

Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE AGRONOMIA



**ESTUDIO COMPARATIVO DE VARIEDADES
COMERCIALES DE PAPA (*Solanum tuberosum*, L.)
EN VALLES ALTOS DE MEXICO Y FERTILIZACION
CON DIFERENTES FUENTES Y TRATAMIENTOS
BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

JOSE ISABEL GOMEZ GALLARDO

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 1990



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección
Expediente
Número

Mayo 23 de 1959

C. PROFESORES:

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA, DIRECTOR
ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ, ASESOR
ING. JOSE MARIA CHAVEZ ANAYA, ASESOR

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

" ESTUDIO COMPARATIVO DE VARIEDADES COMERCIALES DE PAPA (Solanum tuberosum, L.), EN VALLES ALTOS DE MEXICO Y FERTILIZACION CON DIFERENTES FUENTES Y TRATAMIENTOS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL ".

presentado por el (los) PASANTE (ES) JOSE ISABEL GOMEZ GALLARDO

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

PA
ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

Al contestar, indicar el número de expediente y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección PASANTES
 Expediente ESCOLARIDAD
 Número 0348

Mayo 23 de 1990

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
 DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
JOSE ISABEL GOMEZ GALLARDO

titulada:

" ESTUDIO COMPARATIVO DE VARIEDADES COMERCIALES DE PAPA (*Solanum tuberosum*, L.), EN VALLES ALTOS DE MEXICO Y FERTILIZACION CON DIFERENTES FUENTES Y TRATAMIENTOS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL "

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA

ASESOR

ASESOR

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

ING. JOSE MARIA CHAVEZ ANAYA

srd



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 FACULTAD DE AGRONOMIA

PASANTES
 Sección
 Expediente ESCOLARIDAD
 Número 0348

Mayo 23 de 1990

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
 DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
 JOSE ISABEL GOMEZ GALLARDO

titulada:

" ESTUDIO COMPARATIVO DE VARIEDADES COMERCIALES DE PAPA (*Solanum tu-
 berosum*, L.), EN VALLES ALTOS DE MEXICO Y FERTILIZACION CON DIFE-
 RENTES FUENTES Y TRATAMIENTOS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL ".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ASESOR

ASESOR

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

ING. JOSE MARIA CHAVEZ ANAYA

srd'

Al contestar este oficio citar fecha y número

CONTENIDO

	Pág.
Indice de Cuadros.....	vi
Indice de Figuras.....	viii
Resumen.....	ix
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1. El cultivo de la papa.....	2
2.1.1. Origen.....	2
2.1.2. Importancia.....	2
2.1.3. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.4. Morfología.....	4
2.1.5. Fisiología.....	5
2.1.6. Condiciones ambientales.....	8
2.1.6.1. Luz y Temperatura.....	8
2.1.6.2. Humedad.....	8
2.1.6.3. Suelo.....	8
2.2. Fertilización.....	10
2.2.1. Nitrógeno.....	11
2.2.2. Fósforo.....	12
2.2.3. Potasio.....	14
2.2.4. Calcio.....	15
2.2.5. Magnesio.....	16
2.2.6. Azufre.....	16
2.2.7. Micronutrientes.....	17
2.3. Variedades.....	17
3. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1. Ubicación y características del sitio experimental.....	19
3.2. Materiales.....	22
3.2.1. Material biológico.....	22
3.2.2. Fertilización.....	24

	Pág.
3.3. Métodos.....	24
3.3.1. Tratamientos y diseño experimental.....	24
3.3.2. Preparación del terreno y siembra.....	27
3.3.3. Técnica de cultivo.....	27
3.3.4. Variable estudiada.....	30
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Análisis de varianza y separación de medias.....	31
5. DISCUSION.....	36
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
7. BIBLIOGRAFIA.....	39

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.	
1	Temperaturas máxima, mínima, media y precipitaciones mensuales de 1985 de la estación climatológica más cercana al lugar del experimento.....	20
2	Características fisicoquímicas del suelo donde se estableció el experimento de papa en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México.	22
3	Características agronómicas de las variedades de papa utilizadas (SARH, 1981).....	24
4	Niveles de los factores A = Fertilización y B = Variedades.....	25
5	Fechas de aplicación, productos y dosis que se aplicaron al cultivo de papa en San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.....	29
6	Promedios de rendimiento en kilogramos por parcela útil y rendimientos extrapolados a toneladas por hectárea de los tratamientos del experimento en papa, realizado en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.....	31
7	Análisis de varianza para los promedios de rendimiento de papa en parcela útil, expresados en kilogramos. San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.....	33
8	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de rendimiento en los tratamientos de fertilización aplicados al cultivo de papa en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.....	34

CUADRO

Pág.

9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) para los promedios de rendimiento en las variedades de papa utilizadas en el experimento realizado en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo - 1985..... 35

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1 Datos de temperatura media mensual en °C y precipitación pluvial mensual en mm en relación con algunas etapas fenológicas del cultivo, durante el año de 1985. (Fuente: Depto. de Hidrometría de la SARH. 1985. Estación Climatológica de San Fco. Putla).....	21
2 Distribución de tratamientos en el campo de un experimento bifactorial ubicado bajo un diseño de parcelas divididas en bloques al azar con 4 repeticiones. Parcelas grandes (factor A)=Fertilización; $a_1=100-120-30$, $a_2=100-160-30$ y $a_3=100-200-30$. Parcelas chicas (factor B)=Variedades; $b_1=Alpha$, $b_2=Rosita$, $b_3=Murca$ y $b_4=Atzimba$	26

RESUMEN

La baja diversidad de variedades adecuadas y la fertilidad del suelo, son dos factores que limitan más fuertemente - la producción de papa.

Para disminuir este problema se estableció un experimento en el cual, se compararon cuatro variedades comerciales de papa (Alpha, Rosita, Murca y Atzimba) y tres tratamientos de fertilización (100-120-30; 100-160-30 y 100-200-30).

El trabajo fue establecido durante el ciclo agrícola primavera-verano de 1985 en San Marcos de la Cruz, Calimaya, México y quedó ubicado bajo un diseño de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones.

La respuesta del cultivo a los tratamientos impuestos -- fue evaluada a través del rendimiento de tubérculos.

La variedad Rosita produjo el más alto rendimiento, siguiéndole las variedades Murca y Atzimba, y la variedad Alpha fue la que presentó el rendimiento más bajo debido a la incidencia que tuvo de Tizón tardío (Phytophthora infestans [Mont] De By.).

