00
Porcentaje de sodio posible	Uso de fórmula	32.43

CUADRO 3.3. Factores estudiados en la investigación realizada sobre el cultivo de papa en el rancho - "El Aguatoche", Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1983.

Producto	Dosis kg/ha	Símbolo
Factor de parcela grande		
Azufre	1,000	A ₁
Polisulfuro de Ca	1,000	A ₂
Sin aplicación	0,000	A ₃
Factor de parcela chica		
Estiércol	10,000	B ₁
Vermiculita	1,000	B ₂
Perlita	1,000	B ₃
Tamo de dátil	2,000	B ₄
Testigo	0,000	B ₅

CUADRO 3.4. Lista de tratamientos generados de la parcela grande (A) con los factores de parcela chica (B).

No. de Tratamientos	Combinación	Nomenclatura	
1	Azufre + Estiércol	A1	B1
2	Azufre + Vermiculita	A1	B2
3	Azufre + Perlita	A1	B3
4	Azufre + Tamo de dátil	A1	B4
5	Azufre	A1	B5
6	Polisul + Estiércol	A2	B1
7	Polisul + Vermiculita	A2	B2
8	Polisul + Perlita	A2	B3
9	Polisul + Tamo de dátil	A2	B4
10	Polisul	A2	B5
11	Estiércol	A3	B1
12	Vermiculita	A3	B2
13	Perlita	A3	B3
14	Tamo de dátil	A3	B4
15	Testigo sin mejorador	A3	B5

La parcela experimental fué de 5.0 m de longitud - por 3.68 m de ancho, donde se colocaron cuatro surcos, con una separación de 0.92 m dando un área total de 18.40 m² - como parcela útil se tomaron para la cosecha los dos surcos centrales de 4 m de longitud eliminando un metro de cada surco (las cabeceras) para contrarrestar el efecto entre tratamientos.

3.6 Preparación del terreno, aplicación de tratamientos y siembra

La preparación del terreno se lleva a cabo durante el mes de marzo, realizándose primero un paso de rastra para incorporar los residuos del cultivo anterior; durante la primera quincena del mes de abril se subsoleó a una profundidad de 40 cm para después, en la segunda quincena de abril, dar una rastreada y cruzar.

Durante la primera quincena del mes de marzo, se procedió a realizar la toma del muestreo compuesto del suelo para evaluar las características físico-químicas del suelo en estudio en su inicio.

La siembra se realizó el 3 de Mayo utilizándose la variedad "Alpha", semilla certificada en Octubre de 1982, procedente de Tapalpa, Jalisco. La preparación de los bordos para siembra se efectuó de igual forma que el agricultor cooperante, o sea levantando bordos a una altura de 30 cm con un distanciamiento de 92 cm esta operación se llevó a cabo auxiliándose con la sembradora-fertilizadora.

Una vez que se terminó de surcar, se procedió a hacer la distribución de tratamientos de acuerdo al plano de campo presentado en la figura (3.1).

Como primer paso se procedió a aplicar el mejorador para que así se formara una cama y evitar el contacto directo del fertilizante con el suelo.

Una vez que se terminó de hacer la aplicación de los mejoradores se procedió a tapar con poco suelo, para después proceder a la fertilización usándose la dosis de 150-300-150 unidades de nitrógeno, pentóxido de potasio, respectivamente, usándose para esto los siguientes productos químicos sintéticos: urea, superfosfato de calcio triple y sulfato de potasio.

Para la desinfección del suelo se aplicó la mitad de los nematicidas e insecticidas al momento de abrir el surco y la segunda mitad después de depositada la semilla en el fondo del surco; los productos utilizados fueron:

Tecto 60, Thiabendazole, MDS, Fungicida agrícola de contacto y sistemático, en dosis de 500 g/ha, para la prevención de pudrición seca (Fusarium sp) costra plateada (Helminthos porium solani) gangrena (Phoma exigua); pudrición del cuello (Rhizoctonia sp) mancha de la piel (Oospora postulanus).

Furadan 350 L., insecticida-nematicida sistémico, en dosis de 2.5 l/ha para la prevención de gusano de alambre, gallina ciega y nemátodos.

Heptacloro 25 CE., insecticida emulsificable, en dosis de 1.5 lts/ha, contra gusano cortador y alambre.

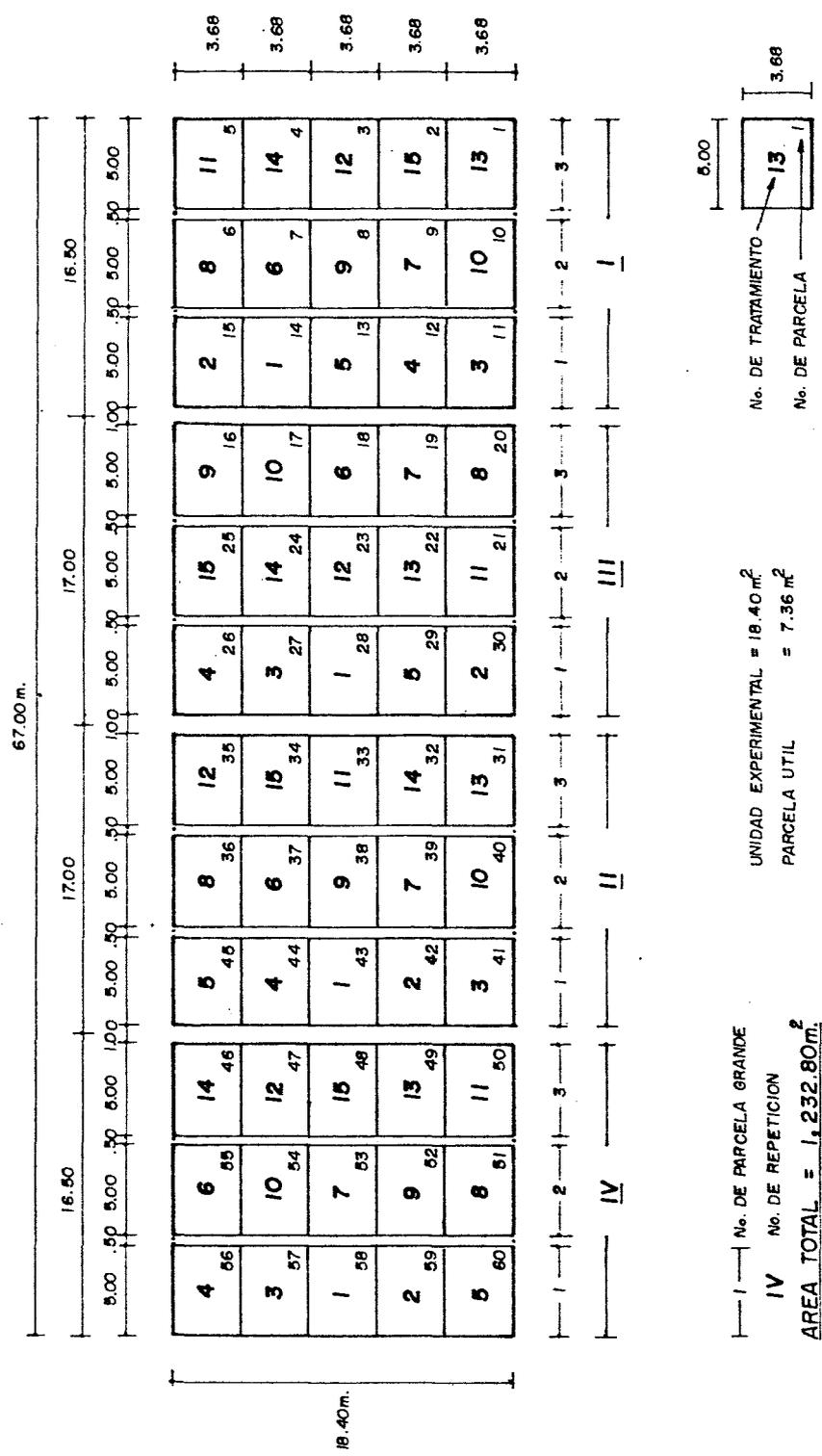


FIGURA 3.1 PLANO DE CAMPO; DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.

PCNB 24 por ciento, insecticida en dosis de 10 lts/ha para el control de la roña (Actinomyces acabies), pudrición de la raíz (Phitophthora dechsleri).

La semilla fué depositada en forma manual, al fondo del surco a una distancia de 25 cm entre una y otra. El tapo de siembra se efectuó auxiliados por el tractor equipado con un implemento bordeador para dos surcos y un equipo de aspersión acoplado al frente del tractor, con el cual se aplicó la mitad restante de nematicida e insecticida, añadiendo Biozyme, estimulante de crecimiento vegetal en dosis de 0.5 lts/ha.

3.7 Practicas Culturales

Durante el desarrollo del experimento, se realizaron dos escardas y un deshierbe manual, ya que las altas precipitaciones pluviales presentadas durante el ciclo favorecieron un rápido desarrollo de las malezas por lo cual se realizó la práctica antes mencionada.

Los riegos se realizaron con equipo de aspersión, empleando el sistema de "Sideroll" en intervalos de 9 a 10 días y con duración de 6 horas, el primer riego se dió después de la siembra.

Durante el desarrollo del cultivo no se presentaron plagas que ocasionaran daños al cultivo dentro del lote experimental, debido a la aplicación de insecticidas que estableció el agricultor cooperante en todo el campo en forma aérea para tal fin.

En el mes de Julio se detectó la presencia de tizón temprano (*Alternaria* sp), a partir de este momento se efectuaron aplicaciones periódicas de fungicidas, lográndose retardar la manifestación de los síntomas durante esa etapa del cultivo; las altas precipitaciones pluviales que se presentaron en el mes de Agosto, favorecieron la incidencia presentando daños severos en el follaje a finales de dicho mes, aunque no se estimaron mermas en la producción causada por esta enfermedad ya que el cultivo en esta etapa había logrado un buen desarrollo de tubérculos y se iniciaba la defoliación mecánica precosecha.

3.8 Evaluación de los Tratamientos

3.8.1 Cambios Inducidos en el Suelo

Con el propósito de evaluar el efecto de los tratamientos en las condiciones del suelo, se realizaron dos muestreos: el primero antes del establecimiento del experimento y el segundo al momento de la cosecha para someter éstas a su análisis físico-químico en el laboratorio de Física de Suelos de la U.A.A.A.N. Estos muestreos se realizaron en la zona de crecimiento de la raíz.

Los parámetros que se evaluaron antes y después del cultivo fueron: materia orgánica (MO), nitrógeno total (NT), fósforo aprovechable (Pa), potasio intercambiable (Ki), reacción del suelo (pH), carbonatos totales (CO_3^{\equiv}), conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), textura (arena, limo y arcilla), densidad -

aparente (Da) y densidad de sólidos (Ds).

3.8.2 Desarrollo Vegetativo

La altura de planta fué evaluada en el campo tomando al azar 5 plantas de los dos surcos centrales en todos los tratamientos a través de las cuatro repeticiones, éstas mediciones se efectuaron a partir del mes de Julio.

3.8.3 Producción de Materia Seca

Para evaluar este parámetro se procedió a extraer una planta por tratamiento a través de las cuatro repeticiones previo lavado de las muestras y secado al medio ambiente, se pesó follaje y tubérculos por separado, cuantificando el número, grosor y longitud de tallos, así como el número de tubérculos. La muestra fué secada a la estufa a 75 °C durante 24 horas y pesada posteriormente.

3.8.4 Producción y Calidad de Tubérculo

Una vez que el cultivo cumplió su ciclo se procedió a cortar el follaje de las plantas y para ello se utilizó una desbaradora accionada por la toma de fuerza del tractor.

