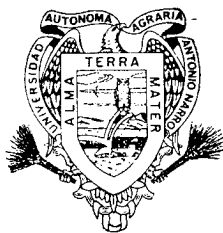


Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

División de Ingeniería



Utilización Fraccionada de Fosforo en el Cultivo de Papa
(Solanum tuberosum, L.) en Saltillo, Coahuila

Por:

Bertha Arcelia Sánchez López

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Suelos

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 1988

DIVISION DE INGENIERIA

FERTILIZACION FRACCIONADA DE FOSFORO EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum, L.) EN SALTILLO, COAHUILA.

POR

BERTHA ARCELIA SANCHEZ LOPEZ

TESIS

Que somete a la consideración del Comité Particular como requisito parcial para obtener el título de INGENIERO AGRONOMO EN SUELOS

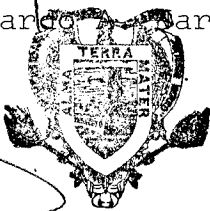
Aprobada por

ASESOR PRINCIPAL


~~Universidad Autónoma Agraria~~
~~"ANTONIO NARRO"~~

Dr. Eduardo Barro F.

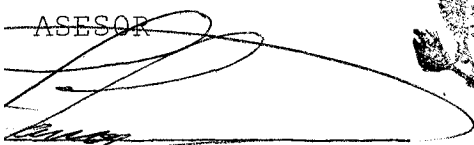
ASESOR



ASESOR



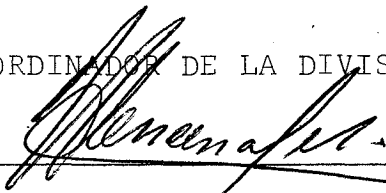
Departamento de Suelos

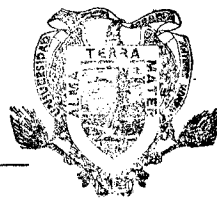

Luis Miguel Lasso M.

C. Javier S. Silveyra M.

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

COORDINADOR DE LA DIVISION





M.C. Felipe Abencerraje R.

Coordinación de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, mayo de 1988

AGRADECIMIENTOS

ALMA TERRA MATER

Mr. Eduardo A. Narro Farías por hacer posible la realización de este trabajo con su atinada y valiosa asesoría en la conducción y revisión, así como por ser un excelente maestro en mis estudios de licenciatura.

.C. Luis Miguel Lasso Mendoza por su interés y ayuda incondicional en la orientación y revisión del presente trabajo.

.C. Javier S. Silveyra Medina por la asesoría prestada para la revisión de este trabajo.

.C. María Martha Ortega Rivera que siempre me ayudó y orientó en el trabajo de laboratorio y campo.

Mr. Armando Campos Vela y al Sr. David Caballero por facilitar el establecimiento de este experimento en el campo.

.C. Arnoldo Rodríguez Villarreal por prestarme material de biblioteca para realizar mi tesis, así como también a Ramiro

ayito y Lili por su buena voluntad para facilitar el material del departamento de suelos.

Cy y Paty laboratoristas de física de suelos por las facilidades prestadas para la determinación de los análisis de suelo.

Y a todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente en la realización de esta tesis.

DEDICATORIAS

mis padres Rosa y Andrés por brindarme la oportunidad de lizar mis estudios.

is hermanas Sara, Aurora y Esperanza, que por su ayuda pude minar mis estudios en esta universidad.

i hermana Carmen con quien siempre he convivido y me ha ndado su ayuda y amistad incondicional.

is hermanas Marina, Teresa, Clementina, Rosa y Graciela que tribuyeron para mi formación profesional, así como mis her- os Andrés y Nicolás, mis cuñados Ezequiel, Francisco, Felipe amón, y mi cuñada María Dolores.

is queridos sobrinos Richie, Carlos, Edgar, Diana, Yesenia, da, Doris, Liz, Cyndi, Lili, Danny, Ramón, Ricardo, Ezequie o, Dave, Arturo, Sara, Alex, Paulina, Vic, Nick, Lío, Jorge rés, Daniel, Eduardo y Sandra.

la familia Gaona Domínguez en especial a Ofelia por brindar siempre su ayuda desinteresada.

is amigas Morena, Reme, Miros, Alicia, Esthela, Alma y Gaby que nuestra amistad no tenga fín.

artha, Marce y la pequeña Isúi porque perdure para siempre amistad que ha nacido entre nosotras.

CONTENIDO

	Página
ICE DE CUADROS	vii
ICE DE FIGURAS	ix
RODUCCION	1
Hipótesis	2
Objetivos	3
ISION DE LITERATURA	4
Generalidades de suelos calcáreos	4
Generalidades del fósforo	6
Fijación de fósforo en el suelo	8
El fósforo en la planta	11
Deficiencia de fósforo en las plantas	14
Trabajos realizados con fertilización fosfatada	15
ERIALES Y METODOS	17
Localización del sitio experimental	17
Características del sitio experimental	17
Suelo	17
Clima	19
Agua	23
Características de la planta	23
Descripción de los tratamientos y diseño expe- rimental	23
Prácticas agronómicas	27
Preparación del terreno	27
Fertilización	29

Siembra	30
Riegos	30
Fertilización foliar	32
Control de malas hierbas	32
Control de plagas y enfermedades	32
Cosecha	35
Cronología del desarrollo del experimento	35
Evaluación de tratamientos	36
Cambios en el suelo	36
Evolución de las características vegetales	36
Altura	36
Materia seca	37
Rendimiento del tubérculo	37
Métodos de análisis de datos	37
Análisis de varianza	37
RESULTADOS Y DISCUSION	39
Cambios en el suelo	39
Materia orgánica	39
Fósforo	41
Potencial hidrógeno	42
Densidad aparente	42
Nitrógeno	43
Conductividad eléctrica	43
Evolución de las características vegetales	44
Altura	44
Materia seca	46

Rendimiento del tubérculo	46
CONCLUSIONES	52
ANEXOS	53
CIUDAD CITADA	54
INDICE	58

INDICE DE CUADROS

no	Página
Características físico-químicas del suelo antes de establecer el experimento	20
Datos de la estación meteorológica del rancho "Los Angeles"	21
Análisis químico del agua de riego	24
Características de la variedad Alpha	25
Descripción de los tratamientos	26
Lámina de riegos aplicada al cultivo	31
Fertilizantes foliares aplicados a la papa	33
Mezcla de pesticidas aplicados al momento de la siembra para el control de plagas y enfermedades	34
Algunas características físico-químicas finales del suelo muestreado al momento de la cosecha ..	40
Valores medios de altura e incremento del cultivo de la papa	45
Peso medio de la producción de materia seca del follaje	47
Rendimiento total promedio en base a la calidad del tubérculo de papa	48
Rendimiento total medio del cultivo de papa	49

Análisis de varianza practicado al rendimiento total de papa	59
Análisis de varianza de alturas promedio tomadas a los 86 días después de la siembra	59
Alturas medias, datos tomados a los 86 días después de la siembra del cultivo de papa	60
Resumen de medias de la prueba D.M.S.	60

INDICE DE FIGURAS

ra	Página
1	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

INTRODUCCION

La papa (Solanum tuberosum, L.), en la actualidad a hortaliza cuyo cultivo es de mayor importancia por su alto rendimiento unitario, por su alto valor nutritivo y por el alto contenido de carbohidratos, proteínas y vitamina C. Actualmente en México este cultivo ocupa una superficie de siembra aproximada de 80 mil hectáreas. Entre las principales regiones productoras están Toluca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca, Hidalgo, Nuevo León y Coahuila.

En la región de Navidad, Nuevo León se cultivan actualmente alrededor de 3000 hectáreas, lo cual indica la gran importancia económica de la papa en esta zona. Si se considera la alta cantidad de insumos y prácticas agrícolas que se utilizan en esta región el rendimiento promedio que se obtiene de 25 ton/ha, puede considerarse bajo. Uno de los factores que limitan la producción, es el bajo aprovechamiento del fósforo, a pesar de las altas dosis utilizadas de fertilizantes fosforados entre 300 y 450 kg/ha de P_2O_5 .

La alta capacidad fijadora de fósforo en el suelo es una característica de los suelos calcáreos. Cuando los fosforos solubles son aplicados al suelo, son cambiados a formas no solubles; esta fijación de fósforo actúa de dos formas:

de fósforo en los suelos calcáreos se presenta debido a el carbonato de calcio acarrea la inmovilización del fósforo entonces el suelo compete con la planta por el ión fosfato causa una disminución en la producción.

Los suelos en esta región son predominantemente calcos, de pH alcalino, textura pesada, pobres en contenido de materia orgánica y poca profundidad. Por estas características la capacidad de fijación de fósforo es muy alta, lo cual trae consecuencia una eficiencia muy baja en la utilización del cultivo del fertilizante fosfatado aplicado con la tecnología actual que consiste en aplicar toda la dosis de este elemento en bandas localizadas a los lados y por debajo del túnel "semilla" al momento de la siembra.

Por lo descrito, se planteó probar la aplicación de fertilizante fosfatado en forma fraccionada para contrarrestar dicha fijación. Tomando en cuenta esta problemática se planteó la siguiente hipótesis y objetivos.

TESIS

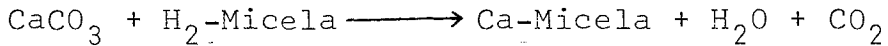
El problema de fijación de fósforo en suelos calcáreos disminuirá al aplicar el fertilizante fosfatado en forma fraccionada y se obtendrá una mayor eficiencia en su aprovechamiento por el cultivo de papa.