El tratamiento de fertilización 100-200-30 produjo el -- más alto rendimiento y los tratamientos de fertilización 100-160-30 y 100-120-30 resultaron estadísticamente iguales. A medida que se aumenta el nivel de P_2O_5 se incrementa el rendimiento.

1. INTRODUCCION.

La papa en México se cultiva bajo condiciones de riego y temporal. En la actualidad representa un renglón socioeconómico de importancia. El área que se cultiva se estima en -- 69,000 hectáreas, con una producción total de 916,000 toneladas y un rendimiento promedio de 13.3 ton/ha. (Villarreal, -- 1981a).

Los factores más importantes que limitan la producción -- de papa son: la carencia de semilla con sanidad apropiada para los valles altos o sierras; la baja diversidad de variedades adecuadas, tanto para las zonas de riego como para las -- sierras y, las plagas y enfermedades en algunas zonas del -- país. Como factores económicos podemos citar las fuertes oscilaciones de los precios con frecuente desventaja para el -- productor, la escasez de mano de obra y la falta de crédito -- oficial (Villarreal, 1983).

La fertilidad del suelo es también un factor muy impor-- tante en la producción de este tubérculo, ya que es un cultivo de rápido desarrollo. La fertilidad es el resultado de un abonado racional y de un buen manejo del suelo que incluye -- prácticas culturales, rotación de cultivos y control de la -- erosión (Montaldo, 1984).

Por lo anteriormente expuesto los objetivos de este trabajo son:

1. Comparar la producción de tubérculos de papa (Solanum tuberosum L.) de cuatro variedades.
2. Evaluar el efecto de tres tratamientos de fertiliza-- ción en la producción de tubérculo.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. El cultivo de la papa.

2.1.1. Origen.

De acuerdo con Alsina (1972), el lugar de origen de la papa es la Cordillera de los Andes, en América del Sur.

Vavilov y Tschudi, citados por Fabiani (1972), consideran más preciso poder individualizar dos centros de origen: - uno situado en el Perú Central-Ecuador y otro en el sur de -- Chile.

Wittmarck, citado por Fabiani (1972), cree que el único centro de origen está en los Andes de América Central y que - mucho más tarde el cultivo de papa se extiende a México y Nor teamérica. Este mismo autor señala que unos decenios después de la conquista de Perú y Chile por los españoles, la papa es conducida a la corte de España (1560-1570) y de ahí se difunde a Portugal, la Península Italiana y a todo el resto del -- continente europeo.

2.1.2. Importancia.

La papa en México es considerada como un cultivo potencial por su capacidad de producción en tiempo y por unidad de superficie. Es un cultivo antiguo que se empezó a explotar - en las sierras del eje volcánico bajo condiciones de tempo - ral, y posteriormente se introdujo a las zonas de riego en la región central del país. La papa es uno de los medios principales de vida para los agricultores de las sierras del eje -- volcánico de México. Debido a su nobleza y capacidad de adap tación en áreas marginadas, se ha mantenido hasta la fecha co mo el cultivo de mayor importancia (Villarreal, 1981b).

A partir de que en 1957 se iniciaron en México, el Programa de Producción de Semilla Certificada de Papa y la incorporación de nuevas áreas de riego al cultivo; se ha presentado un cambio significativo y fundamental en las tendencias de los incrementos en los rendimientos, lo que ha impulsado en mayor medida el aumento en la producción a lo largo de los últimos 5 años (Villarreal, 1981b).

Durante el período de 1955-59 se cosechó anualmente un promedio de 41,000 hectáreas, con una producción total de 203,000 toneladas; y un rendimiento medio de 5 toneladas por hectárea. Entre los años de 1975-78, se cosecharon anualmente un promedio de 56,000 hectáreas, con una producción total de 710,000 toneladas y un rendimiento promedio de 12.6 toneladas por hectárea. Estas cifras resultan significativas si se considera que representan incrementos de 37% en superficie, 249% en producción y 152% en rendimiento, en comparación a la situación existente en el quinquenio de 1955 a 1959 (Villarreal, 1981b).

La papa tiene mayor valor nutricional por unidad de superficie cosechada, que muchos otros cultivos; posee proteína balanceada de alta calidad con un alto contenido de lisina (aminoácido básico), contiene cantidades substanciales de vitamina C y tres vitaminas del complejo B: niacina, tiamina y riboflavina. Es de fácil digestibilidad y la pueden consumir desde niños lactantes hasta los ancianos. Además, es palatable, de fácil aceptación para consumo por todas las clases sociales, independientemente de su nivel socio-económico; combina con todos los platillos mexicanos; existen infinidad de recetas para consumirla; y por su fácil digestión, es uno de los cultivos que se están desarrollando más rápidamente en la mayoría de los países (Villarreal, 1983).

2.3.1. Clasificación taxonómica.

Parodi (1972) clasifica a la papa bajo el siguiente esquema:

- Reino..... Vegetal
- División..... Tracheophyta
- Subdivisión..... Spermatophyta
- Clase..... Angiospermae
- Subclase..... Dicotiledoneae
- Orden..... Schrophulariales
- Familia..... Solanaceae
- Género..... Solanum
- Especie..... tuberosum
- Nombre científico..... Solanum tuberosum L.

2.1.4. Morfología.

La papa (Solanum tuberosum L.) es una especie herbácea con raíz axomórfica o pivotante y tallos, tanto aéreos como - subterráneos. Los primeros presentan entrenudos cortos de -- porte más o menos erguido y los segundos originan tubérculos, comestibles de formas diversas, algunos muy alargados y otros prácticamente redondos, a la diversidad de formas se añaden - diferencias en el color de la piel (blanca, amarilla, rosa y - roja). Tales variaciones caracterizan a las variedades. En - el interior, bajo una piel de espesor variable, lisa o rugo- - sa, la carne tiene un color que varía del blanco mate al ama- - rillo oscuro. En su superficie, los tubérculos llevan yemas (u ojos) distribuidos helicoidalmente y sobre todo abundantes en la parte opuesta al punto de inserción sobre el estolón. - Las hojas son compuestas y se distribuyen densamente sobre -- los tallos, con los cuales forman ángulos rectos. Tanto los - tallos como las hojas pueden ser glabros o pubescentes, depen- - diendo de la variedad. Las flores se disponen en inflorescen- - cias cimosas y son blancas, rosadas o violetas, con los pé- -

dúnculos no abruptamente angostados en su inserción con la -- flor. Presentan simetría radiada (actinomorfas) y son hermafroditas. El cáliz es gamosépalo, cinco-dentado, lobulado o hendido. La corola es gamopétala, rotácea, compuesta de cinco piezas y consecuentemente pentalobulada. El androceo se compone de cinco estambres cuyas anteras, a menudo incompletamente desarrolladas, son conniventes alrededor del estilo, biloculares y dehiscentes por poros apicales. El gineceo presenta ovario súpero de placentación axilar, pluriovulado y bilocular; el estilo es simple y, el estigma es muy largo y capitado. El fruto es una baya pluriseminada y las semillas -- son pequeñas, blanquecinas, casi redondas y aplanadas (Parodi, 1972).