El 8 de Octubre se cosechó el experimento, los tubérculos fueron extraídos a la superficie del terreno empleando la cosechadora; se cosechó únicamente la parcela útil o sea los dos surcos centrales de 4 metros de longitud, es decir, una superficie de 7.36 m² por tratamiento; esta práctica se realizó en forma manual y los tubérculos

clasificados en tres categorías comerciales, (papa de primera, segunda y tercera) y se depositaron en arpillas para facilitar el pesaje. Estos datos fueron sometidos al análisis estadístico.

3.8.5 Modelos Estadísticos Empleados

Para la información obtenida de producción de materiales de follaje, tubérculo y total, así como también el número, grosor y longitud de tallos y número de tubérculos, se empleó el modelo de correlación lineal simple.

Con la finalidad de minimizar el error experimental y hacer un mejor análisis e interpretación de los resultados del experimento se empleó el modelo estadístico de una distribución en bloques al azar con arreglo de los tratamientos en parcelas divididas y que a continuación se describe:

$$Y_{ijk} = M + T_i + B_j + R_k + E_{ik} + (T B)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente (rendimiento del tratamiento j en la parcela i en el bloque K .)

M = Efecto de la media general

T = Efecto verdadero de i -ésimo nivel del factor a .

B_j = Efecto verdadero del j -ésimo nivel del factor b .

R_k = Efecto del k -ésimo bloque

E_{ik} = Error experimental de parcela grande

$(T B)_{ij}$ = Efecto verdadero de la interacción
 E_{ijk} = Error experimental de parcela chica

La determinación de diferencias entre medias se -
efectuó empleando la prueba de D.M.S.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Cronología del Experimento

La localización del sitio experimental y la preparación de los materiales que se utilizaron en el experimento se llevaron a cabo durante los meses de Febrero y Marzo. Asimismo en la segunda quincena del mes de Marzo se realizó el muestreo del suelo y se delimitó el área experimental; posteriormente el día 3 de Mayo de 1983 se sembró. La emergencia de la planta fué a los 26 días después de la siembra. El primer cultivo se dió el día 8 de Junio. La floración dió inicio el día 12 de Julio y terminó aproximadamente el 6 de agosto. El 28 de Julio se detectó presencia de tizón temprano. A los 130 días después de efectuada la siembra se hizo el desvare del follaje del lote experimental y finalmente el día 8 de octubre, 154 días después de la siembra se realizó la cosecha y selección del tubérculo.

4.2 Cambios Inducidos en el Suelo

La aplicación de los tratamientos originó cambios importantes en algunas de las propiedades físico y químicas del suelo, lo cual se puede apreciar al analizar los cuadros 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8 en los

cuales se reportan los valores obtenidos de los análisis practicados al suelo después de cosechar el experimento. Entre las observaciones más importantes que se detectaron están las siguientes:

4.2.1 Reacción del Suelo (pH)

En el cuadro 4.1 se presentan los valores obtenidos para este parámetro después de cosechar el experimento, apreciándose que los datos resultantes del análisis se comportan muy similares entre si sobre todo los valores obtenidos cuando los mejoradores no acidificantes actúan solos así como cuando estos se combinan con un mejorador acidificante como es el azufre. Sin embargo cuando los mejoradores acidificantes se combinan con el polisulfuro se aprecia un cambio ligero sobre todo cuando se combina con tamo de dátil o vermiculita ya que los valores de estos tratamientos presentan una disminución de pH de 7.8 que fue el valor obtenido antes de sembrar el experimento a los resultados obtenidos en los tratamientos antes mencionados que fueron de 7.7 y 7.75 respectivamente, o sea que hubo un decremento de .10 y de .05 unidades en la escala del potenciómetro.

Aun cuando hubo esta variación no se considera importante puesto que según la clasificación pertenece a un suelo medianamente alcalino.

CUADRO 4.1. Resultados obtenidos en la determinación de pH en el suelo tratado con combinaciones de mejoradores. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1983.

Mejoradores no Acidificantes	Mejoradores Acidificantes		
	Nada	Azufre	Polisulfuro de Ca
Nada	7.9	7.85	7.85
Estiefool	7.8	7.9	7.88
Tamo de dátil	7.9	7.85	7.70
Perlita	7.9	7.8	7.80
Vermiculita	7.8	8.0	7.75

4.2.2 Conductividad Eléctrica (CE)

Al observar los valores obtenidos sobre esta característica en el cuadro 4.2 apreciamos que hay una variación significativa entre estos, pues los rangos van de 4.42 a 2.5 mmhos/cm, para antes de la siembra del experimento y después de la cosecha del mismo.

Al analizar los datos del cuadro 4.2 se observa que el efecto del azufre al combinarse con los mejoradores no acidificantes provoca una disminución de la conductividad eléctrica, principalmente cuando se combina con estiércol, vermiculita, perlita y actuando solo, tan es así que la clasificación cambia de suelo medianamente salino a ligeramente salino, no actuando de la misma forma cuando el azufre actúa con tamo de dátil aunque hay un decremento no es significativo.

De la misma forma que el azufre disminuye la conductividad eléctrica, el polisulfuro también produce este efecto al combinarse con los mejoradores no acidificantes aunque el decremento es más significativo pues los valores van de 3.38 a 2.6 mmhos/cm apreciando que cuando el polisulfuro se combina con vermiculita la conductividad eléctrica disminuye hasta 2.6 mmhos/cm así como también cuando el polisulfuro actúa solo la conductividad se ve disminuida hasta un valor de 2.6 mmhos/cm, así mismo cuando el polisulfuro se combina con estiércol, perlita y tamo de dátil, la conductividad eléctrica se ve afectada pero el decremento que se observó no es tan significativo como

cuando el polisulfuro actúa solo o en combinaciones con vermiculita, ya que sus valores son 3.38, 2.85 y 3.0 mmhos/cm respectivamente.

Al analizar el comportamiento de los mejoradores no acidificantes (estiércol, vermiculita perlita y tomo de dátil), en el cuadro 4.2 se aprecia que todos estos disminuyen mas la conductividad eléctrica del suelo actuando solos que cuando actúan en combinación con el azufre y polisulfuro, sobresaliendo la perlita la cual disminuye la conductividad eléctrica de 4.42 a 2.5 mmhos/cm.

De acuerdo a lo antes descrito podemos decir que la conductividad eléctrica fué afectada positivamente por todos los tratamientos estudiados, ya que estos al disminuir la conductividad eléctrica del suelo de 4.45 mmhos/cm hasta un promedio de 2.8mmhos/cm la clasificación del suelo cambia de medianamente salino (3.5 - 7.0 mmhos/cm) a ligeramente salino (2.5 - 3.5 mmhos/cm).

4.2.3 Materia Orgánica (M.O)

En el cuadro 4.3. se presentan los valores de materia orgánica obtenidos después de cosechar el experimento. Al analizar este cuadro podemos apreciar que todos los valores superan el contenido de materia orgánica encontrado al inicio del experimento que fué de 2.45 por ciento.

Analizando el mismo cuadro 4.3. se puede apreciar que cuando los mejoradores no acidificantes (estiércol, tomo de dátil, perlita y vermiculita) actúan solos, provocan un cambio del contenido de materia orgánica en el suelo, -

CUADRO 4.2. Resultados obtenidos en la determinación de -
 conductividad eléctrica en el suelo tratado -
 con combinaciones de mejoradores. Saltillo, -
 Coahuila. Ciclo P.V. 1983.

Mejoradores no Acidificantes	Mejoradores Acidificantes		
	Nada	Azufre	Polisulfuro de Ca
Nada	2.36	3.71	2.71
Estiércol Bovino	2.75	3.18	3.38
Tamo de dátil	2.80	4.05	3.00
Perlita	2.50	3.12	2.85
Vermiculita	2.82	3.25	2.60

presentando los valores más altos en comparación con el valor obtenido al inicio de la investigación (2.45) pero observamos que el tamo de dátil provee de mayor porcentaje de materia orgánica al suelo que el estiércol, vermiculita y perlita.

Así mismo se puede apreciar que cuando los mejoradores no acidificantes se combinan con los mejoradores acidificantes (azufre y polisulfuro) también se aprecia un aumento del contenido de la materia orgánica en comparación con el valor inicial aunque no tan significativo como cuando los mejoradores no acidificantes actúan solos, aunque es conveniente señalar que el azufre cuando actúa solo aumenta el contenido de M.O que cuando se combina con los mejoradores no acidificantes, no siendo de igual forma para el caso de cuando el polisulfuro actúa en forma única. Sin embargo cuando el polisulfuro se combina con el tamo de dátil provee el mayor contenido de M.O en el suelo siendo de 3.40 porciento en comparación al valor encontrado al inicio del ensayo que fué de 2.45 porciento.

De acuerdo con lo anterior podemos pensar que el tamo de dátil es uno de los tratamientos que influyó en aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, tanto solo como al combinarse con azufre y polisulfuro, lo cual se puede deber a que el tamo de dátil es un producto de origen orgánico y de más rápida descomposición debido al efecto de los mejoradores acidificantes.

CUADRO 4.3. Resultados obtenidos en la determinación de materia orgánica en el suelo tratado con combinaciones de mejoradores. Saltillo, Coahuila Ciclo P.V. 1983.

Mejoradores no Acidificantes	- - - Mejoradores Acidificantes - - -		
	Nada	Azufre	Polisulfuro de Ca
Nada	2.87	2.90	2.50
Estiércol Bovino	2.80	2.81	2.68
Tamo de dátil	3.07	2.87	3.40
Perlita	2.87	2.61	2.87
Vermiculita	2.90	2.68	2.87

4.2.4 Nitrógeno Total (N.T)

Al analizar el cuadro 4.4. que corresponden a los resultados obtenidos del contenido de nitrógeno total en el suelo después de la cosecha del experimento, se puede apreciar que estos superan fácilmente al valor encontrado inicialmente o sea antes de llevar a cabo la siembra del experimento.

Se puede apreciar en el cuadro 4.4. que el contenido de nitrógeno se incrementa al utilizar los mejores acidificantes como son el azufre y polisulfuro, así como también cuando se utilizan los mejoradores no acidificantes, tales como el estiércol, tamo de dátil, perlita y vermiculita.

Sin embargo en este cuadro se puede observar claramente que cuando los mejoradores no acidificantes se combinan con el polisulfuro el contenido de nitrógeno se ve aumentado en forma general aunque cuando la perlita se combina con el azufre se observa que el contenido de nitrógeno con esta combinación es la que nos reporta el más alto resultado que es de 64.24 kg/ha.

Se puede pensar que el aumento del contenido de nitrógeno en el suelo se debió a la acción química de los mejoradores no acidificantes actuando solo como cuando se combinaron con los mejoradores acidificantes los cuales actuaron sobre la M.O del suelo, descomponiéndola más rápidamente, pero también ese incremento detectado se vio influenciado al añadir los 150 kg de nitrógeno al momento de la siembra.

CUADRO 4.4 Resultados obtenidos en la determinación de nitrógeno total en el suelo tratado con combinaciones de mejoradores. Saltillo, Coahuila. - Ciclo P. V. 1983.

Mejoradores no Acidificantes	Mejoradores Acidificantes		
	Nada	Azufre	Polisulfuro
Nada	45.64	34.65	50.45
Estiércol bovino	49.83	38.47	41.70
Tamo de dátil	58.74	47.92	47.40
Perlita	34.58	64.24	63.13
Vermiculita	52.18	36.46	56.23

4.2.5 Fósforo Aprovechable

El contenido de fósforo aprovechable encontrado después de aplicar los tratamientos fué menor que el detectado antes de establecer el experimento, esto resulta interesante, puesto que en base a que se hizo una aplicación de 300 kg de P_2O_5 por hectárea y, dada a la alta capacidad de fijación del fósforo por el suelo, era de esperarse que se registraran cantidades mayores de este nutriente aprovechable después de aplicar los tratamientos.