TIVOS

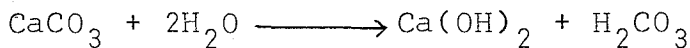
1. Disminuir la fijación del fósforo aplicado en el fertilizante fosfatado mediante la aplicación fraccionada del mismo.
2. Incrementar la eficiencia en el uso del fertilizante fosfatado y el rendimiento del cultivo de papa.

eralidades de suelos calcáreos

León (1984) señaló que un suelo calcáreo contiene bonato de calcio y este es relativamente insoluble, pero no está presente en los suelos se intercambia como sigue:



Por esto los suelos calcáreos tienen un 100% de saturación de bases y el pH depende de la hidrólisis del carbonato de calcio, como se indica a continuación:



Esta reacción produce un efecto alcalino que genera un pH de 7 a 8.5 por el ácido carbónico débil.

Buckman y Brady (1966) señalaron que cuando el suelo es alcalino la forma más común del fósforo es la del ión H_2PO_4^- y si el pH es alto se forman fosfatos cálcicos complejos insolubles así como también el exceso de calcio puede estorbar la absorción del fósforo o su utilización por las plan-

La absorción de fósforo por las plantas cultivadas general es menor en suelos calcáreos o alcalinos por lo que aplican grandes cantidades de fertilizante fosfatado así como también del hierro y la mayoría de los microelementos y la acción calcio-potasio se desequilibra, (Ignatieff y Page, 195

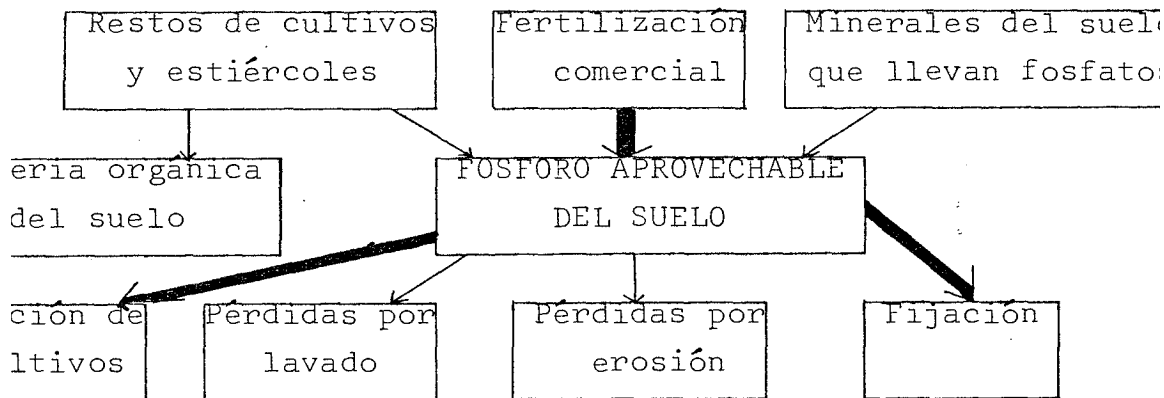
El carbonato de calcio predomina en los suelos calcáreos y tiene la característica de disminuir la solubilidad de los fosfatos, esto se explica por la formación de un nuevo compuesto de baja solubilidad y un alto contenido de CaCO_3 que forma un carbonato apatita, (Ortega, 1978).

Tisdale y Nelson (1966) indicaron que en los suelos alcalinos la precipitación de los fosfatos es producida por los compuestos cálcicos. Aseguran que la disponibilidad máxima del fósforo es cuando el pH oscila entre 5.5 y 7.

Los suelos calcáreos son excesivamente ricos en calcio jóvenes y se forman sobre materiales de origen cálcico, pero no suelen presentar el 10% de carbonato de calcio pero no son alcalinos porque la solubilidad del carbonato de calcio es baja. El alto contenido de agua en el suelo puede disminuir la presión del CO_2 y hacer subir el pH. Esto tiene importancia en la disponibilidad de algunos micronutrientes y fósforo, (Ortega, 1983).

Los fosfatos están presentes en el suelo, en la solución del suelo, en la materia orgánica y como fosfatos inorgánicos, siendo estos los más abundantes, los fosfatos monocálcicos y dicálcicos son más solubles, en tanto que el fosfato cálcico es insoluble o no aprovechado por las plantas, (Sells, 1968).

Buckman y Brady (1966) señalaron que el nivel de fósforo se agota y se repone de acuerdo al siguiente diagrama.



Ortega (1970) indicó que la mayoría de los suelos en un contenido de fósforo que varía de 0.03 a 0.22% y se encuentra en los suelos como ortofosfatos, los cuales pueden ser orgánicos e inorgánicos, los orgánicos están relacionados con la materia orgánica presente en el suelo, los inorgánicos se clasifican de acuerdo a su naturaleza física, mineralogía y química, como los fosfatos mono-di y octocálcicos.

El fraccionamiento del fertilizante fosfatado es una técnica que se aconseja para tierras pobres y para las ricas en fósforo. La fracción activa, se distribuye en otoño los tipos menos solubles y al final del invierno los más solubles tanto de superfosfatos como de complejos, (Cros, 1976).

Muñoz (1983) aseguró que el problema del fósforo no es la cantidad en el suelo sino su velocidad de disolución para que las raíces lo absorban en donde la actividad microbiana es muy fuertemente ligada con la inmovilización y mineralización del fósforo. También señala que el fósforo combinado con calcio es más soluble que el que se combina con el hierro y aluminio.

Collings (1958) señaló que las formas orgánicas del fósforo son más asimilables que las formas inorgánicas nativas por las plantas; dicho fosfato nativo es el cálcico cristalizado que contiene pequeñas cantidades de cloruro y fluoruro cálcico. A este mineral se le llama apatita y el fluor contribuye a la insolubilidad de fósforo. La asimilabilidad de la roca fosfórica disminuye con la presencia de carbonato cálcico; los cultivos se ven beneficiados con la aplicación de fosfatos en un sistema de raíces bien desarrolladas, y acelera la maduración en cereales principalmente.

El humus de la solución del suelo y el CO_2 móvil y desprenden fósforo exterior de la arcilla que al pasar extracto acuoso son absorbidos por las raíces. El fosfato soluble es el tricálcico contenido en el suelo procedente de las rocas originarias del mismo, pero los fosfatos de Fe son los más insolubles de todos y los que menos cantidad de fósforo suministran a los vegetales, (García, 1980).

Las principales fuentes de fertilizantes fosfatados son los huesos, los minerales del hierro y los yacimientos de fosfatos minerales como la apatita, fosforita y fosfato térreo, (Matieff, 1950).

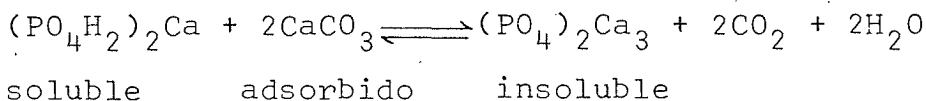
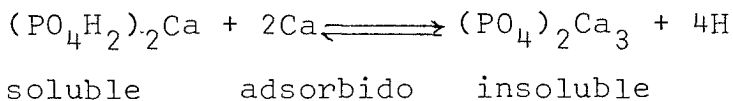
movilización del fósforo en el suelo

En suelos calizos es muy común la precipitación del fósforo, sin embargo no es insoluble indefinidamente porque con las variaciones del pH, acción de la materia orgánica y actividad microbiana pueden hacer que los fosfatos intervengan en la alimentación fosfatada de las plantas, (Cros, 1976).

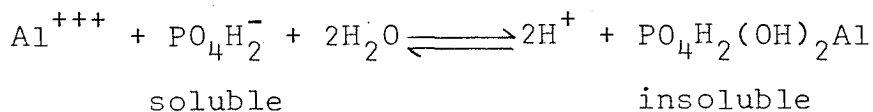
León (1984) aseguró que la fijación y movilización del fósforo dependen de muchos factores como lo es el pH y la actividad microbiana, por lo que para obtener buenos resultados en la nutrición fosfatada es necesario que el pH esté entre 6 y 7.

La velocidad de difusión a las raíces del fósforo menor en suelos arenosos que en suelos de textura fina, por que el abastecimiento de fósforo se ve afectado por la contracción de fósforo en solución, la cantidad superficial y el contenido de agua en el suelo, (Cajuste, 1977).

Buckman y Brady (1966) mencionan que en los suelos alinos la precipitación de los fosfatos se debe a la presencia del calcio y carbonatos de calcio, por lo que reacciona de la siguiente manera:



En suelos ácidos ocurre lo mismo como lo indica la reacción siguiente:



La fijación de fósforo aplicado como fertilizante va según las características físicas y químicas de los suelos. En trabajos de investigación se encontró que cuando el fertilizante fosfatado se aplica a diferentes profundidades, absorción del nutrimento varía según ésta, no solamente es crítico, sino también la forma en que se aplica al suelo (Muñoz, 1969).

que se distribuya en bandas o fajas, se entierre hasta el nivel de las raíces o se prepare en forma granulado y se mezcle con estiércol ya que con esto se retrasa la reversión de fertilizantes a base de superfosfatos, (Collings, 1958).

La mezcla del fósforo con el suelo aumenta la fijación, pero al hacer la aplicación localizada o en hileras hace que el fertilizante fosfatado reaccione en una pequeña parte del suelo y se satisface pronto la fijación del fósforo y por tanto quedará una mayor cantidad de fósforo en forma asimilable para el cultivo, (Ignatieff, 1950).

Rodríguez (1982) sugirió que algunas especies tienen menor capacidad para la absorción de fosfatos de calcio por lo que extraen mucho este elemento y provocan indirectamente mayor solubilización de los fosfatos al no combinarse con el calcio no se precipita.

García (1980) recomendó para contrarrestar la fijación del ión fosfato en suelos calcáreos, abonar con fertilizantes ácidos, cultivar plantas exigentes en calcio, agregar los húmicos con los abonos orgánicos ya que el CO_2 aumenta la solubilidad del fósforo, activar la dirección de la vida biológica al usar labores correctas e inoculación de bacterias para la activación del fósforo.