2.1.5. Fisiología.

La propagación de la papa se puede hacer con semilla sexual o por medio de tubérculos. La primera se usa en su mayor parte para el mejoramiento del cultivo. En la producción comercial, se siembra el tubérculo-semilla, y la cosecha se efectúa antes de que la papa haya formado frutos en muchos casos (Parsons, 1984).

El tubérculo como material de propagación puede presentar dormancia, la cual, dependiendo de la variedad, oscila entre semanas hasta meses. Este problema se evita mediante el uso de variedades que no la presenten, almacenando los tubérculos-semilla por algún tiempo antes de sembrar y/o aplicando tratamientos con reguladores de crecimiento (Parsons, 1984).

La brotación, el crecimiento, y la tuberización de la papa están bajo la dependencia de sustancias químicas que actúan a dosis muy débiles y que son elaboradas por la propia planta. Si bien estas sustancias no son del todo conocidas,

su existencia no ofrece ninguna duda. Son, en particular, - - transmisibles por injerto y condicionan ampliamente el desarrollo de la planta. Estas sustancias llamadas de tuberización son elaboradas por el follaje y también por el tubérculo, durante el período de almacenamiento que precede a la - - plantación. Desde el momento en que se encuentran en cantidad suficiente en la planta, la tuberización se produce al - mismo tiempo que el crecimiento se retrasa y tiende a detenerse (Darpoux y Debelley, 1969).

La tuberización o formación de tubérculos, es un proceso de almacenamiento de alimentos en un tallo subterráneo modificado para la reproducción vegetativa. El tallo subterráneo empieza a engrosarse en el ápice por la acumulación de nutrientes, especialmente almidón. En este proceso influye el factor genético de la planta así como los cambios de las condiciones climáticas (Parsons, 1984).

Las temperaturas entre 15-20°C junto con días cortos favorecen una tuberización temprana. Esto implica un rendimiento reducido, por lo que los tallos y las hojas no están bien desarrolladas, para la asimilación adecuada. Por otro lado, la tuberización demasiado tardía retrasa la cosecha, pero produce tubérculos más grandes. Por el contrario, a medida que los días se alargan disminuyen las posibilidades de tuberización y el crecimiento de la planta es cada vez más favorecido (Darpoux y Debelley, 1969).

Werner (1954) establece que el estímulo de la tuberización es producido en los tejidos del retoño bajo condiciones de bajas temperaturas, pero no se transloca basipetalmente.

Ohms (1962) señala que los días largos promueven el crecimiento vegetativo y los días cortos estimulan la producción de tubérculos.

Borah y Milthorpe (1959) mencionan que la papa tiene diferentes requerimientos en cuanto a temperatura para diferentes etapas de crecimiento. Lo dividieron en tres periodos de crecimiento:

1. El periodo durante la emergencia y desarrollo temprano de la planta hasta iniciación de los tubérculos: las bajas -- temperaturas en este estado son indeseables en el desarrollo de la planta.
2. El periodo de iniciación del tubérculo y desarrollo temprano de la planta: las altas temperaturas durante este periodo son fundamentales para obtener altos rendimientos.
3. El periodo de elongación rápida del tubérculo y comienzo de maduración: las altas temperaturas durante este periodo produjeron altos rendimientos.

Boldlader (1960) informa que el número de tubérculos disminuye con alta temperatura en la noche. A mayor temperatura nocturna hay más crecimiento sobre el suelo que bajo el suelo, lo que permite que la planta desarrolle más hojas nuevas, ramas y flores. Los estolones también emergen sobre el suelo forman nuevos tallos y hojas resultando un bajo rendimiento de tubérculos y con menor número.

Yamaguchi y Timm (1964) señalan que cuando la papa crece a temperatura elevada y sin aplicación de fósforo, el contenido de fósforo en la papa aumenta. Entre más baja sea la temperatura del suelo, disminuye el crecimiento de la parte epigea de la planta y decrece el contenido de almidón de los tubérculos. La forma de los tubérculos es más uniforme entre los 16-21°C.

Ohms (1962) concluye que temperaturas diurnas sobre 26°C y temperaturas nocturnas mayores a los 23°C, son las que más favorecen el crecimiento de las partes vegetativas.

2.1.6. Condiciones ambientales.

La papa se caracteriza por una extraordinaria capacidad de adaptación a condiciones muy diversas de suelo y clima, únicamente su sensibilidad a las heladas y el desarrollo deficiente de los tubérculos a temperaturas demasiado elevadas limitan, en cierto modo, su cultivo (Méndez, 1982).

2.1.6.1. Luz y temperatura.

Las temperaturas más favorables para el desarrollo de la planta y producción de tubérculos oscilan entre 15-20°C. Así, las principales regiones paperas del mundo se encuentran en zonas templadas, de latitudes intermedias, con una temperatura promedio alrededor de 18°C. Sin embargo, las temperaturas óptimas son afectadas por otros factores, tales como disponibilidad de agua o intensidad de luz (Tocagni, 1980).

La papa se adapta muy bien a climas predominantemente frescos y fríos, sin exceso de humedad. El ambiente fresco es importante para que el desarrollo vegetativo de la planta sea lento y se produzca la formación de un exceso de carbohidratos por sobre las necesidades normales de respiración. Dicho exceso de carbohidratos puede acumularse y dar lugar a la formación de tubérculos (Togcani, 1980).

Bushell, citado por Rojas (1976), encontró que uno de los factores limitantes en el cultivo de la papa es la temperatura, ya que a mayor temperatura, dentro de ciertos límites, existe una mayor tasa respiratoria, aumentando la oxidación de los carbohidratos y disminuyendo el crecimiento total y la tuberización.

Las condiciones más favorables para una máxima producción son aquellas en que la planta inicialmente está sometida a días largos, para desarrollar abundante follaje y, poste-

riormente, a días más cortos, que estimulan la formación de tubérculos a expensas de los carbohidratos acumulados cuando cesa el crecimiento aéreo (Togcani, 1980).