En el cuadro 4.5. se puede observar los resultados obtenidos al analizar las muestras de suelo después de cosechar el experimento. En este cuadro podemos apreciar que el efecto de los mejoradores no acidificantes (estiércol, tamo de dátil, perlita y vermiculita) provocaron cambios en el contenido de fósforo encontrado en el muestreo como son los casos de estiércol y perlita que presentaron valores de 101.25 y 108.41 kg/ha que en comparación al valor encontrado antes de sembrar el experimento (95.62 kg/ha) lo superan. No dándose el mismo caso para tamo de dátil y vermiculita ya que estos presentan resultados de 91.35 y de 56.25 los cuales son menores que el valor inicial que fue de 95.62 kg/ha.

Por otra parte cuando los mejoradores no acidificantes se combinan con el azufre se puede observar que los resultados obtenidos de esta combinación son superados fácilmente por el valor que se encontró al inicio del experimento. Siendo el resultado más bajo, las combinaciones de

azufre con vermiculita con un valor de 37.35 kg/ha., si -
guiendo en orden por; azufre con perlita, azufre con estiér -
col y tamo de dátil con azufre los cuales reportan valores
de 42.75, 47.70 y 67.50 kg/ha de fósforo aprovechable.

Ahora al observar las combinaciones de los no acidi -
ficantes con polisulfuro se aprecia claramente que las com -
binaciones de este producto con tamo de dátil, perlita y -
vermiculita provocaron un aumento sustancial en el conteni -
do de fósforo ya que los resultados reportados por el análi -
sis fue de más de 112 kg de este nutriente por hectárea no
siendo de igual forma para el caso del estiércol y polisul -
furo solo.

En base a lo descrito anteriormente se puede pensar
que los cambios que provocaron en el contenido de fósforo -
las combinaciones del azufre con los mejoradores no acidifi -
cantes se deba a que este producto (azufre), tiene la pro -
piedad de acidificar el suelo provocando cambios en la pH -
reacción del suelo y por consiguiente hay liberación de los
nutrientes, del suelo entre los cuales se encuentra los fós -
foros, pues como se puede apreciar en el cuadro 4.5., tanto
el azufre actuando solo, como cuando se combina con estiér -
col, tamo de dátil, perlita y vermiculita, se nota que el -
contenido de fósforo encontrado fué menor que el reportado
al inicio del experimento además de los 300 kg que se aña -
dieron.

Cabe mencionar que tanto el azufre como el polisul -
furo actuando solos, como la combinación azufre con vermi -
culita fueron los que reportaron el mas bajo contenido de -

fósforo en el suelo.

Por último se puede mencionar que el estiércol, tamo de dátil y perlita así como las combinaciones de polisulfuro con tamo de dátil, perlita y vermiculita presentan un contenido alto, en comparación al valor inicial del experimento.

4.2.6 Potasio Intercambiable

En el cuadro 4.6 se presentan los valores de potasio intercambiable, al analizar este cuadro podemos apreciar que los valores permanecieron aproximadamente iguales en su interpretación, aunque con una variación que va de 648 a 900 kg/ha.

En este mismo cuadro podemos observar que los mejoradores no acidificantes como vermiculita, perlita y el testigo, presentan el mismo valor de 900 kg de fósforo, valor que es igual al encontrado al inicio del ensayo; en cambio para estiércol y tamo de dátil el contenido de potasio disminuyó de 900 kg hasta 850.5 y 860 kg respectivamente.

Por otra parte cuando el azufre se combina con perlita el contenido de potasio se ve disminuído de 900 hasta 801 kg, valores reportados para antes del experimento y después de cosechar el experimento, no sucediendo lo mismo en las combinaciones de azufre solo, azufre con estiércol, azufre con tamo de dátil, los cuales nos reportan valores iguales, tanto para antes del ensayo como para después de cosechado dicho experimento.

CUADRO 4.5. Resultados obtenidos en la determinación de fósforo aprovechable en el suelo tratado con combinaciones de mejoradores, Saltillo, Coahuila, Ciclo P. V. 1983.

Mejoradores no Acidificantes	Mejoradores Acidificantes		
	Nada	Azufre	Polisulfuro de Ca
Nada	54.90	29.25	32.40
Estiércol Bovino	105.25	47.70	84.15
Tamo de dátil	91.35	67.50	+ 112.50
Perlita	108.45	42.75	+ 112.50
Vermiculita	56.25	37.35	+ 112.50

Por último se puede apreciar claramente que el polisulfuro solo, así como al combinarse con estiércol, tamo de dátil, perlita y vermiculita nos dan resultados más bajos que el encontrado al inicio de la investigación, resultando en esto la combinación de polisulfuro con estiércol ya que presenta el valor más bajo de potasio intercambiable que es de 648 kg/ha.

Como se pudo observar en la discusión anterior el polisulfuro de calcio provoca un mayor aprovechamiento del potasio que el azufre y que los mejoradores no acidificantes, aun cuando se aplicaron 150 kg de potasio por hectárea.

4.2.7 Carbonatos Totales

En el cuadro 4.7 se presentan los resultados obtenidos de carbonatos totales del suelo en estudio al añadirle los tratamientos ensayados.

En este cuadro se puede apreciar que el contenido de carbonatos totales no sufrió cambios significativos, ya que los valores obtenidos antes y después del experimento son aproximadamente iguales por lo cual no cambia su clasificación en cuanto al contenido de carbonatos totales.

4.2.8 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

El efecto de la aplicación de los mejoradores de suelo se presentan en el cuadro 4.8 en donde la tendencia de los mejoradores orgánicos es incrementar la CIC en -

CUADRO 4.6. Resultados obtenidos en la determinación de -
potasio intercambiable a un suelo tratado con
combinaciones de mejoradores. Saltillo, -
Coahuila, Ciclo P. V, 1983.

Mejoradores no Acidificantes	----- Mejoradores -----		Acidificantes ----- Polisulfuro de Ca
	Nada	Azufre	
Nada	+ 900	+ 900	787
Estiércol	850.5	+ 900	648
Tamo de dátil	860	+ 900	833
Perlita	+ 900	801	797
Vermiculita	+ 900	882	720

CUADRO 4.7. Resultados obtenidos en la determinación de carbonatos totales en el suelo tratado con combinaciones de mejoradores. Saltillo, Coahuila Ciclo P. V. 1983.

Mejoradores no Acidificantes	----- Nada	Mejoradores Azufre	Acidificantes -- Polisulfuro
Nada	77.96	77.96	76.78
Estiércol bovino	76.98	75.80	76.58
Tamo de dátil	76.78	77.96	76.00
Perlita	69.92	76.58	76.58
Vermiculita	76.74	76.19	76.78

comparación con el valor inicial. Estos resultados tienen estrecha relación si los comparamos con el contenido de materia orgánica encontrada para cada uno de los tratamien - tos orgánicos solos, lo que se comprueba con lo expresado por Buckman y Brady (1966) y León (1984), que señalan a la materia orgánica como un contribuyente en el aumento de la CIC.

Respecto a los acidificantes, azufre y polisulfuro de calcio tienen un efecto indirecto, ya que al provocar - una disminución del pH se genera un mejor desarrollo de la planta y por lo cual existe una mayor cantidad de materia orgánica y por consiguiente aumenta la capacidad de inter - cambio catiónico.

En cuanto al comportamiento de la vermiculita y - perlita también se observa un incremento el cual se puede deber a que estos minerales son expandibles.

Por último podemos señalar que tanto el azufre so - lo, el estiércol solo y la vermiculita con Polisulfuro de calcio son los tratamientos que aumentan significativamen - te la capacidad de intercambio catiónico de este suelo, de - bido a las características ya señaladas anteriormente

4.3 Desarrollo Vegetativo

4.3.1 Altura de planta

En el cuadro 4.9. se pueden observar los resulta - dos obtenidos de la altura de planta en los diferentes tra - tamientos ensayados.

CUADRO 4.8. Resultados obtenidos en la determinación de capacidad de intercambio catiónico en el suelo tratado con las combinaciones de mejoradores, Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1983

Mejoradores no Acidificantes	-----Mejoradores Acidificantes -----		
	Nada	Azufre	Polisulfuro
Nada	25.4	32.4	26.0
Estiércol bovino	30.2	27.0	28.0
Tamo de dátil	25.4	25.6	27.0
Perlita	26.2	26.6	26.2
Vermiculita	28.2	30.0	30.8

En este cuadro podemos observar que la altura de los 15 tratamientos estudiados a los 56 días después de la emergencia de la planta se comportan en forma similar.

Al realizar el segundo muestreo el cual se realizó a los 68 días de emergencia la planta se observa que los tratamientos azufre con estiércol y polisulfuro solo y estiércol solo son los que presentaron la máxima altura en este período.

En cuanto al último muestreo se observa que hay una diferencia en cuanto a altura máxima que se registraron siendo los tratamientos azufre con estiércol (A_1B_1) y azufre solo (A_3B_1) los que alcanzaron la máxima altura siendo de 89.5 y 89.0 cm.

Lo anterior se puede apreciar en la serie de gráficas presentadas en la figura 4.1, así como también se puede observar el comportamiento del efecto de los mejoradores; azufre, polisulfuro de calcio y sin mejorador al analizar la gráfica presentada en la figura 4.2.

Por último se correlacionó la altura de la planta con rendimiento para verificar si existía relación entre estas variables y se obtuvo una r de 0.036 lo cual nos indicó que no hay una relación entre estas variables.

4.4 Producción de Materia Seca.

En el cuadro 4.10 se presentan los resultados de materia seca de los parámetros de follaje, tubérculo, número de tubérculos, número de tallos, longitud de tallos y