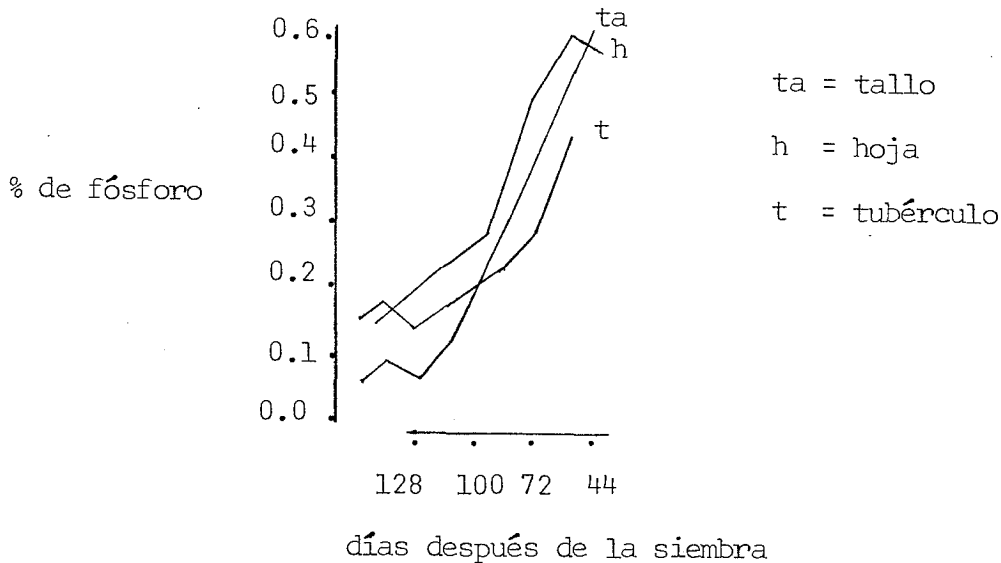
El contenido de carbonatos alcalino-terreos es un factor determinante para la disponibilidad del fósforo; estos afectan el grado de fijación del fósforo al ser transformado a formas insolubles, así a mayor cantidad de carbonatos alcalino-terreos mayor será la insolubilidad y será menos aprovechable para las plantas, (Velazco, 1983).

Ortega (1970) dividió en tres grupos los factores que afectan la fijación del fósforo: factores químicos, factores físicos y características del suelo entre ellas pH, textura, materia orgánica, mineral dominante, tamaño de partículas y cationes intercambiables.

Cepeda (1983) reportó que el carbonato de calcio reacciona con el ión fosfato cuando está en baja concentración en la solución del suelo. Esto se debe a que las partículas del suelo en estado coloidal con cargas eléctricas pueden fijar iones con cargas eléctricas de signo contrario.

Fósforo en la planta

La concentración de fósforo en la planta varía con el tiempo y el componente cosechado (hojas, tallo, tubérculo); existe una pequeña variación entre los componentes y el contenido de fósforo es menor que otros elementos como el nitrógeno y el potasio como se indica en la figura 2.1.



ra 2.1 Contenido de fósforo en la materia seca de hojas, tallo y tubérculos, según Harris, 1978.

En la figura 2.2 se muestra la acumulación del fósforo en el cultivo y la acumulación de producción y en la figura 2.3 se muestra la pequeña cantidad de fósforo removido por elada de tubérculo fresco.

Lorenz (1980) indicó que la mayor absorción de fósforo está comprendido dentro del tercer mes de crecimiento de la planta.

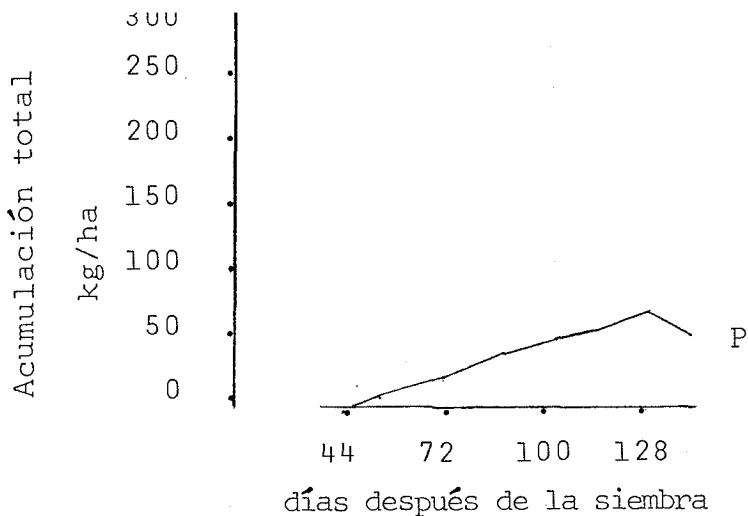


Figura 2.2 Acumulación total de fósforo según Harris, 1978.

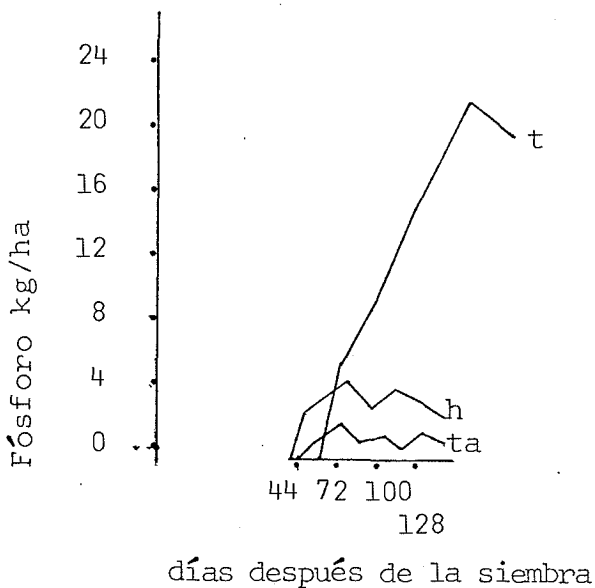


Figura 2.3 Acumulación de fósforo en hojas tallos y tubérculos según Harris, 1978.

Las papas muestran lesiones de un color pardo herrumo en los tubérculos, primero en forma de manchas aisladas y luego de manchones más grandes a medida que estos se juntan, (Atieff, 1950).

El aspecto exterior de la planta se manifiesta en las plantas son débiles y pequeñas, muestran una estructura delicada, los pedúnculos de las hojas son más largos de lo normal y se mantienen horizontales, los cereales se decoloran, tallos toman un aspecto violáceo o marrón rojizo, las raíces crecen poco y el ahijamiento es menor, (Selke, 1968).

García (1980) señaló que cuando el fósforo escasea en el suelo en las plantas se presentan los siguientes signos:

- Coloración verde oscura de las hojas
- Deficiencia de raíces
- Daños por heladas y sequía
- Enfermedades criptogámicas
- Se prolonga el ciclo vegetativo
- Flores estériles, caída de flores, y frutos que presentan escaso desarrollo
- Espigas y mazorcas de tamaño reducido
- Granazón defectuosa y frutos poco dulces
- Pobreza en grasas, vitaminas, hormonas, poco vigor vegetativo y alternancia en frutales

Ortiz (1983) indicó que al trabajar en suelos calcáreos en la región de Navidad, N.L. con dosis de vermiculita de 0, 200, 400 y 600 kg/ha de P_2O_5 , encontró que el tratamiento que mejor respondió en rendimiento fue el de 450 kg/ha de vermiculita y 450 kg/ha de P_2O_5 .

Lascano (1982) indicó que la dosis óptima económica de fertilizante en el cultivo de papa es de 90-130-0 para la región calcárea de Derramadero, Coahuila.

Ramos (1968) señaló que al trabajar en suelos calcáreos en Navidad, N.L. con el cultivo de papa encontró que la dosis de 1200 kg/ha de P_2O_5 fue la que más influyó en la producción al probar 7 dosis de fósforo de 0, 100, 200, 300, 400, 600 y 1200 kg/ha.

Trejos (1980) mencionó que la dosis recomendada para suelos calcáreos de la región de Navidad, N.L., en el cultivo de papa es de 111-278-111 kg/ha de N,P,K, respectivamente.

Ramos (1985) señaló que al trabajar con perlita y 50 kg/ha de fósforo en un cultivo de papa en suelos calcáreos encontró que el mejor tratamiento fue el de cero de perlita y 50 kg/ha de P_2O_5 con un rendimiento de 27.82 ton/ha.

Ortega y Narro (1986) mencionaron que las dosis óptimas de fertilizante fosfatado que requiere el cultivo de papaya establecida en suelos calcáreos, varían de 412 a 814 kg de P_2O_5 para la región papera de Coahuila y Nuevo León. Los resultados fueron determinados en base a isoterma de adsorción.