2.1.6.2. Humedad.

La planta de papa necesita una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo es de alrededor de 500mm (Parsons, 1984).

Iritani, citado por Méndez (1982), informa que la escasez de humedad en los primeros estados de desarrollo de la planta pueden originar tubérculos alargados con bajos contenidos de almidón y alto contenido de azúcares reductores, o bien, con rajaduras, o bien, tubérculos vacíos o malformados.

2.1.6.3. Suelo.

La papa puede crecer en casi todos los tipos de suelo, excluyendo los muy húmedos, porque el tubérculo-semilla se pudre (Parsons, 1984).

El suelo ideal para establecer el cultivo de papa debe ser profundo (la profundidad de la capa de tierra cultivable debe ser por lo menos 35 cm, para que las raíces y los tubérculos puedan desarrollarse adecuadamente); bien drenado (debe tener una estructura granulada para ayudar la filtración de agua a las raíces); la humedad debe ser adecuada (un ambiente muy húmedo hace que la papa se pudra, y un ambiente seco detiene el crecimiento); la cantidad de materia orgánica debe ser arriba del 2% como mínimo; la cantidad de sales debe ser baja y el pH debe estar entre 5.5-7.0 (Parsons, 1984).

Los suelos francos son los más adecuados para la producción de papas. La granulación natural es bastante buena, lo

que facilita la preparación de la cama de tubérculo-semilla y la cosecha. Además, estas tierras mantienen una adecuada estructura durante el cultivo (Parsons, 1984).

2.2. Fertilización.

Las papas requieren altos niveles de fertilidad del suelo para una buena producción. Una cosecha que tiene un rendimiento alrededor de 40 toneladas de papa por hectárea, extrae del suelo las siguientes cantidades aproximadas de elementos esenciales:

- 139 kg de Nitrógeno
- 21 kg de Fósforo
- 165 kg de Potasio
- 8 kg de Calcio
- 15 kg de Azufre
- 15 kg de Magnesio y cantidades mínimas de elementos menores o trazas (Parsons, 1984).

Larsequilla (1956) afirma que la papa es uno de los cultivos que más agotan las tierras.

Cervantes y Pérez (1955) realizaron experimentos a lo largo del eje volcánico mexicano a más de 3,000 msnm, y recomendaron de manera preliminar para esa zona la aplicación de 50 kg de N/ha y 130 kg de P_2O_5 /ha para condiciones de temporal.

INIA-CIDAGEM (1981) ha realizado por varios años ensayos de fertilización, para determinar la dosis óptima económica - partiendo del supuesto de que existe un uso inadecuado del fertilizante. Para Calimaya, México se tienen: Rancho La Esperanza 140-160-60; Santa María Nativitas 90-140-60.

2.2.1. Nitrógeno.

El nitrógeno que se encuentra en el suelo puede ser generalmente clasificado como inorgánico y orgánico. La cantidad total mayor se encuentra en gran parte como integrante de los materiales orgánicos complejos del suelo (Tisdale y Nelson, 1982).

De acuerdo con Tisdale y Nelson (1982) la forma más común asimilada por las plantas son los iones de nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+).

Allison, citado por Osasuna (1978), menciona que el nitrógeno es un constituyente esencial de todas las proteínas de las plantas, de la clorofila y de muchas enzimas. El contenido de nitrógeno en las plantas varía según la parte de la planta y la especie. En plantas agrícolas el contenido de nitrógeno generalmente varía de 0.5-5.0%.

El cultivo de papa necesita tener disponible gran parte del nitrógeno en el primer desarrollo para la producción de tallos y hojas (Montaldo, 1984). De acuerdo con Kushizaki, citado por Montaldo (1984), la absorción de N se continúa con el desarrollo de los tubérculos.

Montaldo (1984) dice que la aplicación excesiva de N prolonga el ciclo vegetativo del cultivo de papa.

Smith y Nash, citados por Montaldo (1984), encontraron en el Estado de New York que la aplicación de 60 kg/ha de N en una fórmula completa produce tubérculos maduros más altos en materia seca total que cuando se usan 120 kg/ha.

La falta de N en el fertilizante tiende a reducir la absorción de fósforo y también produce un desarrollo deficiente de las plantas, las que quedan de tamaño reducido, tallos de aspecto fastigiado y una coloración clorótica. El N es defi-

ciente en los suelos arenosos, en los bajos en materia orgánica y en los muy ácidos. Estas anomalías pueden en gran parte corregirse mediante la aplicación de agregados de calcárea y estiércoles, uso de abonos verdes y de abonos comerciales - (Montaldo, 1984).

2.2.2. Fósforo.

Ortega, citado por Méndez (1982), indica que la mayoría de los suelos tienen un contenido que puede variar de 0.03 a 0.22% de fósforo total. Los fosfatos en el suelo se pueden dividir en dos grandes grupos, los orgánicos y los inorgánicos. Los fosfatos inorgánicos se encuentran en el suelo en mayor cantidad en forma de ortofosfatos.

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% hasta inclusive 95% del fósforo total (Black, citado por Méndez 1982).

De acuerdo con Black, Tisdale y Nelson y Ortega, citados por Méndez (1982), existen cinco grupos principales de fosfatos orgánicos en los suelos: a). fosfolípidos, b). ácidos nucleicos, c). fosfatos de inositol, d). fosfatos metabólicos y e). fosfoproteínas.

Los fosfatos inorgánicos en el suelo pueden ser clasificados de acuerdo a su naturaleza física, mineralógica o química o mediante combinaciones de éstas, pero hasta el momento, no se ha llegado a un acuerdo general, sobre una forma única de clasificación (Méndez, 1982).

De acuerdo a Tisdale y Nelson (1982) el fósforo es absor

bido por las plantas principalmente como iones H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} .

Black, citado por Méndez (1982), 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 -- absorban el fósforo directamente de la fase sólida, o de que éstas puedan absorber fosfatos orgánicos de la solución del -- suelo.

Ortiz (1980) informa que el pH de un suelo influye sobre la cantidad de ortofosfatos primarios (H_2PO_4^-) y ortofosfatos secundarios (HPO_4^{2-}), ya que predominan los primarios en suelos ácidos y los ortofosfatos secundarios en suelos que van desde neutros a alcalinos.

De acuerdo a Gargantini y otros, citados por Montaldo -- (1984), la mayor cantidad de fósforo está presente en los tubérculos y después en las hojas y en los tallos. A los 40 -- días la planta de papa ya ha absorbido el 80% del total del -- fósforo; posteriormente se produce la translocación del fósforo de los órganos aéreos y subterráneos hacia los tubérculos. Considerando que el fósforo no es lixiviado y que el cultivo -- lo requiere especialmente en su primer desarrollo, se recomienda que este elemento esté disponible a la planta desde el inicio de su desarrollo.