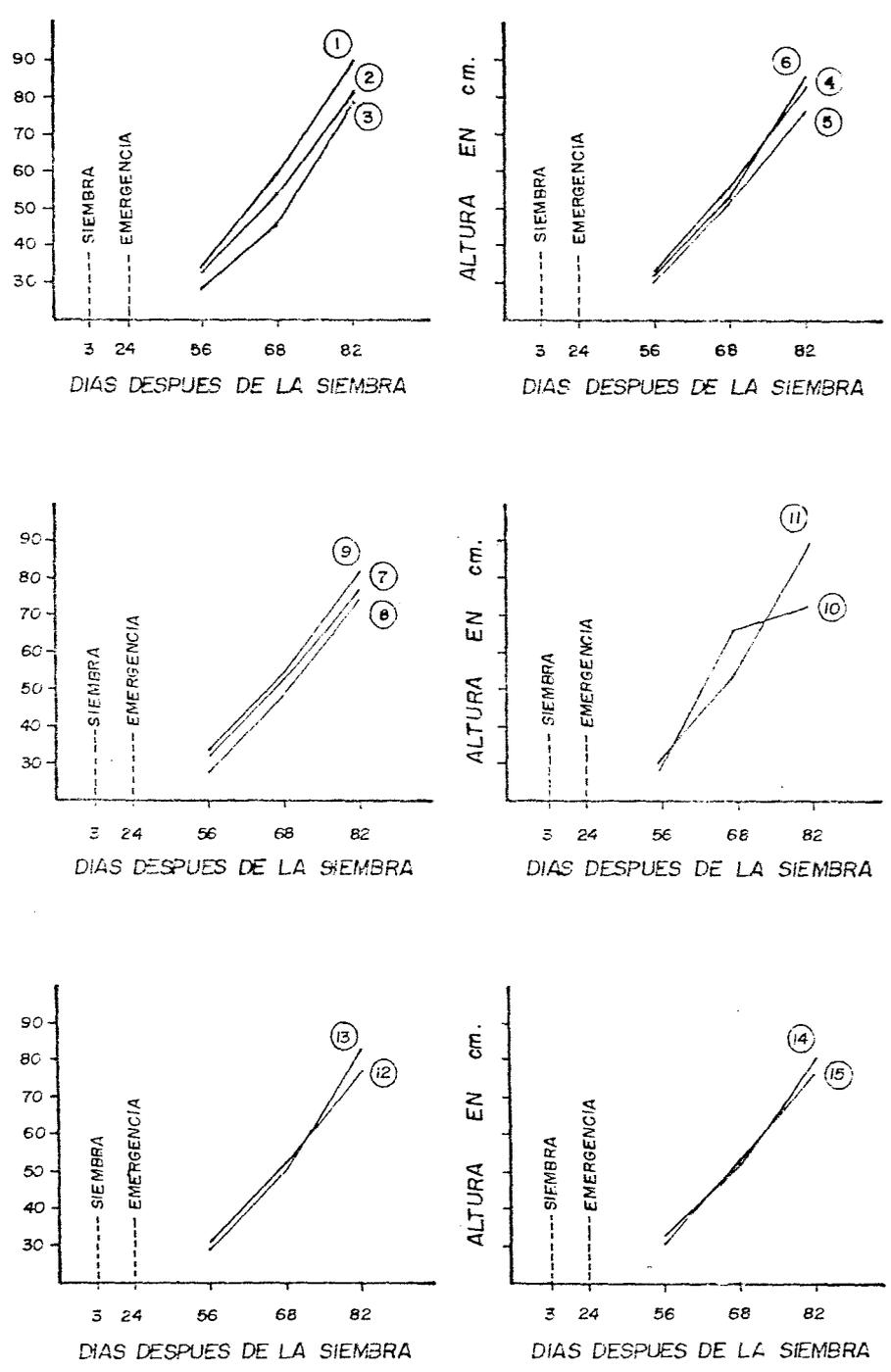


FIGURA 4.1. REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVOLUCION - DE LA ALTURA DE PLANTA EN LOS TRATAMIENTOS (1) BAJO ESTUDIO. CULTIVO DE PAPA, RANCHO "EL AGUATOCHÉ" MPIO. SALTILLO, COAH. 1983.

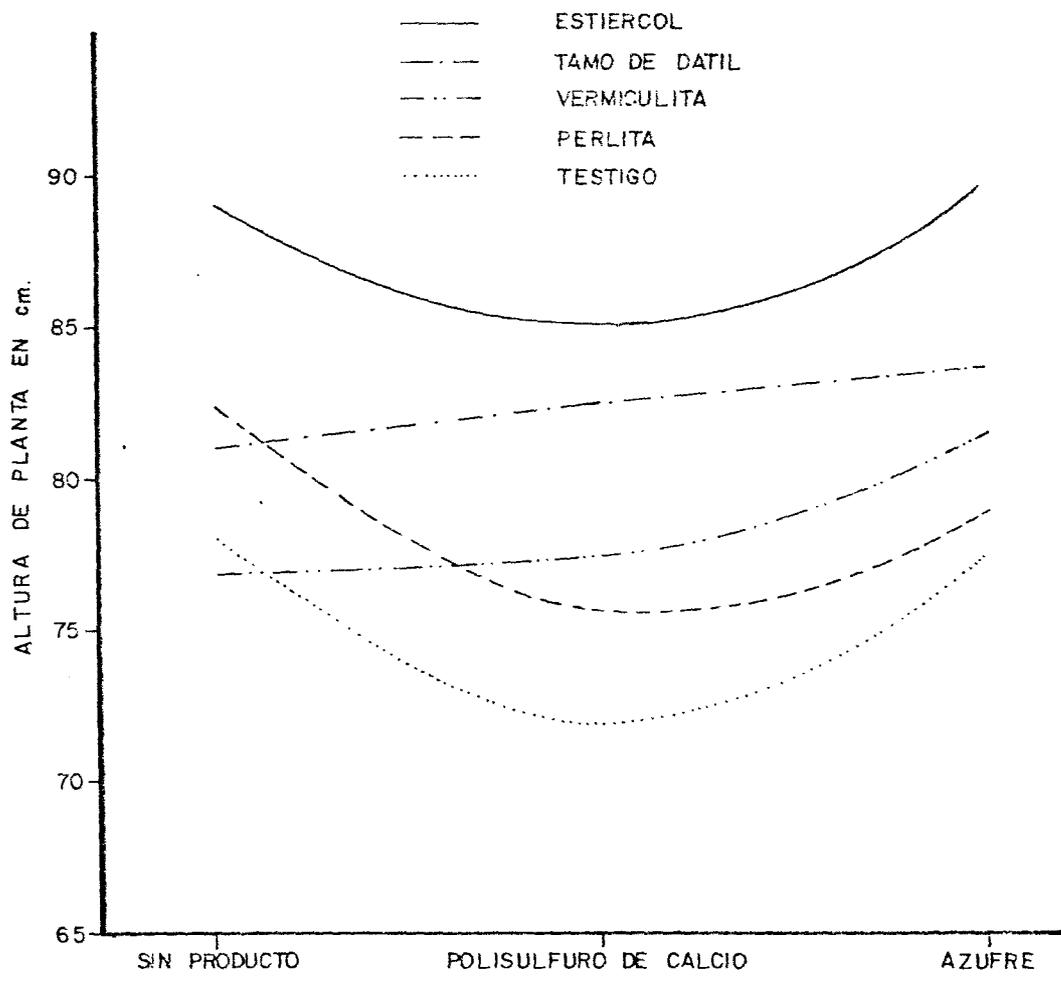


FIGURA 4.2. REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVOLUCION DE LA ALTURA DE LA PLANTA EN LOS TRATAMIENTOS DE PARCELA GRANDE BAJO ESTUDIO. CULTIVO DE PAPA, RANCHO "EL AGUATOCHÉ" MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. 1983

CUADRO 4.9. Valores promedio de la altura de la planta de papa observadas a los 56, 68 y 84 días después de la siembra. Saltillo, Coahuila. Ciclo P.V. 1983.

Tratamiento		-----Días después de la siembra -----		
		56	68	84
A ₁	B ₁	33.55	59.5	89.5
A ₁	B ₂	33.80	54.6	81.25
A ₁	B ₃	28.25	46.3	78.75
A ₁	B ₄	32.15	55.3	83.75
A ₁	B ₅	29.95	51.3	77.5
A ₂	B ₁	30.45	51.7	85.0
A ₂	B ₂	31.35	52.55	77.5
A ₂	B ₃	27.75	49.15	75.75
A ₂	B ₄	31.30	53.95	82.5
A ₂	B ₅	29.70	65.15	72.5
A ₃	B ₁	29.90	54.15	89.0
A ₃	B ₂	31.5	53.55	77.0
A ₃	B ₃	29.95	51.90	82.5
A ₃	B ₄	32.45	53.55	81.0
A ₃	B ₅	31.05	53.65	78.0

oo

Podemos observar en la columna sobre follaje que el tratamiento de azufre con tamo de dátil es el que presenta el rendimiento más alto con respecto al resto de los tratamientos, esto se puede deber a que el tamo de dátil es de origen orgánico y que además al combinarse con el azufre provoca una mayor liberación de nutrientes y por lo tanto se traduzca en una mayor área foliar.

Por lo que respecta al resto de los tratamientos estos se comportan en forma similar.

En cuanto al contenido de materia seca en tubérculo se aprecia claramente que cuando el estiércol bovino actúa en combinación con azufre y polisulfuro de calcio hay un mayor contenido de materia seca, no siendo igual para el resto de los tratamientos los cuales presentan contenidos muy por debajo de los anteriores, posiblemente el aumento de materia seca en los dos tratamientos mencionados se deba a que se trata de un mejorador orgánico el cual al combinarse con mejoradores acidificantes provocan un aumento en el contenido de materia orgánica en el suelo así como también una liberación de nutrientes que la planta los pueda absorber más fácilmente.

Este mismo efecto lo podemos observar en la columna de totales ya que los mismos tratamientos (estiércol con azufre y estiércol con polisulfuro de calcio, $A_1 B_1 - A_2 B_2$) son los que presentan los rendimientos más altos en cuanto a materia seca total se refiere.

Por otro lado en el cuadro 4.10 también se pueden observar los resultados sobre el parámetro de número de

tubérculos, al respecto se puede apreciar que en forma general los tratamientos se comportan en forma similar, sin embargo la combinación de tamo de dátil con polisulfuro de calcio provoca una mayor tuberización al igual que cuando el tamo de dátil actúa en forma única.

Por lo que respecta a la columna de tallos se puede observar que tanto el número, como grosor y longitud de tallos se comportan en forma uniforme.

Por último con el propósito de encontrar una posible correlación entre el rendimiento de tubérculo y la producción de materia seca del follaje, tubérculo y totales (cuadro 4.10) se determinó los siguientes coeficientes de correlación $r = 0.06$, 0.46 y 0.47 , estos no indicaron confiabilidad, lo que indica que el cultivo en esta época de muestreo, para este tipo de ensayo no se ha desarrollado lo suficiente y que nos permita estimar a través de su peso de materia seca los rendimientos probables.

Tratando de obtener la máxima información posible de las mediciones efectuadas, se correlacionó el número de tallos con el número de tubérculos obteniéndose una r negativa de 0.196 que es no significativo, también se correlacionó el grosor de los tallos con la longitud de los mismos, dándonos una r de 0.08 lo cual nos mostró al igual que la anterior poca relación entre las variables.

CUADRO 4.10. Producción de materia seca (ton/ha) de follaje, tubérculo y total; número de tubérculos y número, longitud y grosor de tallos estimados de los tratamientos estudiados en el cultivo de papa en el rancho "El Aguatoche", Municipio de Saltillo, Coahuila. (muestreo del 23 de agosto de 1983).

No de Tratamientos	Follaje (peso seco ton/ha)	Tubérculo Ton/ha)	Total	No. de Tubérculos	----T A L L O S ----		
					No.	Long.(c)	Grosor (cm)
1	0.284	6.212	6.496	9	2	85.0	6.0
2	0.736	3.682	4.418	8	4	80.0	4.5
3	0.735	2.970	3.705	6	2	75.0	5.5
4	1.096	2.898	3.994	8	3	71.0	4.5
5	0.572	3.067	3.639	9	3	71.0	4.8
6	0.711	7.728	8.439	6	3	77.0	5.8
7	0.762	4.000	4.762	9	3	91.0	5.5
8	0.593	4.305	4.898	7	5	95.0	4.5
9	0.501	3.208	3.709	12	3	73.5	4.5
10	0.687	4.172	4.859	7	3	76.0	5.0
11	0.674	3.917	4.591	6	4	88.0	4.3
12	0.543	3.717	4.260	5	2	82.0	5.5
13	0.423	3.748	4.171	6	5	78.0	4.3
14	0.507	3.741	4.248	14	3	78.0	3.5
15	0.414	2.237	2.651	4	4	78.5	6.0

4.5 Producción y Calidad de Tubérculo

4.5.1. Análisis de los Rendimientos

Los rendimientos medios obtenidos para cada uno de los 15 tratamientos en estudio, se presentan en el cuadro 4.11 en el que se puede apreciar que existe una diferencia marcada entre las medias de los rendimientos totales, las cuales varían de 13.132 ton/ha para el tratamiento 10 (poli sulfaro de calcio) a 20.185 ton/ha para el tratamiento 11 (estiércol solo). Por otro lado la media total de los rendimientos de tubérculo obtenidos al clasificarlos en cada tratamiento muestran diferencias entre clasificaciones, siendo la papa de segunda la más abundante, siguiendo la papa de primera y tercera.

Tomando como base las diferencias marcadas anteriormente se procedió a analizar estadísticamente los rendimientos totales y las tres clasificaciones comerciales de tubérculos.

En el cuadro 4.12 se presentan los datos del rendimiento total de papa, para cada tratamiento y sus repeticiones. Estos rendimientos se ajustaron al nivel comercial.