lización del sitio experimental

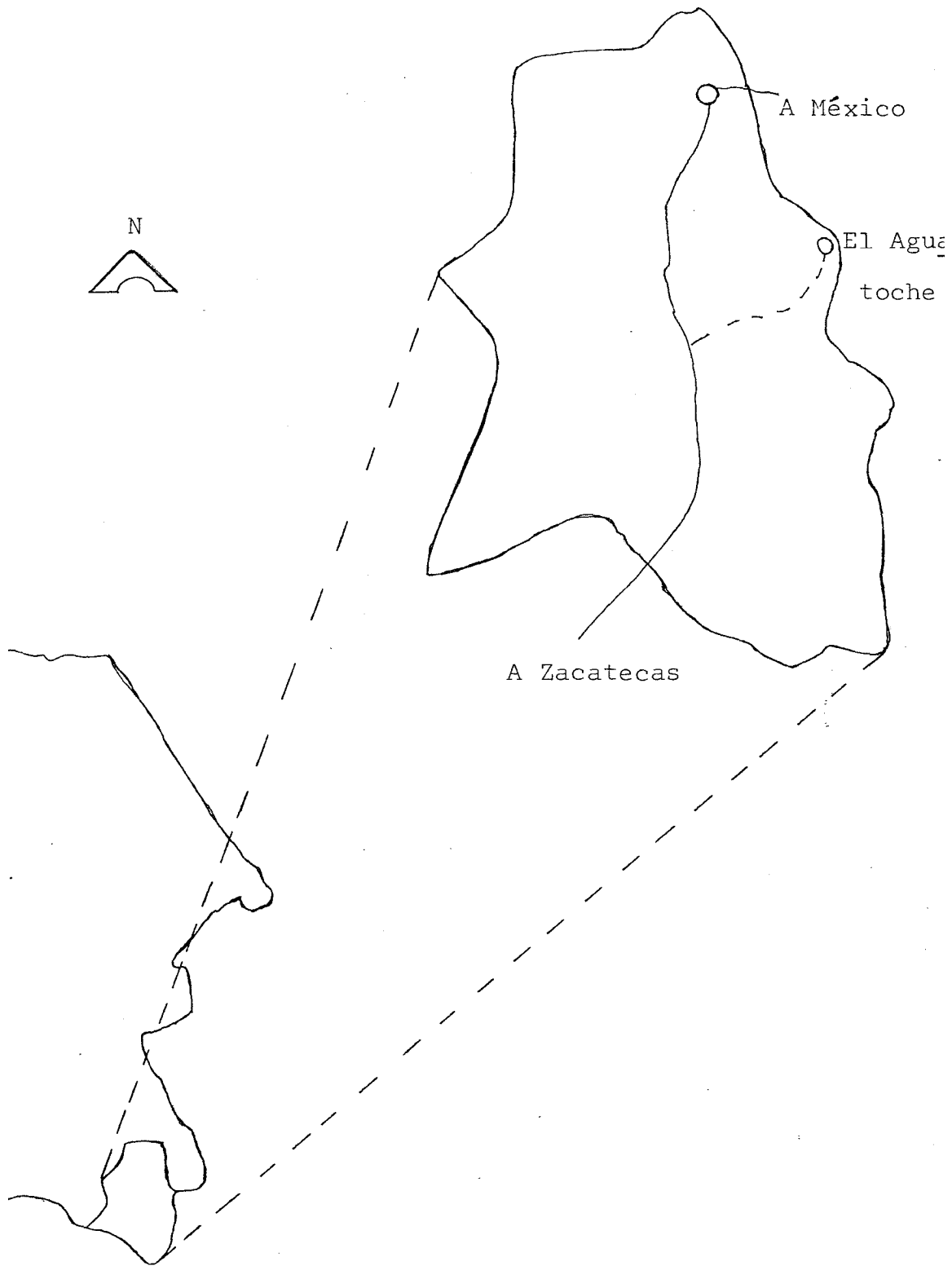
El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano de 1984 en terrenos del rancho "Aguatoche", el cual se encuentra a 70 km al sur del municipio de Saltillo, Coahuila; sus coordenadas son 25° 07' latitud norte y 101°51' 07" longitud oeste con una altitud de 1855 metros aproximadamente, dicha ubicación se muestra en la figura

características del sitio experimental

o

Los suelos de esta región se caracterizan por presentar un pH elevado y una acumulación de carbonatos de calcio elevada.

CETENAL (1978) clasifica a dicho suelo como Xerosol arido y por el sistema americano como un molisol, ustolls, durisols, ya que se encuentran dentro de un rango de precipitación de 250 a 1500 mm, tienen un epipedón mólico de color oscuro de 10 YR 3/2 en seco, el porcentaje de saturación de bases es mayor a 50%, reacción alcalina y rico en humus en los horizontes superiores. Los suelos ustolls están secos por



3.1 Localización del rancho "El Aguatoche" donde se reali-

ño y es calciustolls porque presenta un horizonte cálcico a del metro de profundidad.

Una vez establecida el área experimental se realizó muestreo del suelo para determinar algunas características físico-químicas. El muestreo se hizo en un recorrido de zig-zag en el cual se obtuvieron muestras a una profundidad de 0-30 cm, las cuales se homogeneizaron para obtener una representativa del terreno y posteriormente se realizaron los análisis cuyos resultados se muestran en el cuadro 3.1.

a

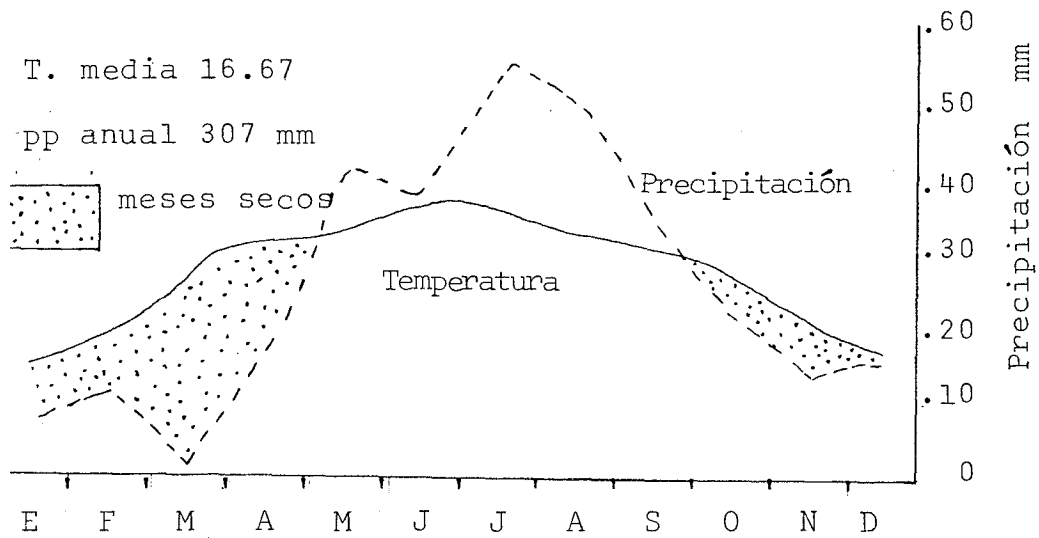
Las condiciones climáticas prevaescentes en la región según la clasificación de Koppen, modificada por García (1983) corresponde a Bs, Kkw (x') (e), lo cual significa que es un clima seco estepario, temperatura promedio anual de 17°C máximas en los meses de mayo, junio y julio y mínimas en el mes de enero, con una precipitación media anual de 307 mm distribuidas en los meses de junio y julio. Las heladas empiezan en el mes de octubre y son más intensas en enero. Los datos climatológicos más cercanos al rancho se describen en el cuadro 3.1. Asimismo se grafican en las figuras 3.2 y 3.3.

PO 3.1 Características físico-químicas del suelo antes de establecer el trabajo de investigación del rancho "El Aguatoche". Ciclo P-V de 1984.

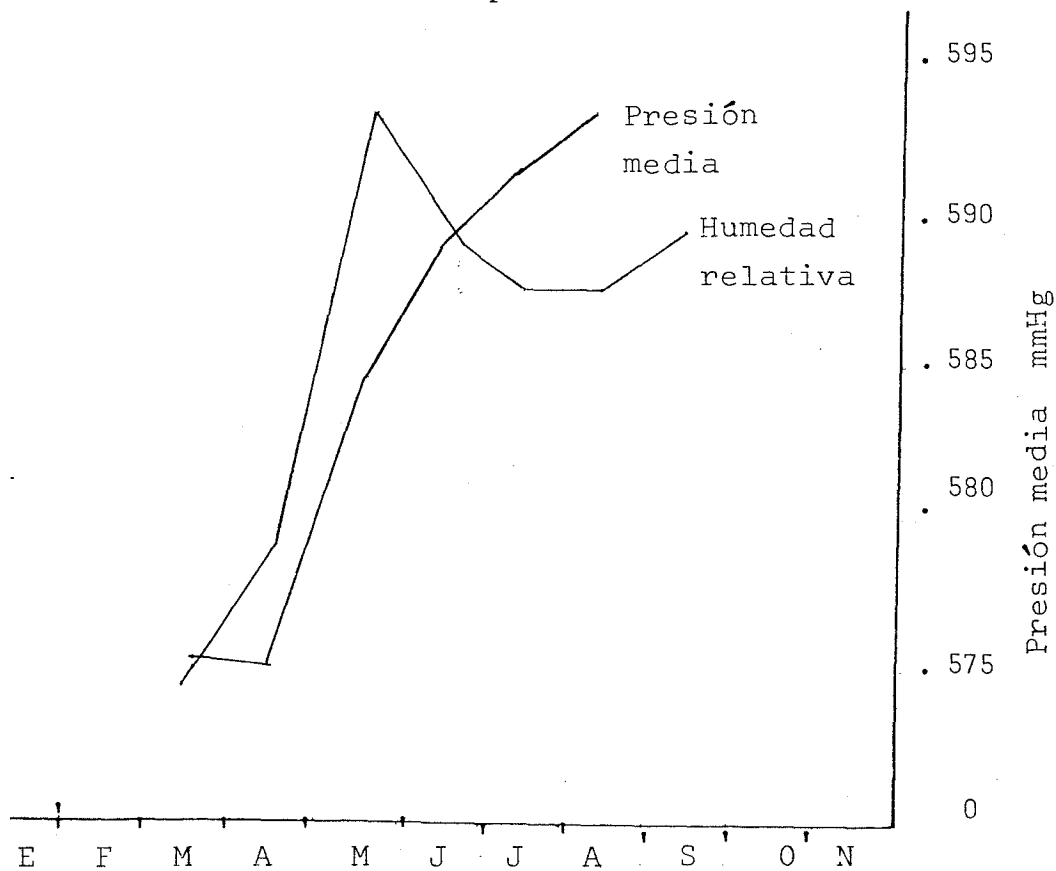
Característica	Método empleado	Valores obtenidos
		0-30 cm
Carbón orgánico, %	Walkey/Black	2.62
Nitrógeno total, %	Kjeldahl	0.0383
Capacidad de intercambio catiónico, kg/ha	Olsen	111.6
Capacidad de intercambio aniónico, kg/ha	Cobaltinitrito de Na	+ 900
pH	Potenciómetro	7.6
Temperatura a 25°	Puente Wheatstone	1.56
Humedad, %		11.52
Humedad, %	Hidrómetro de	26.63
Humedad, %	Bouyoyucos	61.85
Textura	Triángulo de texturas	Arcilloso
Alcalinidad total, %	NaOH ln	26.18
Densidad aparente, g/cm ³	Parafina	1.28
Densidad de sólidos, g/cm ³	Picnómetro	2.17

Angeles", Saltillo, Coah. Ciclo P-V 1984.