Méndez (1982) realizó un experimento en la región de Navidad, N.L. estudió el efecto de la interacción de cuatro mejoradores de suelo (vermiculita y perlita a razón de 2 ton/ha y azufre y guano de murciélagos a razón de 1 ton/ha) y tres niveles de fertilización fosfatada (150, 300 y 450 kg de P_2O_5 /ha); encontró que el mejor tratamiento fue la vermiculita al nivel de 450 kg/ha de P_2O_5 . Además pudo observar que con los mejoradores vermiculita y perlita, a medida que se aumenta el nivel de P_2O_5 se incrementa el rendimiento.

La deficiencia en fósforo ocurre en muchos casos; en los suelos pesados, por la fijación, lo cual hace al fósforo inactivo; en los suelos livianos, debido a su natural bajo contenido y en ambos tipos por la extracción efectuada por los cultivos. La falta de fósforo asimilable se refleja en bajos rendimientos y calidad pobre, más que en síntomas en la planta. En el follaje, los bordes de las hojas aparecen color rojo-marrón a marrón-violeta y están curvados hacia arriba (Montaldo, 1984).

En la Estación Experimental de Carillanca, Temuco, Chile citado por Montaldo (1984), se ha comparado por varios años los distintos abonos fosfatados en el cultivo de la papa produciendo rendimientos superiores al testigo sin abonar y positivos a los niveles aplicados. También se ha estudiado por varios años el efecto de la combinación nitrógeno-fósforo sobre el rendimiento en tubérculos en la papa. Con un nivel de 200 kg de fósforo por hectárea, el mayor efecto se obtuvo con 64 kg de nitrógeno por hectárea; con un nivel de 400 kg de fósforo, el mayor efecto se obtuvo con 128 kg de nitrógeno. El efecto de la combinación fósforo-potasio solo se ha hecho sentir en los niveles bajos en potasio. En los niveles más altos, sus efectos han sido negativos.

2.2.3. Potasio.

El potasio es absorbido como ion K^+ . Este elemento tiene gran importancia en el metabolismo de la planta, especialmente en la fotosíntesis y en la translocación de azúcares (Montaldo, 1984).

De acuerdo a Gargantini y otros, citados por Montaldo (1984), entre los órganos vegetativos, las hojas contienen la mayor cantidad de potasio; después están los tallos y las raíces. También señalan que después de los 50 días de ciclo,

cuando aumenta el ritmo de la formación de tubérculos, estos pasan a tener la mayor proporción del potasio.

La carencia de potasio es fácil de reconocer por el aspecto enfermizo y el deficiente desarrollo foliáceo y de los tubérculos. La superficie foliar muestra primero una coloración azul-verdosa entre las nervaduras, y manchas rojo-marrón en los bordes de ellas, que se arrollan hacia abajo. Más tarde se extienden sobre la superficie foliar coloraciones amarillentas o negro-marrón y, a causa de la muerte de los tejidos, las hojas se desprenden prematuramente. Los tubérculos, presentan manchas grises y ennegrecimiento a la cocción (Montaldo, 1984).

2.2.4. Calcio.

El calcio es un elemento requerido por todas las plantas superiores; absorbido bajo la forma de ion Ca^{++} , se encuentra en cantidades abundantes en las hojas de las plantas (Tisdale y Nelson, 1982).

El calcio ayuda a la descomposición de la materia orgánica, provoca la formación de elementos nutritivos que estaban en forma orgánica y previene los efectos tóxicos de otros; además, actúa sobre la formación de los cloroplastos. Sólo se aplica cal en suelos muy ácidos o de deficiente estructura. La deficiencia de calcio, cuando es marcada, provoca la total ausencia de producción de tubérculos. En los casos menos graves aparecen puntos muertos en la zona medular de los tubérculos y un enrollado de las hojuelas (Montaldo, 1984).

La corrección de la deficiencia en calcio se hace mediante aplicaciones de caliza (carbonato de calcio), yeso (sulfato de calcio) y cal dolomítica (carbonato de calcio y carbonato de magnesio), efectuada a lo menos con dos meses de anticipación al cultivo, o si es posible en el cultivo anterior de

la rotación (Montaldo, 1984).

2.2.5. Magnesio.

El magnesio es absorbido por las plantas en forma de ion Mg^{++} . Es el único constituyente mineral de la molécula de clorofila y se haya localizado en su centro. Su carencia impediría a la planta llevar a cabo la fotosíntesis (Tisdale y Nelson, 1982).

Los suelos deficientes en magnesio, por lo general son fuertemente ácidos y están constituidos por arenas gruesas -- (Montaldo, 1984).

De acuerdo con Carolus, citado por Montaldo (1984), la deficiencia en magnesio ha sido asociada, con bajos contenidos de magnesio y calcio y con alto contenido de nitrógeno en las hojas inferiores de la planta de papa. Si tanto el pH -- del suelo como el nivel en magnesio es bajo se recomienda -- aplicar cal dolomítica. Por otra parte, el mismo autor señala que si el pH es alto y el contenido de magnesio es bajo, -- se recomienda aplicar un compuesto soluble de magnesio.

2.2.6. Azufre.

El azufre se absorbe por las raíces de las plantas casi exclusivamente en forma de ion sulfato $SO_4^{=}$. Pequeñas cantidades son absorbidas bajo la forma de dióxido de azufre -- (SO_2) a través de las hojas de las plantas (Tisdale y Nelson, 1982).

Gushcha, citado por Guajardo (1983), señala que la adición de azufre incrementa los contenidos de almidón del tubérculo en 0.3-1.3%.

Aulakh, citado por Guajardo (1983), informa que aplicando azufre se incrementan los contenidos de potasio y zinc en el

tubérculo, pero decrece el contenido de fósforo; los niveles de hierro y manganeso no fueron afectados.

Una deficiencia de azufre retarda el crecimiento de la planta. El azufre se requiere en la síntesis de aminoácidos que contienen azufre, cistina, cisteína y metionina, y para la síntesis de proteína (Tisdale y Nelson, 1982).

2.2.7. Micronutrientes.

Los micronutrientes tales como: boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc y cloro son requeridos por la papa en cantidades menores y por lo general no presentan problemas (Parsons, 1984).