En el cuadro 4.13 se presenta el análisis de varianza, donde podemos observar que, el coeficiente de variación es de 21.71 por ciento, que existió diferencias altamente significativas para los tratamientos de parcela chica, ya que su F_c superó ampliamente a la F de tablas al .05 y .01 por ciento de probabilidad de cometer error tipo 1, con un valor de 4.74 en su F calculada contra 2.63 y 3.96 de F

CUADRO 4.11. Rendimiento medio de tubérculo de primera, - segunda, tercera y total (ton/ha) de los 15 tratamientos estudiados en el Rancho "El Agua toche", Municipio de Saltillo, Coahuila, P.V. 1983.

Tratamiento		-----C L A S I F I C A C I O N-----			
		Primera	Segunda	Tercera	T O T A L
A ₁	B ₁	9.031	8.031	2.2693	19.744
A ₁	B ₂	4.677	8.952	2.683	16.312
A ₁	B ₃	4.839	5.557	3.685	14.081
A ₁	B ₄	6.475	6.774	5.662	18.911
A ₁	B ₅	2.291	7.789	3.548	13.628
A ₂	B ₁	7.019	9.626	3.262	19.907
A ₂	B ₂	6.826	5.096	3.685	15.607
A ₂	B ₃	5.570	7.058	4.382	17.010
A ₂	B ₄	6.070	7.960	3.839	17.869
A ₂	B ₅	3.548	6.019	3.565	13.132
A ₃	B ₁	9.767	7.896	2.522	20.185
A ₃	B ₂	4.146	6.506	4.933	15.585
A ₃	B ₃	4.642	6.292	3.608	14.542
A ₃	B ₄	5.968	6.352	3.958	16.278
A ₃	B ₅	4.932	8.993	3.044	16.969

CUADRO 4.12. Concentración de datos del rendimiento total de papa en ton/ha., obtenidos en los 15 tratamientos, así como en cada repetición (Ciclo P.V. - 1983).

	I	II	III	IV	R E N D I M I E N T O
B ₁	21.717	17.407	20.697	19.151	78.972
B ₂	19.904	10.568	17.853	16.923	65,248
A ₁ B ₃	16.040	11.662	16.724	11.902	56,228
B ₄	21.614	16.349	18.399	19.289	75.651
B ₅	12.517	13.851	13.851	14.296	54.515
SUM	91.792	69.837	87.424	81.561	330.614
B ₁	20.150	18.098	22.366	19.014	79.628
B ₂	19.610	13.851	13.510	15.459	62.430
A ₂ B ₃	17.738	14.534	7.169	18.605	68.046
B ₄	16.245	14.501	21.717	19.015	71.478
B ₅	13.304	13.385	10.569	14.569	52.065
SUM	87.047	74.369	85.569	86.662	333.647
B ₁	17.578	21.170	19.220	22.777	80.745
B ₂	12.621	18.878	14.705	16.143	62.347
A ₃ B ₃	13.406	12.483	14.021	18.263	58.173

CUADRO 4.12..... continuación

	I	II	III	IV	R E N D I M I E N T O
B ₄	14.911	16.245	14.124	19.837	65.117
B ₅	16.656	16.203	17.272	17.751	67.882
SUM	75.172	77.979	79.342	94.771	327.264
S U M A	254.011	222.85	252.335	262.994	991.525

de tabla.

Para determinar cual mejorador de parcela chica es mejor, se procedió a efectuar una prueba de rango múltiple (DMS), dichos resultados se presentan en el cuadro 4.14. Obsérvese que a una DMS .05 los tratamientos B_1 y B_4 (estiércol y tamo de dátil) se comportan iguales y con los mejores rendimientos y los tratamientos B_2 , B_3 y B_5 (vermiculita, perlita y testigo) nos reportan los rendimientos más bajos. Cabe hacer mención que durante el desarrollo del experimento, en el campo se observó un mejor desarrollo vegetativo en lo que respecta al tratamiento con estiércol y tamo de dátil, así como una tonalidad de color verde más intensa y un mejor porte de la planta.

Al hacer la comparación por la prueba DMS .01, el tratamiento B_1 (estiércol), es el que mejor rendimiento reporta en segundo lugar el B_4 (tamo de dátil) y por último los tratamientos B_2 , B_3 y B_5 .

Efectuando contrastes ortogonales, presentados en el cuadro 4.13 se puede observar que las comparaciones Q_1 y Q_2 presentan diferencias significativas y altamente significativa respectivamente, es decir, que los grupos que se comparan son diferentes.

Para el Q_1 es lógico pensar que el testigo (B_5), es diferente a todos los demás tratamientos de parcela chica y el más bajo en rendimiento, concluyéndose que si hay respuesta a los mejoradores del factor B.

Para el Q_2 se observa que al comparar los tratamientos de parcela chica de origen orgánico B_1 y B_4 (estiércol

y tamo de dátil), contra los tratamientos de origen mineral B_2 y B_3 (vermiculita y perlita), éste resultó significativo siendo lógico que los tratamientos B_1 y B_4 son los que mejor se comportan en cuanto a rendimiento; en otras palabras hay respuesta significativa a estiércol y tamo de dátil.

La F calculada de los Q_3 y Q_4 es menor que la F tabular al .05 resultando no significativo, concluyéndose se lo siguiente:

Para el Q_3 , al comparar B_1 versus B_4 comportaron - similarmente, es decir el estiércol es igual al tamo de dátil en cuanto a rendimiento se refiere, para el Q_4 al comparar B_2 versus B_3 se comportaron similarmente, es decir la vermiculita es igual a la perlita.

En el cuadro 4.15, se aprecian los rendimientos de papa de primera en ton/ha para cada uno de los tratamientos en cada una de sus repeticiones del experimento.

En el cuadro 4.16 se presenta el ANVA donde se observa que solo existió alta significancia para los tratamientos del factor B (parcela chica), ya que su F calculada superó a la F de tabla con un valor de 9.94 contra 2.63 y 3.96 a una probabilidad del .05 y .01 por ciento.

Para determinar que tratamiento es el mejor, se efectuó una prueba de DMS, los resultados se muestran en el cuadro 4.17, donde se puede observar que a una DMS .05 el tratamiento B_1 (estiércol) es diferente significativamente a todos los demás en cuanto a su rendimiento, por otra parte el tratamiento B_4 (tamo de dátil) ocupa un

CUADRO 4.13. Análisis de varianza del rendimiento total de tubérculo en tonelada por hectárea. (Ciclo P.V. 1983).

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	S.C.	CM.	F.C.	N. S.	---F.t.--- 5% 1%
Bloques	3	63.0734	21.0244	2.10	N. S.	3.59 6.22
Factor A (P.G)	2	1.0194	0.5097	1	N. S.	3.98 7.21
Error (P.G)	6	59.8762	9.9793			
SUB-TOTAL	11	123.9690				
Factor B (PCH)	4	244.3396	61.0849	4.74	*	2.62 3.96
Q ₁	1	59.2175	59.2175	4.60	*	4.11 7.41
Q ₂	1	154.5100	154.5100	12.00	*	4.11 7.41
Q ₃	1	30.5981	30.5981	2.37	N. S.	4.11 7.41
Q ₄	1	0.0139	0.0139	1	N. S.	4.11 7.41
Interacción (AxB)	8	82.7793	10.3474	1	N. S.	2.10 2.82
Error (PCH)	36	463.4204	12.8727			
T O T A L	59	790.5393				

CUADRO 4.14. Diferencia entre medias y conclusión de la prueba DMS, para rendimiento total de papa. Rancho "El - Aguatoche", Municipio de Saltillo, Coahuila.

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅
B ₅	19.945	17.687	15.252	15.203	14.538
B ₃	5.407 **	3.149 *	0.714	0.665	0
B ₂	4.742 **	2.484	0.049	0	
B ₄	4.693 **	2.435	0		
B ₁	2.258	0			
	14.538				
	15.230				
	15.252				
	17.687				
	19.945				

D M S .05 = 2.970

B₁ B₄ F₂ B₃ B₅

B₁ B₄ B₂ B₃ B₅

D M S .01 = 3.984

CUADRO 4.15 Concentración de datos del rendimiento de papa -
de primera en ton/ha del experimento.

	I	II	III	IV	RENDIMIENTO
B ₁	9.781	7.695	9.339	9.312	36.127
B ₂	7.798	0.000	3.933	6.977	18.708
B ₃	4.309	2.770	10.705	1.573	19.357
B ₄	9.542	6.443	4.856	5.062	25.903
B ₅	1.676	1.368	3.933	2.189	9.166
SUMA PARC.	33.106	18.276	32.766	25.113	109.261
B ₁	5.844	6.637	12.175	3.420	28.076
B ₂	6.033	7.456	7.456	7.114	27.306
B ₃	5.046	3.317	7.490	6.430	22.283
B ₄	5.540	7.011	6.532	5.198	24.281
B ₅	3.488	4.959	3.488	2.257	14.192
SUMA PARC.	25.951	28.627	37.141	24.419	116.138

CUADRO 4.15 continuaci6n.

	I	II	III	IV	RENDIMIENTO
B ₁	6.908	11.628	37.141	24.419	116.138
B ₂	2.155	3.830	7.729	2.873	16.587
A ₃ B ₃	1.471	3.557	7.010	6.532	18.570
B ₄	4.651	7.490	4.617	7.114	23.872
B ₅	1.231	5.264	5.438	7.798	19.731
SUMA PARC.	16.416	31.672	35.122	34.524	117.831
TOTAL DE BLOQUES	75.473	78.672	105.029	84.056	343.230

CUADRO 4.16. Analisis de varianza para papa de primera.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	S.C.	C.M.	F.c	-----F.t.----- 0.05 0.01
Bloques	3	35.3500	11.7833	1.18 N.S.	3.59 6.22
Factor A (P.G.)	2	2.0600	1.0300	N.S.	3.98 7.21
Error (P.G.)	6	60.5845	10.0974		
SUB-TOTAL:	11	97.9947			
Factor B (P.C.H.)	4	165.7695	41.4423	9.94 * *	2.63 3.96
Interacción (A x B)	8	46.7022	5.8377	1.40 N.S.	2.21 3.08
Error (P.C.H.)	36	149.9614	4.1655		
T O T A L	59	460.4280			

segundo lugar y por último los tratamientos B_2 , B_3 y B_5 -
(vermiculita, perlita y testigo).

Al hacer la comparación contra una DMS .01 se lle -
gó a las mismas conclusiones anteriores.

En el cuadro 4.18, se presentan los datos del rendi -
miento de papa de segunda en ton/ha, para cada uno de los
tratamientos en cada una de sus repeticiones del experimen -
to y estos rendimientos se ajustaron a nivel comercial, es
decir que, el rendimiento obtenido a nivel experimental se
multiplicó por el factor 0.8.

En el cuadro 4.19, se observó el análisis de varian -
za, donde podemos observar que, el coeficiente de variación
es de 21.87 por ciento, que existió significancia parcial -
para los tratamientos ya que su F calculada (3.22) superó -
la F de tabla a un valor de .05 (2.63), así mismo existió -
alta significancia para la interacción de factores (A y B)
ya que su F calculada (3.22 es mayor al valor de la F de ta -
bla a un nivel del 0.05 y 0.1 por ciento (2.2. y 3.08 respec -
tivamente).

Para determinar que tratamiento es mejor se proce -
dió a efectuar una prueba de D.M.S. (veáse cuadro 4.20), la
cual nos mostró que el tratamiento B_1 (estiércol) es dife -
rente su media a todos los demás, siendo éste el que mejor
comportamiento presenta, ocupando un segundo lugar el B_5 -
(tamo de dátil) y en último lugar los B_4 , B_2 y B_3 .