	Temperatura media °C	Precipitación mm	Humedad Relativa %	Presión media mmHg
o	11.6	-	58	576
l	14.3	-	73	575
	14.7	28.5	91	584
o	20.1	33.0	85	588
o	20.2	96.1	83	591
to	21.3	70.0	83	593
iembre	19.2	14.5	86	-
ore	12.0	24.6	-	-



3.2 Climograma de Gaussen correspondiente al lugar donde se estableció el experimento.



3.3 Representación gráfica de la humedad relativa y la presión media para la región donde está el experi-

El agua que se utiliza en la irrigación de este rano se extrae de mantos acuíferos subterráneos mediante bombas tricas y se distribuye al cultivo por el sistema de reigo e-roll".

Esta agua es de buena calidad según el análisis reado y se clasifica como C_2S_1 , según Richard (1962) y los reados del análisis se presentan en el cuadro 3.3.

cterísticas de la planta

Se utilizó la variedad "Alpha" como semilla que es ás usada en la región, la cual tiene un ciclo de 120 días ximadamente. Sus características se citan en el cuadro 3.4.

ripción de los tratamientos y diseño experimental

Este trabajo consistió en el estudio de fraccionar ertilizante fosfatado como se indica en el cuadro 3.5.

El diseño experimental que se utilizó fue el de blo al azar con un total de 10 tratamientos y 4 repeticiones.

no 3.3 Análisis químico del agua de riego utilizada en el rancho "El Aguatoche", Saltillo, Coah. Ciclo P-V 1984.

Determinación	Método	Valor obtenido
actividad eléctrica	Conductivímetro	0.62 mmhos/cm
	Potenciómetro	7.7
carbonatos	Titulación	5.6 meq/lt
bicarbonatos	Titulación	0.0 meq/lt
sulfuros	Titulación	2.68 meq/lt
nitratos	Titulación	0.65 meq/lt
amonio	Titulación	4.4 meq/lt
fosfatos	Titulación	2.6 meq/lt
cloruros	Titulación	1.08 meq/lt
sulfatos	Titulación	0.02 meq/lt

3.4 Características de la variedad "Alpha" usada en la siembra del rancho "El Aguatoche", Ciclo P-V 1984.

Variedad	Alpha
Calidad	Muy bueno, clasificación excelente, riqueza en almidón media, gravedad específica 1.082
Maduración	Tardía 120 días
Características de los tubérculos	Grandes, redondos u ovalados de forma regular, ojos semisuperficiales, carne amarilla clara, piel blanca. Desarrollo robusto, cubre bien el surco, follaje verde algo obscuro
Resistencia a enfermedades	"Susceptible" al tizón tardío de follaje y tubérculo.
Uso	De excelente calidad culinaria, apreciable en muchos países, resiste bien la sequía
Estabilidad	Germinación reducida durante el almacenamiento

o 3.5 Descripción de los tratamientos en estudio en el experimento de la papa. Rancho "El Aguatoche".
Ciclo P-V 1984.

	FOSFORO APLICADO, kg/ha de P ₂ O ₅		
	Días después de la siembra		
miento	0	50	78
Clave	(mayo 3)	(junio 22)	(julio 20)
3-0-0	300	0	0
1-1-1	100	100	100
1.5-1.5-0	150	150	0
1.5-0-1.5	150	0	150
0-1.5-1.5	0	150	150
0-3-0	0	300	0
1-2-0	100	200	0
2-1-0	200	100	0
2-0-1	200	0	100
0-2-1	0	200	100

Los tratamientos se particionaron del fósforo en veles a partir de la dosis que se recomienda; esta partió fue para tres fechas; la momento de la siembra, a los 50 días, la cual fue de la siguiente manera; 1, 2/3, 1/2 y como ya se indicó en el cuadro 3.5.

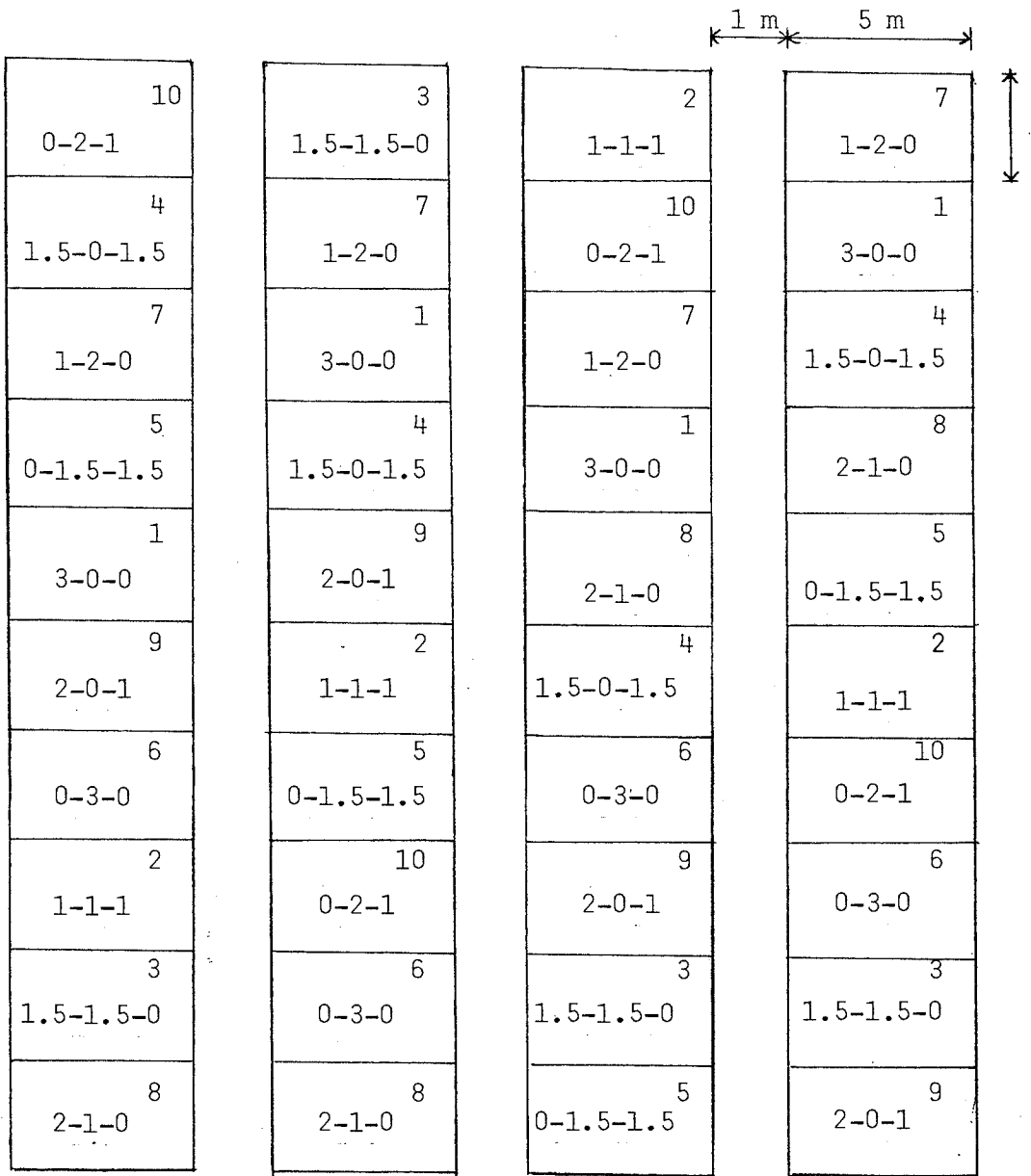
En la figura 3.4 se muestra la distribución de los cultivos en el campo, las dimensiones de las parcelas, su ubicación y lo que había en los alrededores del área experimental.

La parcela experimental fue de 6 surcos de 5 m de ancho por 92 cm de separación entre surcos; la parcela útil fue de 2 surcos centrales de 4 m de largo ya que se eliminó medio surco en las 2 cabeceras para eliminar el efecto de orillas; el área de parcela útil fue de 7.36 m².

Prácticas agronómicas

Preparación del terreno

En el terreno donde se implantó el experimento estuvo sembrado con anterioridad con cebada, la cual fue incorporada al suelo como abono verde mediante un barbecho, antes de sembrar la papa.



Experimento de 9 mejoradores sobre propiedades selectas en un suelo calcáreo en papa.

Experimento de 2 mejoradores sobre el cultivo de papa.

Figura 3.4 Distribución de los tratamientos en el campo. R "El Aguatoche". Ciclo P-V 1984.

se realizó un barbecho a 30 cm de profundidad y posteriormente se efectuó un rastreo para obtener una buena cama y asegurar una buena población. Después se hizo un surcado, en el mismo modo se delimitaron las parcelas con hilo a 5 m de distancia, dejando un metro entre cada repetición.

Fertilización

La fertilización se llevó a cabo manualmente aplicando el fertilizante al fondo del surco. Al momento de la primera fertilización se aplicó todo el nitrógeno, una primera fertilización con fósforo y todo el potasio, pero éste al voleo; la segunda fertilización a base de fósforo se efectuó el 22 de junio y la tercera el 20 de julio, éstas últimas se aplicaron sobre el cultivo al pie de la papa a chorrillo y se tapó mediante el uso de mulch.