2.3. Variedades.

En el mundo existen gran número de variedades comerciales de papa, aún de diferentes especies. Dichas variedades difieren ampliamente en la forma, tamaño y pigmentación de la piel y pulpa de los tubérculos, disposición de las yemas, hábito de crecimiento, adaptación a temperatura y fotoperíodo, resistencia a plagas y enfermedades, calidad culinaria y composición química, etc. (Romero, 1983).

Actualmente en México se cultivan 16 variedades de papa: Alpha, Furore, Patrones, Kennebec, Northchip, Red Pontiac, White Rose, Atzimba, Greta, Rosita, Tollocan, Murca, Amarilla de Puebla, López, Leona y Criolla del Nevado. Las más importantes son cinco: Alpha, López, Amarilla de Puebla, White Rose y Criolla del Nevado, las cuales cubren un 95% de la superficie total cultivada. Alpha, Furore y Patrones son de origen holandés mientras que Kennebec, Northchip, Red Pontiac y White Rose proceden de Estados Unidos de Norteamérica. Las variedades Atzimba, Greta, Rosita, Tollocan y Murca son varie

dades mejoradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), anteriormente Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Las variedades criollas como Amarilla de Puebla, Criolla del Nevado, Leona y López posiblemente fueron introducidas en la época de la colonia (Fernández, 1975).

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (anteriormente Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), están haciendo desde 1973 pruebas de adaptación y rendimiento con variedades procedentes de Holanda, resistentes al nemátodo dorado de la papa Globodera -- rostochiensis Mulvey y Stone. Se han comportado como prometedoras Amigo, Cardinal, Prevalent y Procura para las regiones del Bajío y Navidad, Nuevo León (Fernández, 1975).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Ubicación y características del sitio experimental.

El presente trabajo se realizó durante el ciclo primavera-verano en el año de 1985, en San Marcos de la Cruz, Municipio de Calimaya, México.

El área de Calimaya está localizada a $19^{\circ}09'03''$ de latitud norte y a los $99^{\circ}37'17''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y presenta una altitud de 2650 msnm (Gobierno del Estado de México, 1976). La distancia del lugar donde se realizó el experimento a la ciudad de Toluca es de aproximadamente 12 km por la carretera Toluca-Metepec-Zoológico de Zacango-San Marcos de la Cruz.

El tipo de clima para esta zona corresponde $C(W_2)(W)b(i)g$ que según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1964), significa: templado subhúmedo con lluvias en verano (Gobierno del Estado de México, 1976).

Los datos meteorológicos durante el año de 1985 se presentan en el Cuadro 1.

En la Figura 1, podemos apreciar la distribución de las temperaturas medias mensuales y la precipitación mensual, observándose que durante el desarrollo del cultivo, junio fue el mes con mayor temperatura media mensual y con más incidencia de lluvia.

Las principales características fisicoquímicas del suelo en que se desarrolló el presente experimento son reportadas en el Cuadro 2, indicándonos que es un suelo ácido, medio en materia orgánica, muy pobre en nitrógeno total, muy rico en fósforo y una textura de arena migajosa.

CUADRO 1. Temperaturas máxima, mínima, media y precipitaciones mensuales de 1985 de la estación climatológica más cercana al lugar del experimento.

MESES	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACION PLUVIAL (mm)
	MAXIMA	MINIMA	MEDIA	
ENERO	18.0	-2.0	8.6	1.3
FEBRERO	18.0	-2.0	8.9	5.5
MARZO	20.5	1.5	10.8	9.2
ABRIL	22.0	2.0	11.2	40.9
MAYO	24.0	3.0	12.8	77.8
JUNIO	20.4	5.0	12.3	218.5
JULIO	18.0	3.5	11.5	176.7
AGOSTO	19.0	4.5	12.2	126.5
SEPTIEMBRE	19.0	2.0	11.8	134.1
OCTUBRE	20.0	1.0	10.7	43.5
NOVIEMBRE	19.5	0.0	9.0	16.1
DICIEMBRE	18.0	0.0	5.8	1.9
ANUAL	24.0	-2.0	10.46	852.00

Fuente: Departamento de Hidrometría de la SARH. 1985.
Estación Climatológica de San Fco. Putla.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTUR

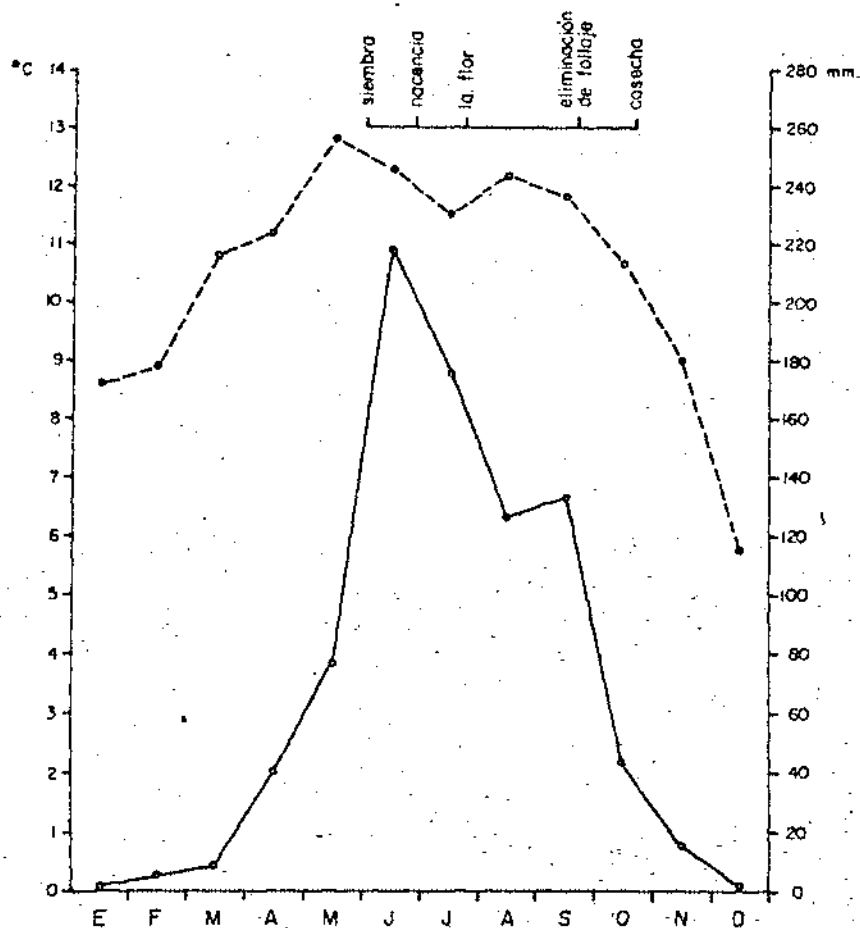


FIGURA 1.- Datos de temperatura media mensual en °C y precipitación pluvial mensual en mm. en relación con algunas etapas fenológicas del cultivo, durante el año de 1985. (Fuente: Depto. de Hidrometría de la SARH, 1985. Estación climatológica de San Francisco Putla).