Al efectuar la comparación contra una D.M.S .01 se
concluye que el estiércol es el que se comporta mejor en -
cuanto a su rendimiento: el testigo, tamo de dátil y -

CUADRO 4.17. Diferencia entre rendimientos medios (ton/ha) y resultados de la prueba DMS para papa de primera.

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅
	8.606	6.171	5.216	5.017	3.590
B ₅	5.016 **	2.581 **	1.626	1.427	0
B ₃	3.589 **	1.154	0.199	0	
B ₂	3.390 **	0.955	0		
B ₄	2.435 **	0			
B ₁	0				

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃	B ₅

CUADRO 4.18. Concentración de datos del rendimiento de papa de segunda en ton/ha del experimento.

	I	II	III	IV	RENDIMIENTO
B ₁	9.610	7.250	8.383	6.840	32.082
B ₂	8.960	7.798	12.620	6.430	35.808
B ₃	7.490	4.036	4.959	5.746	22.231
B ₄	5.540	4.970	7.490	9.097	27.097
B ₅	7.832	8.960	7.182	7.182	31.156
SUMA	39.432	33.014	40.633	35.295	148.374
B ₁	12.064	7.015	8.071	11.354	38.504
B ₂	8.892	2.668	3.215	5.609	20.384
B ₃	6.107	5.677	6.464	9.986	28.234
B ₄	6.977	5.575	11.081	8.208	31.841
B ₅	6.464	7.490	4.104	6.019	24.077
SUMA	40.504	28.425	32.935	41.176	143.040
A ₁					
A ₂					

CUADRO 4.18. continuación

	I	II	III	IV	RENDIMIENTO
B ₁	8.481	7.695	5.472	9.937	31.585
B ₂	5.746	7.490	5.540	7.250	26.026
B ₃	7.729	7.079	4.583	5.780	25.171
B ₄	8.208	6.737	4.856	5.609	25.410
B ₅	11.047	7.622	9.508	7.798	35.975
SUMA	41.211	36.623	29.959	36.374	144.167
S U M A	121.147	98,062	103.527	112.845	435.581

CUADRO 4.19. Análisis de varianza para papa de segunda.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	S.C.	C.M.	F.c	----F.t. ---- 0.05 0.01
Bloques	3	20.7922	6.9307	1.86 N.S.	3.59 6.22
Factor A (P.G.)	2	0.7903	0.3951	0.10 N.S.	3.98 7.21
Error (P.G.)	6	22.3406	3.7234		
SUB-TOTAL	11	43.9231			
Factor B (P.CH)	4	33.9035	8.4758	3.33 *	2.63 3.96
Interacción (A x B)	8	65.0804	8.1350	3.22 **	2.21 3.08
Error (PCH)	36	90.7968	2.5221		
T O T A L:	59	233.7037			

CV = 21.87 %

CUADRO 4.20. Diferencia entre rendimientos medios (ton/ha) y resultados de la prueba DMS para papade se gunda.

		B ₁	B ₅	B ₄	B ₂	B ₃
		8.514	7.600	7.029	6.815	6.603
B ₃	6.603	1.911 **	0.997	0.426	0.212	0
B ₂	6.815	1.699 *	0.785	0.214	0	
B ₄	7.029	1.485 *	0.571	0		
B ₅	7.600	0.914	0			
B ₁	8.514	0				

B₁ B₅ B₄ B₂ B₃

DMS_{.05} = 1.315 ton/ha

B₁ B₅ B₄ B₂ B₃

DMS_{.01} = 1.765 ton/ha

vermiculita ocupan un lugar intermedio ya que éstos tres abonos son iguales según la prueba al estiércol y también a la perlita véase cuadro 4.20, por lo tanto la perlita es la que arrojó el peor rendimiento medio de acuerdo a esta prueba.

Para analizar la interacción también se efectuó una prueba de DMS la cual nos arrojó los siguientes resultados:

En el cuadro 4.21, se puede observar que al realizar comparaciones (DMS) .05 para determinar cual es el mejorador orgánico (subtratamiento), que dá mejor resultado ante el mejorador químico (tratamiento), se observa lo siguiente:

Al emplear azufre los rendimientos medios más altos (8.952 y 8.020 ton/ha) se obtienen cuando éste interactúa con vermiculita y estiércol respectivamente; obsérvese también que el rendimiento medio más bajo (5.557 ton/ha) se obtuvo con el uso de perlita.

Al utilizar el mejorador químico polisulfuro se observa que los rendimientos medios más altos (9.626 y 7.960 ton/ha) se alcanzaron cuando interacciona este mejorador con el estiércol y con el tamo de dátil, así como el rendimiento medio más bajo (5.096 ton/ha) se asocia al interactuar con vermiculita infiriéndose hasta aquí el estiércol es el que mejor interacción significativa tiene con los mejoradores químicos.

Por último cuando no se utiliza mejorador químico se aprecia que los rendimientos medios más altos (8.993 y 7.896 ton/ha) se asocian cuando no se utiliza mejorador

CUADRO 4.41. Comparación de rendimientos medios (ton/ha) en la interacción (AXB) subrayando valores estadísticamente iguales en base a la prueba DMS para papa de segunda.

A ₁	B ₃	B ₄	B ₅	B ₁	B ₂
	<u>5.557</u>	6.774	<u>7.789</u>	8.020	8.952
A ₂	B ₂	B ₅	B ₃	B ₄	B ₁
	<u>5.096</u>	6.019	<u>7.058</u>	7.960	9.626
A ₃	B ₃	B ₄	B ₂	B ₁	B ₅
	<u>6.292</u>	6.352	6.506	<u>7.896</u>	8.993

DMS .05 = 2.278 t_{.05} = 2.14

químico y estiércol respectivamente, es decir, que si no se usa mejorador químico encontramos respuesta significativa únicamente a estiércol.

4.6 Análisis Económico

Debido a que al realizar el análisis estadístico para la producción total de papa, papa de primera y papa de segunda, presentaron no significancia los tratamientos de parcela grande en cada uno de los parámetros y la interacción, tratamiento de parcela grande con los subtratamientos, resultó significativa exclusivamente en papa de segunda, por lo anterior fueron evaluados económicamente los mejoradores orgánicos subtratamientos y la interacción empleando el método de Perrín et al. (1976).

En el cuadro 4.22 se presentan los resultados para el rendimiento total de papa, en el cual se puede apreciar que el mayor ingreso neto más costos fijos (IN + CF), (\$ 688,075) lo proporcionó el tratamiento que contiene estiércol (B_1), siendo esto el tratamiento de capital ilimitado. Por otra parte el tratamiento óptimo de capital limitado es el que implica el tamo de dátil (B_4), que proporciona una tasa de retorno a capital variable (TRVC) del orden de \$ 54.10.

En el cuadro 4.23 se observa el análisis económico para el rendimiento de papa de primera en el cual el tratamiento que arroja el mejor IN + CF que es de \$ 334,240, es el tratamiento con estiércol (B_1), sin ponerle restricción de capital. Por otra parte el tratamiento que

proporciona la mayor TRCV es el B_4 (tamo de dátil) con un valor de \$ 50.62

En el cuadro 4.24 al efectuar el análisis económico al rendimiento de papa de segunda, se observó que el mayor ingreso neto que es de \$ 287,990 lo portó el tratamiento con estiércol (B_1), así como también la mayor TRCV de \$ 2.19.

En el cuadro 4.25 se aprecia el análisis económico para la interacción de los tratamientos de parcela grande con los subtratamientos (cabe hacer mención que en este rendimiento de papa de segunda fué donde únicamente resultó significativa la interacción), y se observa que el mayor IN + CF que es de \$ 322,410 pertenece al tratamiento $A_2 B_1$ (polisulfuro de calcio y estiércol respectivamente) y el tratamiento que presenta la mayor TRCV fué el $A_2 B_4$ (polisulfuro de calcio y tamo de dátil respectivamente), siendo este el tratamiento óptimo de capital limitado.

CUADRO 4.22 Análisis económico para el rendimiento total de papa, en el Rancho "El Aguatoche", Municipio de Saltillo, Coahuila. (precio papa \$ 35,000 tonelada).

Tratamiento	Rend.promedio ton/ha	Dosis Ton/ha	C.V. \$/ha	I.B. \$/ha	IN + CF \$/ha	AY Ton/ha	AIN \$/ha	TRCV AIN
Estiércol	19.945	10	10000	698,075	688,075	5.407	179,245	17.9245
Vermiculita	15.252	1	20000	533,820	513,820	.714	4,990	.2495
Perlita	15.203	1	12000	532,105	520,105	.665	11,275	.9395
Tamo de dátil	17.687	2	2000	619,045	617,045	3.149	108,215	54.1075
Nada (testigo)	14.538	-0-	-0-	508,830	508,830	-0-	-0-	-0-

CV

CUADRO 4.23 Análisis económico para el rendimiento total de papa de primera, en el Rancho "El Aguatoche", - Municipio de Saltillo, Coah. (precio papa \$ 40,000.00 tonelada).

Tratamiento	Rend.promedio ton/ha	Dosis ton/ha	C.V. \$/ha	I.B. \$/ha	IN + CF \$/ha	AY Ton/ha	AIN \$/ha	TRCV $\frac{AIN}{CV}$
B ₁	8.606	10	10000	344,240	334,240	5016	190640	19.064
B ₂	5.216	1	20000	208,640	188,640	1626	45040	2.252
B ₃	5.017	1	12000	200,680	188,680	1427	45080	3.7566
B ₄	6.174	2	2000	246,840	244,840	2581	101240	50.62 ..
B ₅	3.590	0	-	143,600	143,600	-	-	-

CUADRO 4.24 Analisis económico para el rendimiento total de papa de segunda, en el Rancho "El Aguatoche" - Municipio de Saltillo, Coahuila. (precio papa \$ 35,000.00 tonelada).

Tratamiento	Rend.promedio ton/ha	Dosis ton/ha	C.V. \$/ha	I.B. \$/ha	IN + CF \$/ha	AY Ton/ha	AIN \$/ha	TRCV AIN CV
B ₁	8.514	10	10,000	297,990	287,990	.914	21,990	2.199
B ₂	6.815	1	20,000	238,525	218,525	-.785	-47,475	-2.352
B ₃	6.603	1	12,000	231,105	219,105	-.997	-46,895	-3.907
B ₄	7.029	2	2,000	246,015	244,015	-.571	-21,985	-10.992
B ₅	7.600	0	-	266,000	266,000	-	-	-

CUADRO 4.25. Análisis económico para la interacción del Factor A por el Factor B en papa de segunda (precio papa a \$ 35,000.00 tonelada).

Trat.	Rend.Prom. ton/ha	Dosis ton/ha	C.V.	I.B.	IN + CP	AY ton/ha	AIN	TRCV	
								AIN	CV
B ₁	8.020	1	10	13,000	280700	267700	.231	- 1915	-0.1473
B ₂	8.952	1	1	23,000	313320	290320	1.163	20705	.9002
A ₁ B ₃	5.557	1	1	15,000	194495	179495	-2.232	-90120	-6.008
B ₄	6.774	1	2	5,000	237090	232090	-1.015	-37525	-7.505
B ₅	7.789	1	0	3,000	272615	269615	-	-	-
B ₁	9.626	1	10	14,500	336910	322410	3.607	116305	8.0210
B ₂	5.096	1	1	24,500	178360	153860	-.927	-52245	-2.1324
A ₂ B ₃	7.058	1	1	16,500	247030	230530	1.039	24425	1.4803
B ₄	7.960	1	2	6,500	278600	272100	1.941	65995	10.1530
B ₅	6,019	1	0	4,500	210665	206105	-	-	-
B ₁	7.896	0	- 10	10,000	276360	266360	-1.097	-48395	-4.8395
B ₂	6.506	0	- 1	20,000	227710	207710	-2.487	-107045	-5.3522
A ₃ B ₃	6.292	0	- 1	12,000	220220	208220	-2.701	-106535	-8.8779
B ₄	6.353	0	- 2	2,000	222320	220320	-2.641	- 94435	-47.2175
B ₅	8.993	0	- 0	-	314755	314755	-	-	-

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la investigación se plantean las siguientes conclusiones:

- 5.1. Los rendimientos oscilaron desde 13, 132 ton/ha para el tratamiento de polisulfuro de calcio solo, hasta 20.185 ton/ha para el tratamiento de estiércol solo, siendo éste el mejor tratamiento a lo largo de todo el ciclo del cultivo.
- 5.2. Los tratamientos estudiados tuvieron un efecto altamente significativo sobre la producción y calidad del tubérculo. Respecto a esto último sobresalieron los tratamientos de estiércol solo y estiércol con azufre con producciones de 9.767 ton/ha y 9.031 ton/ha de papa de primera calidad respectivamente.
- 5.3. La aplicación de los mejoradores acidificantes y no acidificantes generaron cambios importantes y favorables en las propiedades del suelo, principalmente, contenido de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo aprovechable, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico.