La dosis general fue 150-300-150 y las fuentes del fertilizante son:

Fertilizante	Concentración	Dosis
Urea	46% N	71 kg/ha
Urea diamónica	18% N, 46% P ₂ O ₅	652 kg/ha
Sulfato de potasio	60% K ₂ O	250 kg/ha

Los fertilizantes se cuantificaron con anterioridad lasas de polietileno dentro de las bodegas del rancho, es- e aplicaron al fondo del surco, se taparon con una ligera de suelo para evitar volatilización y el contacto directo a semilla.

ra

Los tubérculos "semilla" se depositaron al fondo del , a una distancia entre ellos de 20 cm y entre surcos de donde se obtiene una densidad de plantas de 54 mil por rea, y se trató con un bioenzima estimulante del creci- o. Esta actividad se realizó manualmente el 3 de mayo.

Posteriormente se tapó la semilla con un arado de vertedera y al mismo tiempo se asperjó con una mezcla de cidias para controlar plagas y enfermedades. La semilla a 12 cm de profundidad.

3

Por medio del sistema de aspersión "Side-roll", se a 7 riegos en el ciclo vegetativo de la papa, asimismo se traron lluvias por 266 mm. Los riegos se muestran en el o 3.6.

no 3.6 Lámina de riegos aplicados durante el desarrollo de la papa. Rancho "El Aguatoche". Ciclo P-V 1984.

	Días después de la siembra	Tiempo horas	Lámina Aplicada cm
9	6	8	6.5
o 1	29	6	5
o 23	51	6	5
o 1	59	6	5
o 16	74	6	5
to 21	110	6	5
iembre 5	125	6	5

Además de las fertilizaciones al suelo el agricultor
túa aspersiones foliares de macro y microelementos los cua-
se describen en el cuadro 3.7.

rol de malas hierbas

Se dió una escarda para romper la costra superficial
ercar suelo a las plantas y al mismo tiempo para eliminar
s hierbas.

También se aplicó metribuzín (Sencor), para contro-
la maleza, pero no se obtuvieron resultados positivos por
ue se procedió a realizar un deshierbe manual.

rol de plagas y enfermedades

Se aplicaron pesticidas al momento de la siembra pa-
roteger al cultivo de plagas y enfermedades como se muestra
l cuadro 3.8. Aún así durante el desarrollo del experimento
etectó el tizón tardío que creó un gran daño, pero se con-
ó con 9 aspersiones aéreas cada tercer día de Ridomil 2
a, Manzate 2.5 kg/ha y cupertrón 4 lt/ha.

o 3.7 Fertilizantes foliares, composición y dosis aplicados al cultivo de papa. Ciclo P-V 1984.

cto	Composición	Dosis lt/ha
me	Fe 49%, Zn 37%, Mn 12%, Mg 14%, B 30%, S 44%, Giberelinas 0.15%.	0.5
ón	N 15%, P 15%, K 5%, Fe, Cu, S, Zn.	2.0
lán	24-18-24 (NPK), Fe, Zn, Mn, S, hormonas y vitaminas N 15% y Zn 5% N 15% y Mg 4% N 16% y Fe 4%	4.0 2.0 2.0 2.0
quel	Fe 4% y Zn 2%	2.0
ente dispersante 1 cm ³ /lt de agua en todas las aplicacio		

ro 3.8 Mezcla de pesticidas aplicados al momento de la siembra para controlar plagas y enfermedades. Rancho "El Aguatoche". Ciclo P-V 1984.

ucto químico	Dosis	Control
dán 300 L bofurán)	2.5 lt/ha	Gusano de alambre, gallina ciega, nemátodos.
acloro 25 CE	20 lt/ha	Gusano cortador, gusano de alambre.
24 tacloronitrobenceno)	30 lt/ha	Phytophthora sp, Actinomyces scabies, Rizoctonia solani.
o 60 bendazole)	2 kg/ha	Fusarium sp, Helminthosporium solani, Oospora postulans, Rhizoctonia sp.
ate 80 eb)	2.5 kg/ha	Phytophthora infestans, Alternaria solani.

La cosecha se efectuó el 18 de octubre de 1984 con ayuda de la cosechadora mecánica, luego se delimitó la parcela con estacas e hilo, manualmente se recogió la papa y se clasificó de acuerdo a la selección que se hizo previamente, que en cuenta el tamaño y la forma.

Biología del desarrollo del experimento

Se surcó el día 2 de mayo de 1984, mediante surcado mecánico y al mismo tiempo se asperjó una mezcla de pesticidas. La siembra se efectuó el 3 de mayo, en forma manual con la variedad "Alpha". La fertilización se aplicó al momento de la siembra con todo el nitrógeno, todo el potasio y la primera aplicación de fósforo. A los 6 días después de la siembra se dió el primer riego con una lámina de 6.5 cm, a los 25 días se inició la emergencia, a los 29 se efectuó el segundo riego y a los 35 días la emergencia fue uniforme.

Se aplicó herbicida a los 43 días, pero no fue efectivo y a los 50 días se realizó un deshierbe manual, asimismo se aplicó la segunda fertilización de fósforo y a los 51 y 59 días se dió el tercer y cuarto riego respectivamente. La altura de las plantas se tomó a los 63 días cuando se inicia la floración, se dió una escarda a los 64 días, a los 74 se dió el quinto

, a los 78 se aplico la ultima fertilizacion de fosforo, na la segunda lectura de altura y a los 86 días se obtie- tercera lectura de altura.

Se aplicaron fungicidas a los 89-91 y 94 días, alre- de los 96 días la floración termina y se detecta la pre- a de tizón tardío, se aplican por lo tanto fungicidas den- e los 99-102 y 105-108 días, a los 110 se efectúa el sexto , se da otra aplicación de fungicidas de los 111 a los 114 y a los 125 se dá el último riego. El desvare se efectuó a 50 días y a los 169 se realizó la cosecha, así como el reo de los tratamientos del experimento.

ación de tratamientos

os en el suelo

Se muestreó a los 169 días después de la siembra por la y se prepararon 10 muestras compuestas correspondientes tratamientos, a los cuales se les determinaron algunas ca rísticas para evaluar los cambios registrados.

ción de las características vegetales

a

Se midió la altura a las plantas de las cuales se

on 4 al azar de la parcela útil y se obtuvo una media, u
ráctica se realizó a los 63, 78 y 86 días después de la
ra.

ia seca

Se recolectó una planta por parcela, ésta se pesó
medo y luego secado a la estufa a una temperatura de 85°C.

miento del tubérculo

El tubérculo se clasificó de acuerdo a la clasifica
local comercial, la que toma en cuenta el tamaño y la for-
se agrupa en papa de primera, segunda, tercera y mono.

os de análisis de datos

sis de varianza

Este análisis prueba la significancia o falta de es-
gún como se comportan los tratamientos. Se utilizó el dise-
ques al azar y se calculó también el coeficiente de variaia

El modelo estadístico es como sigue:

$$Y_{ij} = M + Z_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Respuesta de la repetición "j" que lleva el tratamiento "i".

M = Media general.

Z_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = Efecto de la j-ésima repetición.

E_{ij} = Error experimental.

$i = 1, 2, \dots, 10$

$j = 1, 2, \dots, 4$

RESULTADOS Y DISCUSION

ios en el suelo

ria orgánica

El contenido de materia orgánica en el suelo, pro-
o por tratamiento se muestra en el cuadro 4.1 y al hacer
aración con el análisis inicial (cuadro 3.1), se observa
existe incremento en algunos tratamientos, asimismo se ob-
a que a medida que se incrementa la cantidad de fósforo en
ltima aplicación, la materia orgánica también tiende a au-
ar al igual que el rendimiento, cuando la segunda aplica-
es de 200 kg/ha el porciento de materia orgánica tiende a
r al igual que el rendimiento, por el contrario cuando es
00 ó 300 kg/ha el porcentaje aumenta, y en todas las apli-
ones de fósforo en la primera fertilización no existe dife-
ia muy marcada en el porciento de materia orgánica.

Cuando hay mayor cantidad de materia orgánica se ob-
en mayores rendimientos y cuando el porciento baja también
ndimiento, ya que la mayor cantidad de materia orgánica
como consecuencia otros factores que van a influir en el
rollo de la planta como la humedad, los microorganismos,

ro 4.1 Resultados finales de algunas características físi
co-químicas del suelo muestreado a los 169 días
después de la siembra en el rancho "El Aguatoche".
Ciclo P-V 1984.

amientos		Características del suelo				
Clave	MO %	P kg/ha	Da	g/cm ³	N %	CE mmhs/cm
			pH			
3-0-0	2.691	96.3	8	1.32	0.135	1.3
1-1-1	2.979	79.2	7.8	1.23	0.149	1.23
1.5-1.5-0	2.114	108	7.8	1.46	0.106	1.32
1.5-0-1.5	3.192	112.5	7.6	1.31	0.160	1.5
0-1.5-1.5	2.691	112.5	7.6	1.48	0.135	2.8
0-3-0	3.051	100.35	7.9	1.47	0.153	1.2
1-2-0	2.258	112.5	7.9	1.34	0.113	1.18
2-1-0	3.196	97.65	7.9	1.42	0.160	0.85
2-0-1	2.763	85.5	8	1.32	0.138	1.2
0-2-1	2.186	100.35	8	1.44	0.109	0.85

De la materia organica depende la asimilabilidad del fósforo porque los microorganismos presentes en la MO mineralizan al fósforo haciéndolo disponible para las plantas; pero la cantidad de fósforo no se revuelve con cantidades superiores a 40 sino que es necesario aplicar fertilizantes fosfatados, (Ekman y Brady, 1966).

fósforo

En el cuadro 4.1 se presentan los datos del análisis final en donde se observa que el tratamiento 1-1-1 es el que muestra la cantidad más baja de fósforo y los tratamientos 0-1.5 y 0-1.5-1.5 reportan la mayor cantidad de fósforo en el suelo, por lo que cuando se aplicaron 150 kg/ha de fósforo a la tercera aplicación la planta no lo absorbió en su totalidad por otro lado al fraccionar el fósforo en partes iguales es mejor aprovechado por las plantas ya que al disminuir la entrada hay menor contacto con el suelo y se evita la fijación del ión fosfato.