----- Temperatura media mensual °C
 ————— Precipitación pluvial mensual en mm.

CUADRO 2. Características fisicoquímicas del suelo donde se estableció el experimento de papa en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México.

CARACTERÍSTICA	SUELO	SUBSUELO
1. Profundidad	0-30 cm	30-60 cm
2. pH (1:2.5)	5.5	6.7
3. Materia orgánica (%)	1.78	0.747
4. Nitrógeno total (%)	0.089	0.037
5. Nitratos (ka/ha) (ppm)	23.3	109.7
6. Fósforo (ka/ha) (ppm)	105.4	23.0
7. Potasio (Extraíble) (me/100g)	0.5	0.8
8. Calcio (Extraíble) (me/100g)	4.85	6.62
9. Sodio (Extraíble) (me/100g)	1.8	2.4
10. Magnesio (Extraíble) (me/100g)	2.6	3.5
11. Textura	Arena migajosa	Arena migajosa
12. Conductividad eléctrica en micromhos (Ex. Sat.)	2400.0	2470.0
13. Sodio intercambiable (%)	0.99	0.32
14. Clasificación respecto a salinidad	Normal	Normal

Laboratorios de Suelos, Plantas y Aguas. Comisión Nacional de Fruticultura.

3.2. Materiales.

3.2.1. Material Biológico.

El material biológico del presente trabajo, fue proporcionado por el Programa Nacional de Papa del INIFAP (anteriormente INIA) de México y estuvo constituido por las variedades: Alpha, Rosita, Murca y Atzimba. La variedad Alpha de origen holandés es muy susceptible al ataque del hongo Phytophthora infestans (Mont) De By. Las otras variedades son re-

conocidas como resistentes a dicho patógeno. La genealogía - directa de dicho material se da a continuación (Flores, 1988) y las características agronómicas se presentan en el Cuadro 3.

Progenitores: Paul Kruger x Preferent
 ↓
 ALPHA

Progenitores: 57-AO-10 x 52-AT-1
 ↓
 ROSITA

Progenitores: Furore x Greta
 ↓
 63-HU-30
 ↓
 MURCA

Progenitores: US-133-3 x 52-AT-1
 ↓
 ATZIMBA

CUADRO 3. Características agronómicas de las variedades de pa pa utilizadas (SARH, 1981).

VARIEDAD	CICLO (DIAS)	COLOR DE PIEL Y PULPA	FORMA DEL TUBERCULO	OTRAS CARACTERISTICAS	CONSUMO
Alpha	100	Blanca-crema	Oblonga	Amplia adaptación y aceptación	Fresco e industrial
Rosita	120	Rosada-crema	Redonda	Resistente a Tizón tardío	Fresco
Murca	110	Roja-crema	Redonda	Resistente a Tizón tardío	Fresco
Atzimba	120	Blanca-crema	Oblonga	Resistente a Tizón tardío	Fresco

3.2.2. Fertilización.

Los niveles que se utilizaron en la fertilización fosfatada fueron 120, 160 y 200 kg/ha de P_2O_5 , aplicándose también 100 unidades de nitrógeno y 30 de potasio por hectárea, con cada uno de los niveles de fósforo, quedando los tratamientos de fertilización de la siguiente forma: 100-120-30, 100-160-30 y 100-200-30. La fuente comercial utilizada para el nitrógeno fue el Sulfato de Amonio, para el fósforo el Super Fosfato de Calcio Simple y para el potasio el Cloruro de Potasio.

3.3. Métodos.

3.3.1. Tratamientos y diseño experimental.

El presente trabajo consistió en un experimento bifactorial (A=fertilización, B=variedades) ubicado bajo un diseño de parcelas divididas, en bloques al azar, con 4 repeticiones, aplicando a los datos obtenidos un análisis de varianza y prueba de Duncan, en base a Steel y Torrie (1960). Los factores de variación y sus niveles se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Niveles de los factores A = Fertilización
y B = Variedades.

FACTORES DE VARIACION	NIVELES
FERTILIZACION (A)	$a_1 = 100-120-30$ $a_2 = 100-160-30$ $a_3 = 100-200-30$
VARIETADES (B)	$b_1 = \text{Alpha}$ $b_2 = \text{Rosita}$ $b_3 = \text{Murca}$ $b_4 = \text{Atzimba}$

Los niveles del factor A (fertilización) ocuparon las parcelas grandes y los niveles del factor B (variedades) las parcelas chicas. La variedad Alpha (b_1) se tomó como testigo del factor B; mientras que la fórmula 100-160-30 (a_2) se tomó como testigo del factor A ya que es la recomendada por INIA - CIDAGEM (1982).

La parcela experimental la formaron 3 surcos con una longitud de 7.20 m y una distancia entre surco de 0.90 m, ocupando una área de 19.44 m². De esta área se tomó a la parcela útil con 6.48 m², que corresponde al surco central.

El área total ocupada por el experimento fue de 1274.40 m² (Figura 2).