- 5.4. El contenido de fósforo aparentemente se incrementó al utilizar polisulfuro de calcio solo y las combinaciones de polisulfuro de calcio con tamo de dátil, perlita y vermiculita.
- 5.5. Los parámetros sobre materia seca de tubérculo, follaje y total de materia seca fueron estimulados por la adición del polisulfuro de calcio, vermiculita, estiércol, polisulfuro de calcio mas vermiculita, perlita y tamo de dátil, a pesar de lo anterior no se encontró que existiera una relación entre la materia seca y el rendimiento del cultivo.
- 5.6. Por último al analizar económicamente se encontró que el tratamiento que implica el uso de tamo de dátil proporciona una tasa de retorno a capital variable del orden de 54.10 pesos, por lo que se le considera como tratamiento de capital limitado. Y siendo el tratamiento que contiene estiércol el que presenta el mayor ingreso neto mas costos fijos por lo que se le considera como tratamiento de capital ilimitado, por lo que cualquiera de los dos tratamientos son factibles de usar.

Los datos anteriores no quiere decir que sean concluyentes, sino que se deben seguir realizando este tipo de investigación para poder llegar a demostrar el verdadero efecto de los mejoradores del suelo en cuanto a la

disponibilidad del fósforo fijado en el suelo, así como también los cambios que provocan al adicionarlos, pues los resultados que aquí se presentan, son producto del estudio de un ciclo de observaciones.

VI. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante el ciclo agrícola primavera-verano de 1983, 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 cuatro mejoradores de suelo de tipo no acidificantes y dos mejoradores tipo acidificantes, en forma única cada uno de estos como la combinación de ellos, dándonos un total de 15 tratamientos con el testigo, sobre las propiedades físicas y químicas del suelo para disminuir la alta fijación del fósforo en estos tipos de suelo y así obtener un mejor desarrollo del cultivo de papa y a la vez en un aumento en la producción.

Los mejoradores de suelo estudiados y sus dosis fueron, los considerados como no acidificantes: estiércol bovino 10 ton/ha, tamo de dátil 2 ton/ha, perlita 1 ton/ha y vermiculita 1 ton/ha; los mejoradores acidificantes fueron: el polisulfuro de calcio y azufre en 1 ton/ha. Para llevar a cabo la evaluación de los tratamientos se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas con cuatro repeticiones, siendo la parcela grande el efecto del mejorador acidificante (Factor A) y el mejorador no

acidificante el factor de parcela chica (Factor B), la unidad experimental constó de cuatro surcos de 5 m de longitud.

Respecto a las propiedades químicas que se evaluaron se observó que el contenido de fósforo se incrementó con la aplicaciones de las combinaciones de polisulfuro de calcio con tamo de dátil, perlita y vermiculita, dándonos valores arriba de 112 kg/ha. No ocurriendo lo mismo para los casos, cuando el azufre y polisulfuro actúan solos, así como también los mejoradores no acidificantes tamo de dátil y vermiculita. La materia orgánica se vió incrementada en forma general pero sobresaliendo los tratamientos; tamo de dátil solo como en combinación con azufre y polisulfuro de calcio, así como también las de estiércol con azufre y vermiculita con polisulfuro de calcio. En el caso del nitrógeno total este se vió incrementado en forma general al igual que la capacidad de intercambio catiónico, aunque para esta propiedad se notó un claro incremento cuando se utilizó azufre y estiércol solo además de la combinación de polisulfuro de calcio con vermiculita. En el caso de la conductividad eléctrica se apreció una disminución marcada cuando se aplican los mejoradores no acidificantes. En cuanto al pH no se observó un cambio por lo que presentó valores casi idénticos que el obtenido al inicio del ensayo. Asimismo, se comportó de igual forma el contenido de carbonatos totales. El potasio intercambiable se vió afectado en su contenido en el suelo por los tratamientos de polisulfuro de calcio en combinación con estiércol, tamo de dátil,

perlita y vermiculita, los que provocaron un decremento de este elemento en el suelo, siendo los tratamientos de estiércol bovino y tamo de dátil en combinación con azufre los que provocan un incremento del potasio en el suelo, así como la perlita y vermiculita actuando solos.

La evaluación de las diferentes etapas del desarrollo del cultivo no fueron significativamente modificadas por los tratamientos evaluados, a excepción de los tratamientos de estiércol y estiércol con azufre que presentaron una respuesta que se tradujo en una mayor altura que el resto de los tratamientos.

Los rendimientos obtenidos de los diferentes tratamientos al hacer el análisis estadístico se detectó diferencias significativas entre éstas, específicamente a la aplicación de los mejoradores no acidificantes. Los promedios obtenidos nos muestran que los mejores tratamientos fueron estiércol solo, estiércol con polisulfuro de calcio y estiércol con azufre en dosis de 10 ton/ha y 10 ton/ha con 1 ton/ha de azufre y 1 ton/ha de polisulfuro de calcio con rendimientos de 20.185, 19.907 y 19.744 ton/ha respectivamente.

Los tratamientos con estiércol fueron los mejores tratamientos en cuanto a producción de papa de primera y segunda.

Por último en el análisis económico se obtuvo como mejor tratamiento el que contiene estiércol, siendo este el tratamiento óptimo de capital ilimitado y para capital limitado el tratamiento que presenta tamo de dátil

teniendo este una tasa de retorno a capital variable de
54.10 pesos.

BIBLIOGRAFIA

- Ahenkörch, Y. 1968. Phosphorus retention capacities of some cocos growing soil of Gahana and their relationships with soil properties. Soil Sci. Vol. 10 No: 24-29.
- Akeley, R. V. y F. J. Stevenson, 1943. Yield, specific gravity, and starch content of tubers in a potato breeding program. Am. potato J., Vol. 20: No. 80:203, 217.
- ✓ Alsina, G. L. 1972. Horticultura Especial. Editorial Síntesis, S. A., Barcelona, España.
- Amemiya, M. 1968. Tillage Soil water relations of corns influenced by weather. Agronomy Journal. 60 (5): 534-537
- Andrade, E. F. 1974. Influencia del aporque bajo diferentes métodos de labranza, sobre el rendimiento de maíz para forraje. Eesis Maestría, Especialidad Suelos. C. P. Chapingo, México.
- Ayala, P. O. 1981. Efecto de tres métodos de labranza con diferentes niveles de fertilización, N-P-K, en variedades de triticale. Bajo condiciones de invierno. Tesis profesional. Chapingo, México.
- Azar, E. et al. 1979. Bicarbonato extractable phosphorus in fresh and composted dairy manures. University of California, Riverside.
- Baver, L. D., W. H. Gardner y W. R. Gardner. 1973. Física de Suelos. Primera edición. Editorial UTEHA. México, D. F.
- Baver, L. D., Gardner, W. H. y Gardner W. R. 1980. Física de Suelos. Traducción al español. Editorial UTEHA México, D. F.
- Beanblosson, F. Z. 1966. Cómo aplicar eficazmente el estiércol de las aves. La Hacienda. Vol. 3 pp. 20-30.
- Bear, F. (Editor) 1964. Chemistry of the soil. Van Nostrand Reynold, N. Y.

- ✓ Bertramson, B.R. 1955. Soil Chemistry Notes. Student book corporation. Pullman, Washington.
- Bishop, J. C. and D. W. Grimes, 1978. Precisión tillage effects on potato root and tuber production. *Am Potato Journal*. 55: 65-71.
- Black, C. A. 1968. Soil plant relationships. 2 nd. Edition. Wiley and sons, Inc. N. Y.
- Braver, H. O. 1969. Fitogenética aplicada. Editorial Limón México, D. F.
- Buckman, O. H. y C. N. Brady. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Primera edición. Montaner y Simón, S. A. Barcelona, España.
- Burton, W. G. 1981. Challenges for stress physiology in potato. *m. potato J*. Vol. 58 No. 1: 3-10.
- Cabido, H. V. 1979. Fertilizantes y fertilización. Programa de actualización profesional. Centro Nacional de Productividad de México, A. C.
- Camout, P. M. 1958. Efecto de la adición de materia orgánica y la respuesta a fertilizantes en suelos calientes. Tesis profesional. ITESM. Monterrey, México.
- Cárdenas, D. E. 1968. Fertilización foliar de la papa (*Solanum tuberosum* L.) con H_3PO_4 , $NH_4H_2PO_4$ y $(NH_4)_2HPO_4$, sobre la producción de tubérculos. Tesis profesional. ITESM. Monterrey, México.
- Coca, W. P. 1982. Influencia de aplicaciones de estiércol, cobertura de paja y tres sistemas de labranza sobre el rendimiento de maíz de temporal. Tesis de Maestría ITESM. Monterrey, N.L. Mexico.
- Collings, G. H. 1958. Fertilizantes Comerciales. Primera edición. Editorial Salvat, S. A. Barcelona, España.
- Crosson, P. 1981. Conservation tillage and conventional tillage a comparative assessment. Published by the Soil Conservation Society of America. Kenya, IO.
- Cox, E. A. 1967. The potato. A practical and scientific Guide. Cambridge, England.
- Chang, S. A. y M. L. Jackson, 1957. Fractionation of soil phosphorus. *Soil Sci*. 84: 133-144.
- Charreau, C. 1970. Preparación del suelo. *L' Agronomie Tropicale* 881: 10-11.

- De Luna, V. R. 1973. Prueba de niveles de fertilización (N-P-K) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la región agrícola de Navidad, N. L. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Saltillo, México.
- Delorit, J. R. y H. L. Ahlgren. 1976. Producción Agrícola. Tercera impresión. Editorial Continental. México, D. F.
- Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1979. Yield response to water. FAO. Irrigation and Drainage Paper 33. Roma.
- Duch G. J., y R. Núñez. 1971. Eficiencia de tres fuentes de fertilización fosfatada en tres suelos en México. Memoria del V Congreso de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- Enciso, M. J. 1984. Influencia de la longitud de la pendiente sobre los escurrimientos superficiales. Tesis profesional UAAAN. Saltillo, México.
- Equihua, H. G. 1971. Prueba de catorce fórmulas de fertilizantes en papa en el valle de Toluca, Estado de México. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Saltillo, México.
- Ewing, E. E. 1981. Heat stress and the tuberization stimulus. Am. Potato J. Vol. 58. 1. 32-44.
- Fabiani, L. 1972. La papa. Editorial AEDOS. Barcelona, España.
- Fassbender, H. W. 1969. Retención y transformación de fosfatos en ocho latosoles de la Amazonia del Brazil. Fitotecnia latino-americana. Vol. 6: 1-9,
- Foth, H. D. et al 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. México D. F.
- Fuentes, N. S. 1959. Estudio de fertilizantes de mejoradores para suelos cañeros en el campo experimental del Papaloapan, Veracruz. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Chapingo, México.
- García, A. M. 1973. Patología vegetal práctica. Primera reimpresión. Editorial Limusa, S. A. México, D. F.
- García, A. M. 1974. Enfermedades de las plantas en la república mexicana. Editorial Limusa, México, D. F.
- Gros A. 1976. Abonos, guía práctica de la fertilización. Editorial Mundi Prensa. Madrid.