La fijación de fósforo en suelos calcáreos es un problema, por su elevado pH y entre más alto es, la capacidad de absorción será mayor, la cual se pretende evadir al fraccionar el fertilizante fosfatado, para que al existir una cantidad menor en contacto con el suelo haya una menor pérdida, la planta cuando se desarrolla es como necesita del fósforo y al apli-

En diferentes fechas tiene más facilidad de absorberlo y consiguiente aprovecharlo.

León (1984) indicó que el fósforo se precipita cuando el pH es elevado y cuando se aplican grandes cantidades de fertilizantes fosfatados.

densidad hidrógeno

El pH final (cuadro 4.1) se incrementa con respecto al inicial (cuadro 3.1) de 7.6 a 8 aunque no muestra una clara diferencia diferenciativa, pero los valores mayores coinciden con los más elevados del fósforo.

El pH es importante para la asimilabilidad, no solo del fósforo sino de otros elementos menores como el calcio, magnesio, nitrógeno, potasio, azufre, fierro y manganeso, (Goman y Brady 1966).

densidad aparente

Al comparar el análisis final (cuadro 4.1) con el inicial (cuadro 3.1) se observa un ligero aumento de la densidad aparente, pero no se considera significativo. En el tratamiento 1-1-1 se reportó la más baja densidad aparente de 1.23 g/cm³ y en el tratamiento 0-1.5-1.5 la más alta de 1.48 g/cm³.

un rendimiento de 24.60 y 27.54 toneladas respectivamente.

La densidad aparente es baja en suelos ricos de MO
menta con la profundidad del suelo por lo compacto y la pér
de MO, (Ortiz, 1977).

ógeno

El nitrógeno registra un incremento en el análisis
1 (cuadro 4.1) comparado con el inicial (cuadro 3.1), por
ue del nitrógeno aplicado con la fertilización solamente
parte fue removido del suelo, así que podría disminuirse
osis por hectárea ya que puede decirse que había más del
sario.

Buckman y Brady (1966) dicen que un posible aumento
nitrógeno es enterrar cultivos de leguminosas o también de
ales, aunque estos pueden necesitar suplementos de nitróge-
rocedentes de fertilizantes.

uctividad eléctrica

Al analizar los datos finales (cuadro 4.1) e inicia-
(cuadro 3.1) solamente el tratamiento 0-1.5-1.5 sufre una
ra tendencia a aumentar; pero esto no es significativo ya q
e siendo un suelo no salino.

Esta tendencia puede ser debido a que como se deja de antes de la cosecha las sales tienden a aflorar a la super
ión de las características vegetales

En el cuadro 4.2 se muestran las alturas obtenidas a , 78 y 86 días después de la siembra, así como los incre- , los cuales indican que a mayor altura el rendimiento es y cuando la altura es menor el rendimiento aumenta.

Al realizar el ANVA se encontró diferencia significa- ntre tratamientos para los datos de altura de plantas a los s después de la siembra; los datos correspondientes se pre- en el apéndice. El tratamiento 1-2-0 fue el que alcanzó or altura con un rendimiento de 21.21 ton/ha y el 2-0-1 el gistró la menor altura con un rendimiento de 29.09 ton/ha, ura fue de 74 y 52 cm respectivamente. En trabajos anterioo entro del Programa de Investigación Mejoradores de Suelo, encontró asociación significativa entre altura de plantas imiento.

Cuando se pierden los nutrimentos en un crecimiento i rio ya no hay los suficientes para la producción del tubéro

ro 4.2 Valores medios de altura de la planta (cm) de papa e incrementos a diferentes días después de la siembra.

amiento Clave	Días después de la siembra				
	Alturas			Incrementos	
	63	78	86	78-63	86-78
3-0-0	29	54	62	25	8
1-1-1	29	54	65	25	11
1.5-1.5-0	24	43	55	19	12
1.5-0-1.5	31	58	69	27	11
0-1.5-1.5	28	52	57	24	5
0-3-0	26	48	56	22	8
1-2-0	35	61	74	26	13
2-1-0	27	52	61	25	9
2-0-1	22	46	52	24	6
0-2-1	30	51	66	-21	15

eria seca

Los valores promedio de la producción de materia a del follaje obtenidos a los 86 días después de la siembra muestran en el cuadro 4.3, donde se observa que cuando la ima aplicación de fósforo es de 100 kg/ha existe una lige-disminución.

Ortiz (1983) reportó que hay una mayor producción materia seca acumulada cuando se aplican 2 ton/ha de vermi-ita y 450 kg/ha de P_2O_5 .

dimiento del tubérculo

La producción de papa en cuanto a su calidad, se di-enció por su tamaño y forma (cuadro 4.4), se presentan ade-las medias del rendimiento total (cuadro 4.5), en donde el or rendimiento lo registró el tratamiento 2-0-1 con 29.09 /ha y el menor de 21.21 ton/ha el tratamiento 1-2-0.

Al realizar el ANVA las medias de los tratamientos muestran diferencias significativas por lo que puede decir-que el fraccionar el fósforo tiene igual resultado que cuan-ay una sola aplicación, más sin embargo, se obtienen mejo-rendimientos con algunos tratamientos al compararlos con testigo.

ro 4.4. Rendimiento total promedio en base a la calidad del tubérculo de la papa.

amiento	Rendimiento	Media de rendimiento ton/ha			
Clave	total ton/ha	1a.	2a.	3a.	mono
3-0-0	25.32	11.34	8.19	3.97	1.82
1-1-1	24.80	11.89	7.94	4.39	0.58
1.5-1.5-0	26.40	13.97	5.86	3.20	3.37
1.5-0-1.5	24.90	11.33	8.21	3.63	1.73
0-1.5-1.5	27.34	13.94	8.03	3.39	1.98
0-3-0	27.09	14.70	6.53	3.46	2.40
1-2-0	21.21	9.36	6.65	3.90	1.30
2-1-0	25.45	11.19	6.70	3.79	3.77
2-0-1	29.09	12.44	10.02	5.17	1.46
0-2-1	24.37	12.63	7.74	2.46	1.54

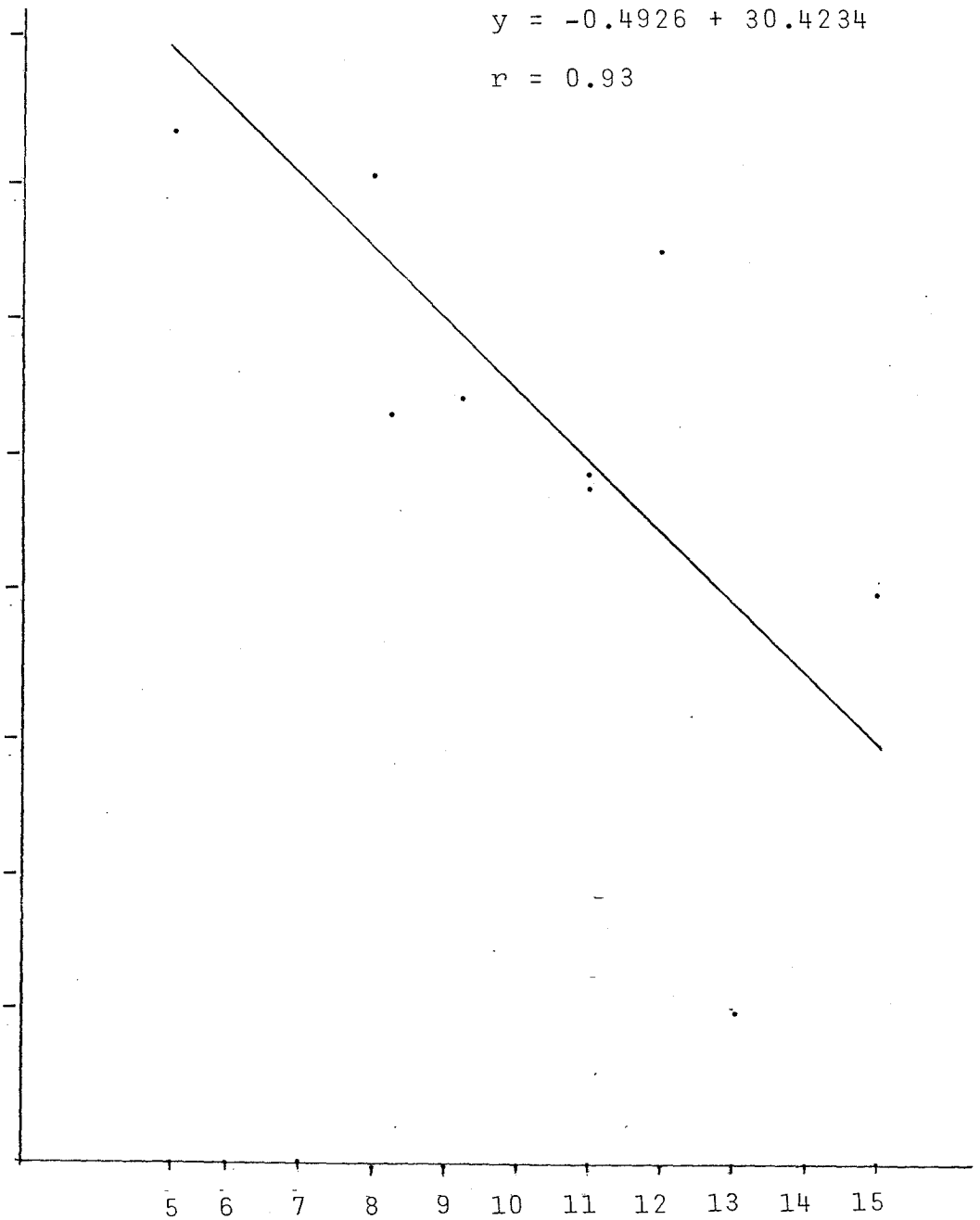
no 4.5 Rendimiento total del cultivo de papa obtenidos al fraccionar el fertilizante fosfatado.

Rendimiento Clave	R E P E T I C I O N E S					TOTAL	\bar{X}
	I	II	III	IV			
3-0-0	21.88	21.40	28.16	29.82	101.26	25.31	
1-1-1	15.25	27.28	29.86	26.80	99.19	24.80	
0.5-1.5-0	20.18	31.90	21.91	31.62	105.61	26.40	
0.5-0-1.5	25.85	20.96	29.04	23.74	99.59	24.90	
0-1.5-1.5	28.09	19.12	32.00	30.16	109.37	27.34	
0-3-0	27.79	32.47	24.29	23.81	108.36	27.09	
1-2-0	20.14	21.40	23.95	19.36	84.85	21.21	
2-1-0	17.12	22.86	30.84	30.98	101.80	25.45	
2-0-1	24.93	29.01	27.75	34.65	116.34	29.09	
0-2-1	31.35	17.97	23.88	24.29	97.49	24.37	

Asimismo al hacer una regresión lineal de alturas
ladas de plantas con respecto al rendimiento del cultivo
na clara tendencia a bajar a medida que aumenta la altura
el contrario cada vez que es menor la altura aumenta el
miento como se muestra en la figura 4.1.

$$y = -0.4926 + 30.4234$$

$$r = 0.93$$



Incremento en alturas cm

a 4.1 Regresión lineal de alturas acumuladas contra rendimiento del cultivo, las alturas se tomaron de los

CONCLUSIONES

Al realizar el análisis de varianza no mostró diferencia significativa sobre rendimientos entre los tratamientos de estudio.

Se obtuvo, no obstante, el mayor rendimiento en el tratamiento 2-0-1 con un promedio de 29.09 ton/ha el cual consiste en aplicar 200-0-100 kg/ha de fertilizante fosfatado al momento de la siembra y a los 78 días después de ésta.

El rendimiento más bajo que se encontró fue el tratamiento 1-2-0 con 21.21 ton/ha, este consistió en la aplicación de 100-200-0 kg/ha de fertilizante fosfatado al momento de la siembra y a los 50 días después de ésta.

La altura de plantas, evaluada a los 86 días después de la siembra presentó diferencia significativa entre tratamientos y al observar los datos de altura acumulada y hacer una regresión lineal de los mismos, muestra una clara tendencia a aumentar el rendimiento cuando la altura es menor y a bajar cuando es mayor la altura de plantas.

RESUMEN

Uno de los principales problemas de los suelos calos de la región norte del país es su gran capacidad de fijación del fósforo, la cual disminuye su disponibilidad para plantas por lo que el agricultor tiene la necesidad de aumentar la dosis de fertilizante fosfatado, minando de esta manera su economía. Por lo anterior y con el objetivo de incrementar la disponibilidad del fósforo aplicado como fertilizante se planteó el presente estudio de fraccionamiento de la aplicación del fertilizante fosfatado en el cultivo de papa.

El presente trabajo se realizó en el rancho "El Acoche", ubicado al sur del municipio de Saltillo, Coahuila durante el ciclo primavera-verano de 1984.

Se estudiaron 10 tratamientos en un diseño estadístico de bloques al azar, con 4 repeticiones. Los tratamientos definieron al fraccionar el fertilizante fosfatado a partir de la dosis que usa el agricultor, la cual se toma como testigo para los demás tratamientos se hicieron combinaciones de 150 y 200 kg/ha, con aplicaciones al momento de la siembra a los 50 y 78 días después de ésta.

Al realizar el análisis de varianza sobre rendimiento no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sin embargo el mejor tratamiento obtenido fue el que consistió en aplicar 200, 0, y 100 kg/ha de P_2O_5 al momento de la siembra, a los 50 y 78 días después de ésta, respectivamente, con un rendimiento de 29.09 ton/ha, el cual fue un superior al testigo.

El ataque del tizón tardío al cultivo disminuyó el rendimiento fuertemente, enmascarando parcialmente el efecto de los tratamientos bajo estudio, por lo que se considera de desearse repetir el experimento.

LITERATURA CITADA

- nan H.O. y N.C. Brady 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon. Barcelona, España.
- este, L.J. 1977. Química de suelos con un enfoque agrícola C.P. Chapingo, México.
- da, D.J.M. 1983. Química de suelos, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- NAL, 1978. Huachichil G14C44. Cartas de uso potencial, uso de suelos y edafológicas. México, D.F.
- ings, G.H. 1958. Fertilizantes comerciales, sus usos y sus fuentes. Editorial Salvat. Barcelona, España.
- , A. 1976. Abonos guía práctica de la fertilización, sexta edición, Ediciones Mundi-prensa, Madrid, España.
- ía de M.E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. Segunda edición. UNAM. México.
- ía, F.J. 1980. Fertilización agrícola. Editorial Aedos, segunda edición. Barcelona, España.
- is, P.M. 1978. Mineral Nutrition In: Harris P.M. (Ed.) The Potato Crop. London Chapmanand, Hall.
- tieff, V. 1950. El uso eficaz de los fertilizantes. FAO. Estudios Agropecuarios No. 9. Primera edición. Roma, Italia.
- _____, V. y H.J. Page. 1959. El uso eficaz de los fertilizantes. FAO. Estudios Agropecuarios No. 43. Segunda edición, Italia.

- ano, C.J. 1982. Evaluación de diferentes niveles de N, P, K para el cultivo de la papa (Solanum tuberosum, L.) en la región de Derramadero, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- , A.R. 1984. Nueva edafología. Regiones tropicales y templadas de México. Ed. Gaceta, México.
- nz, O.A. y D.N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. Second edition Wiley interscience New York.
- oza, J.J. 1984. Boletín meteorológico de campos experimentales. Los Angeles y Noria de Guadalupe No. 1 UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- z, A.E. 1969. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación de fertilizante fosfatado con diferentes contenidos de CaCO_3 sobre el rendimiento del Bellico. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Memorias IV. Tomo I. México.
- ga, R.M.M. y E. Narro F. 1986. Predicción del requerimiento de fertilizante fosfatado en el cultivo de papa. Reunión sobre investigación y análisis de la problemática de papa. UAAAN, Saltillo, Coah. México.
- ga, T.E. 1970. Notas del curso de química de suelos. Escuela nacional de agricultura, Chapingo, México.
- ___; 1978. Química de suelos. UACH. México.

- iz, F.P. 1983. Efecto de cuatro niveles de vermiculita y cuatro dosis de fertilizante fosfatado sobre el desarrollo y rendimiento de la papa en Navidad, N.L. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- iz, V.B. 1977. Edafología. Ediciones Patena, A.C. Chapingo, México.
- rón, C.E. 1984. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería, Saltillo, Coah. México.
- os, A.R. 1985. Efecto de la perlita y cinco dosis de fósforo sobre el desarrollo del cultivo de papa en un suelo calcáreo. Tesis UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- os, R.L. 1968. Fertilización fosfórica de suelos calcáreos de la región de Navidad, N.L. sobre el desarrollo y producción de tubérculos del cultivo de papa (Solanum tuberosum, L.). Tesis ITESM. Monterrey, N.L. México.
- ard, L.A. (ed). 1962. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México.
- áñez, S.F. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. Primera edición. AGT editos S.A. México, D.F.
- sell, E.J. y E.W. Russell. 1968. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Cuarta edición, Aguilar, Madrid, España.
- ce, W. 1968. Los abonos. Traducido del alemán. Ed. Academia. León, España.

ale, S.L. y W.L. Nelson. 1966. Fertilidad de suelos y ferti-
lizantes. Montaner y Simon. Barcelona, España.

os, M.J.A. 1980. Respuesta del cultivo de la papa a diferen-
tes niveles de N, P, K, en la zona de Navidad, N.L.
Tesis UAAAN, Saltillo, Coah. México.

zco, M.H.A. 1983. Uso y manejo del suelo, estudios de campo
determinaciones físicas y químicas, prácticas de re-
cuperación y mejoramiento, México.

APENDICE

adro A.1 Análisis de varianza practicado al rendimiento total del cultivo de papa.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	5%	1%
tratamiento	9	160.18	17.80	0.754 NS	2.25	3.16	
repeticiones	3	129.94	43.31	1.835			
error	27	637.41	23.61				
total	39	927.53					

= 18.98%

adro A.2 Análisis de varianza de alturas promedio tomadas a los 86 días después de la siembra de papa.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	5%	1%
tratamiento	9	1712.4	190.27	4.77*	2.25	3.16	
repeticiones	3	92.6	30.87	0.77			
error	27	1077.4	39.90				
total	39	2882.4					

= 10.24%

ro A. 3 Alturas medias, datos tomados a los 86 días después de la siembra del cultivo de papa.

tamiento Clave	R E P E T I C I O N E S				TOTAL	\bar{X}
	I	II	III	IV		
3-0-0	66	65	52	65	248	62
1-1-1	73	61	66	60	260	65
1.5-1.5-0	55	60	55	50	220	55
1.5-0-1.5	58	77	80	61	276	69
0-1.5-1.5	55	59	57	57	228	57
0-3-0	56	50	58	60	224	56
1-2-0	78	78	70	70	296	74
2-1-0	76	56	55	57	244	61
2-0-1	50	52	50	56	208	52
0-2-1	70	66	68	60	264	66

ro A. 4 Resumen de medias de la prueba D.M.S.

tamiento Clave	Altura media	Resumen Prueba DMS
1-2-0	74	
1.5-0-1.5	69	
0-2-1	66	
1-1-1	65	
3-0-0	62	
2-1-0	61	
1.5-1.5	57	
0-3-0	56	
1.5-1.5-0	55	
2-0-1	52	