- Gavando. 1979. Física de suelos, 3a. reimpression. Editoria Limusa. México, D. F.
- Gilliam, J. W. 1970. Hidrolysis and uptake for phyrophosphates by plant roots. Soil Sci. Amer. Proc. Vol. 34: 83-86.
- Gonañalez, G.R. 1974. Obtención de una ecuación empírica para predecir rendimientos y calcular dosis óptimas económicas de nitrógeno y fósforo para el cultivo de papa en el oriente de Cundinamarca, Colombia. Tesis nivel Maestría. U.A. CH. Chapingo, México.
- González, E.F. 1975. Predicción de la respuesta del maíz a la fertilización fosfatada en el estado de Tlaxcala basada en la disponibilidad del fósforo del suelo y otras variables de sitio. Tesis nivel Maestría U.A.CH. Chapingo, México.
- Guerra, D. A. 1962. Determinación de niveles críticos de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en plantas de papa (Solanum tuberosum L.), creciendo en arena con soluciones nutritivas. Tesis profesional. ITESM. Monterrey, México.
- Harris, P. M. 1978. The potato crop. Ed. Chapman S Hall Ltd London.
- Henwall, J.B. 1957. The fixation of phosphorus by soils. Advances in agronomy. IX: 95-112
- Hening, S. et al 1972. El perfil cultural. Editorial Mundo Prensa. Madrid, España.
- Hignett, T.B. 1970. Recent advances in fertilizer technology. Fertilizer news. Vol. 15 No. 1.
- Huner, PA. et al. 1981. Potato freezing injury and survival, and their relationships to other stress. Am potato J. Vol. 58 No. 1: 15-20.
- Hougland, C.V. 1960. The influence of phosphorus on the growth and physiology of the potato plant. Amer. potato journal. 37: 127-138
- Howkes, J.G. y J.B. Hyerting 1969. The potatoes of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay. Clarendon Press Oxford, England. pp. 1-44
- Ignatieff, A. F. y R.S. Page. 1969. El uso eficaz de los fertilizantes. FAO. Estudios Agropecuarios No. 43
- INIA - CIANE - SAG. 1969. Guía para la asistencia técnica agrícola en el CIANE. INIA - SAG. México.

- Iritani, W.M. 1981. Growth and preharvest stress and processing quality of potatoes. Am. potato J. Vol. 58 No. 1: 71-78.
- Jones, H.A. y N.A. Borthwick. 1939. Influence of photo period and other factores on the formation fo flower primordia in the potato. Am Potato J. Vol. 15 No. 12: 331 - 336.
- Jones, H.A., B.E. Brown and G.V. Houghland. 1959. Hunger Sings in Crops. Amer. Soc. Agron. and the mat. fertilizer assoc. Washington, D. C.
- Kunkel, R. 1957. Factors affecting the yeild and grade of reeset burbank potatoes. Colo. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul.: 62.
- Kurtz, L.T. 1953. Inorganic phosphorus in acid and neutral soils agronomy IV; 59 - 88.
- Lazcano, C.C. 1982. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la región de Derri madero, Coah. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Saltillo, México.
- Lescznaski, D.B. y C.B. Tonner, 1976. Seasonal variation root distribution of irrigated, field grown russet burbank potato. Am Potato J. Vol. 53: 69-78.
- Lions, L.C. 1944. Comercial fertilizars for the irrigated sections of westerns Nebraska. Nebraska. Agr. Exp. Sta. Vol. 365.
- Little, M.T. y H.F. Jackson. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillit S.A. México, D. F.
- Loon Van, C.D. 1958. The effect of water stress on potato growth development and yield. Am. potato J. Vol. 58 No. 1: 51-56
- Lorenz, O.A., et al. 1950. Potato fertilizar experiment in California. California Agr. Exp. Sta. Bull.
- Low, P.F. y C.A. Black, 1950. Reactions of phosphata with kaolinite. Soil Sci. vol. 70: 273-290.
- Lyons, L.C. 1944. Comercial fertilizers for the irrigated sections of wester Nebraska, Agr. Exp. Stal vol. 365.
- Mannering, J.V. y L.D. Meyes. 1963. The effects of vari rate of surface mulch on infiltration and erosion. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. 27: 84-86

- Martínez, E.J. 1971. Influencia del azufre y ácido sulfúrico sobre la nutrición fosfórica en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) de la región de Navidad, N.L. Tesis profesional, ITESM. Monterrey, México.
- Martínez, H.J. 1977. Estudio preliminar sobre la eficiencia de la gallinaza como fertilizante para varios cultivos hortícolas. Tesis profesional. U.A.CH. Chapingo, México.
- Martín, J.H., et al. 1976. Principales of fiel crop production. 3rd. Ed. Mac Millan. Pub. Co. Inc., New York.
- Mattingly, G. E. 1965. The influence of intensity and capacity factors on the availability of soil phosphate. Tech. Bull. Minis. Agr., Fish. 13: 1-9.
- Méndez G, V. 1982. Efecto de mejoradores del suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo de pH alcalino. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Saltillo, México.
- Metcalf, C.L. y P.W. Flint. 1975. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Sexta impresión. Ed. Continental, S. A. México, D. F.
- Mc Dole, R.E. 1975. Influencia de prácticas culturales y compactación del suelo en la producción y calidad del cultivo de papa. Universidad de Idaho, Moscow Idaho.
- Mc George, W.T. 1942. Studies of plant food availability in alkaline calcareous soils, seedling, test, and soil analysis. Ariz., Agr. Exp. Sta. Vol. Tec-82.
- Mc Lean, E. y T.J. Logan. 1970 Sources of phosphorus for plants growing in soils with differing phosphorus fixation tendencies. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34. No. 6: 906-911.
- Mikkelsen, D.F. y W.H. Patrick Jr. 1968. Fertilizers use Soil Sci. Amer. Inc. Madison Wisconsin: 403-422.
- Narváez, L.F. 1978. Determinación de las dosis óptimas, económicas de nitrógeno, fósforo y potasio para el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en la región occidental del Estado de México. Tesis profesional U.A.CH. Chapingo, México.

- ✓ Narro F., E. y V. Méndez. 1982. Efecto de mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo de pH alcalino. XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.
- Narro F., E. y Ortiz F., P. 1983. Efecto de cuatro niveles de vermiculita y cuatro dosis de fertilizante fosfatado sobre el desarrollo de rendimiento de papa en Navidad, N.L. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah., México.
- Nelson, V.L. and A. Hawking. 1947. Response of irish potatoes to phosphorus and potassium on soils having different levels of inorganic nutrient in Maine and North Carolina. Amer. Soc. Agron. Jour. 39: 12.
- Niederhauser, J.C., et al. 1954. Late blight in México and its implications. Phytopath. 44: 406-408.
- Ochoa, C. 1965. Antargui, nueva variedad comercial de papa precoz tolerante al calor y auto-estéril. Anl Cient. Universidad Agraria. 3: 385-388. Lima, Per.
- Olivares, S.L. 1956. Prueba de diferentes fórmulas abiotas de fertilizantes químicos en papa, en la región Navidad, N.L. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah., México.
- ✓ Ortega T., E. 1970. Notas del curso de química de suelo Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México
- Ortiz, V.B. 1980. Fertilidad de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México: 70-98.
- Ortiz, F.P. 1983. Efecto de cuatro niveles de vermiculita y cuatro dosis de fertilizantes fosfatados sobre el desarrollo y rendimiento de papa (Solanum tuberosum L.), en Navidad, N.L. Tesis Maestría, Especialidad Suelos U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México
- Padrón, C.E. 1980. Diseños experimentales con aplicaciones a la agricultura y ganadería. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco, México.
- Palacios, V.O. y N.E. Aceves. 1970. Instructivo para el muestreo y registro de datos e interpretación de la calidad de aguas para riego agrícola. Rama de Riego y Drenaje. C. P. Chapingo. México.
- Palma, V.G. 1970. Uso de las resinas de intercambio iónico para evaluar la disponibilidad de fósforo en suelos. Tesis M.C. Turrialba, Costa Rica.

- Patrick, W.H. Jr. y J.C. Mahapatra. 1968. Transforma and availability to rice to nitrogen and phorus in water loggend soils. *Advances in agr* 20: 223-239.
- Philen, O.D. y P.L. James, 1967. Reactions of ammor polyphospates with soil minerals. *Soil Sci. Amer. Proc.* 280: 213-218
- Pratt, D.F. 1979. Management restrictrions in soil cation of manures. *Journal of Animal Science* 48. No. 1.
- Ramírez, P.F. y R.J. Laird, 1965. Como afectan la p ción del alfalfa las aplicaciones de fósforc estiércol. *Agricultura técnica.* SAG: 3.
- Ramos, R.L. 1968. Fertilización fosfórica de suelos cáreos en la región de Navidad, N.L., sobre sarrollo y producción de tubérculos del cult papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis profesor ITESM. Monterrey N.L. México.
- Reyes, C.P. 1980. Diseños experimentales aplicados. da edición. Ed. Trillas. México, D. F.
- SARH. Dirección General de Economía Agrícola. 1982. ma de siembra y comercialización. Vol. IV. M D.F.
- Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de cultura de los E.U.A. 1980. Manual de Conse ción de Suelos. Tercera reimpresión. Ed. Lin México, D. F.
- SEP - FAO - PNUD. 1982. Manuales para educación agr ria. Papas. Primera Ed. Editorial SEP/Trill México, D. F.
- Smith, J.W. 1915. The effect of weather on the yiel potatoes U. S. monther weather rev. Vol. 43: 236.
- Smith, O. 1968. Potatoes, production, starring, proo A.V.T. Pub. Co., Westport, Conn, 10 - 30.
- Rigau A. 1978. Los abonos, su preparación y empleo rial Sintesis, S.A.
- Snedecor, W.G. y W.G. Cochran. 1979. Métodos estad: Sexta Edición. Ed. Continental, S. A. México

- Steel, G.R. and H.J. Torrie. 1960. Principles and procedures of Statistics. Mc Graw - Hill Book Company Inc. New York. Toronto and London.
- Stinson, S.M. 1969. Recent advances in polyphosphates including new fertilizers, T. V.A. Muscle Shoals Alabama: 19-20
- St. Roghiin, A.L. et al. 1968. Response of plants to phosphate on calcareous soil. Agron. Journal. Vol. 60: 576-577.
- Talavera, R. 1983. Factores que afectan el rendimiento un cultivo de papa. Revista Técnica Milciades No. 1.
- Talburt, F.W. y O. Smith. 1975. Potato processing. Third edition. The AVI Publishing Company Westport, Connecticut.
- Terman, G.L. y A.W. Taylor. 1965. Crop response to nitrogen and phosphorus in metal ammonium phosphate on calcareous soil. I. Agr. Food Chem. Vol. 13 No. 497.500
- Thisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1966. Soils fertility and fertilizers 2nd. Ed. The Mc. Millian Co. No. 4
- ✓ Thompson, L.M. 1965. El suelo y su fertilidad. Editor Reverte S.A. México, D. F.
- Wilson, K.H. y C.A. Richer. 1975. Producción de cosechas. Editorial Continental, S.A. México, D. F.
- Wittmark, A.J. 1975. Potato growing in the atlantic provinces. Con Dept. Agr. Pub. 1281: 1-28.