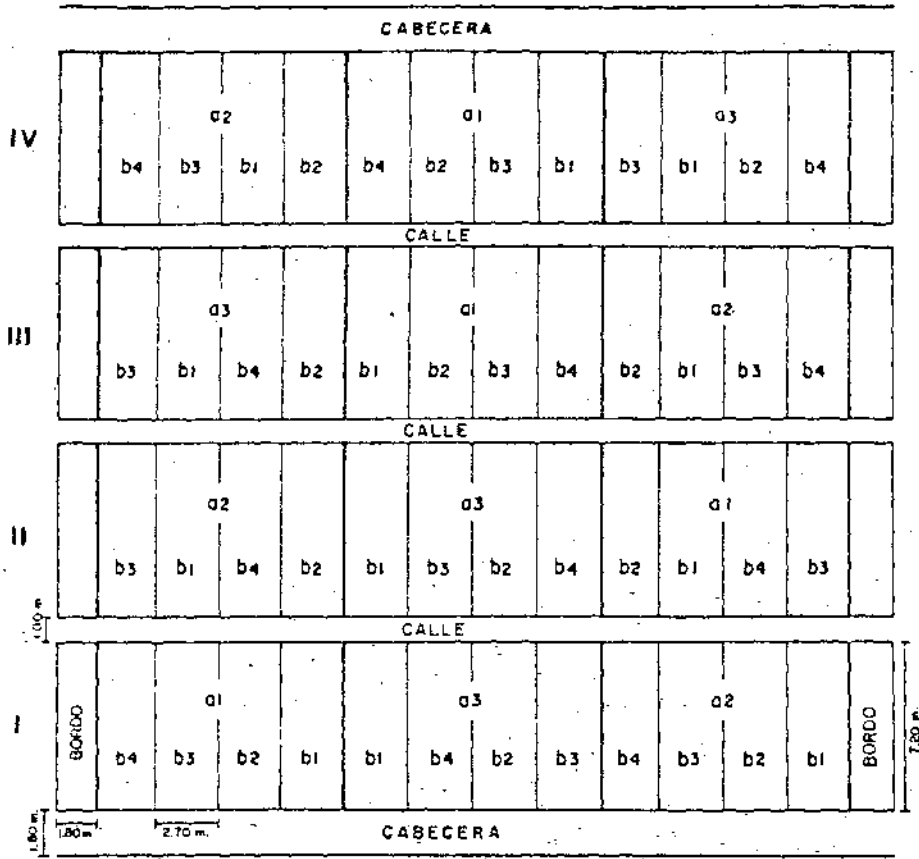


FIGURA 2— Distribución de tratamientos en el campo de un experimento bifactorial ubicado bajo un diseño de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Parcelas grandes (factor A) = Fertilización; a₁ = 100 - 120 - 30, a₂ = 100 - 160 - 30 y a₃ = 100 - 200 - 30. Parcelas chicas (factor B) = Variedades; b₁ = Alpha, b₂ = Rosita, b₃ = Murca y b₄ = Atzimba.

3.3.2. Preparación del terreno y siembra.

El cultivo anterior fue maíz; posteriormente, el 31 de mayo de 1985 se barbechó, rastreó y niveló el terreno dejando se en esas condiciones hasta la siembra.

La siembra se realizó el 2 de junio de 1985; surcando a una profundidad de 25 cm y una distancia entre surcos de 90 cm. La mezcla de los fertilizantes se colocó en el fondo del surco; cubriéndose con una ligera capa de suelo.

El material biológico utilizado se desinfectó con una mezcla de Captan y Tecto, para evitar pudriciones ocasionadas por hongos y para prevenir enfermedades que pudieran atacar el cultivo después de la brotación de los tubérculos.

Los tubérculos-semilla fueron depositados en el fondo del surco, sobre la capa de suelo que cubrió a la mezcla de fertilizante a una distancia de 30 cm entre tubérculos. Inmediatamente se procedió a tapar los tubérculos con azadón.

Cabe mencionar que a la mezcla de fertilizantes se añadió Furadan, con el objeto de controlar plagas del suelo y nematodos que pudieran presentarse en el cultivo.

3.3.3. Técnica de cultivo.

Después de la siembra se procedió a realizar aplicaciones de insecticidas y fungicidas en forma periódica con el fin de controlar y prevenir plagas y enfermedades tales como: catarinita de la papa (Leptinotarsa decemlineata Kroatz), chícharitas (Empoasca kraemeri Ross y Moore, E. solana Delong y E. abrupta G y D.), mosquita blanca (Trialeurodes vaporariorum [Westwood]), pulgón verde (Myzus persicae [Zulzer]), entre otras; así como también tizón tardío (Phytophthora infestans [Mont] De By.) y tizón temprano (Alternaria solani Sor.). Dichas --

aplicaciones se efectuaron con aspersora de mochila. En el Cuadro 5 se presentan las fechas en las cuales se hicieron -- las aplicaciones, los productos utilizados y sus dosis respectivas.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron 2 apor--ques, con el objeto de arrimar tierra a la planta, obtener un buen control de la humedad, proteger los tubérculos contra -- los rayos del sol y eliminar malezas.

Debido a la gran incidencia de malas hierbas hubo necesi--dad de efectuar 3 deshierbes manuales.

Se presentaron problemas con roedores (tuzas), lográndo--se aminorar sus daños capturando algunas de ellas por medio -- de trampas comunes en la región. En lo que respecta a enfer--medades hubo plantas que presentaron síntomas virosos, dichas plantas fueron sacadas del cultivo; la variedad Alpha present--tó incidencia del hongo Tizón tardío (Phytophthora infestans), teniéndose muchos problemas para su control, debido a las con--diciones muy húmedas que se presentaron.

La eliminación del follaje se hizo con hoz el 20 de sep--tiembre de 1985. Práctica que se realiza en el cultivo de pa--pa antes de la cosecha con la finalidad de promover la suberi--zación del tubérculo y así resistir el manejo durante la cose--cha y el transporte.

La cosecha se realizó con yunta 30 días después de haber--se eliminado el follaje, dejándose 3 horas aproximadamente -- los tubérculos a la exposición del sol.

CUADRO 5. Fechas de aplicación, productos y dosis que se aplicaron al cultivo de papa en San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.

FECHAS DE APLICACION	DOSIS DE PRODUCTOS		
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
28-Junio-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	TAMARON	EXTRAVON
4-Julio-85	2 kg/ha	1 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
10-Julio-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	TAMARON	EXTRAVON
16-Julio-85	2 kg/ha	1 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
22-Julio-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	TAMARON	EXTRAVON
28-Julio-85	2 kg/ha	1 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
3-Agosto-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	TAMARON	EXTRAVON
9-Agosto-85	2 kg/ha	1 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
15-Agosto-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
21-Agosto-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
27-Agosto-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
2-Sept.-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua
	MANZATE	THIODAN	EXTRAVON
8-Sept.-85	2 kg/ha	2 l/ha	0.6cc/l agua

3.3.4. Variable estudiada.

La variable que se tomó en cuenta para comparar las variedades de papa y evaluar el efecto de los tratamientos de fertilización fue el rendimiento.

El rendimiento de la parcela útil se obtuvo mediante la recolección y peso de los tubérculos colocados previamente en arpillas.

4. RESULTADOS.

4.1. Análisis de varianza y separación de medias.

Los resultados de los rendimientos obtenidos de la aplicación de los niveles del factor A (fertilización) sobre los niveles del factor B (variedades de papa) bajo las condiciones ecológicas y agronómicas en que se desarrolló el presente experimento se muestran en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Promedios de rendimiento en kilogramos por parcela útil y rendimientos extrapolados a toneladas por hectárea de los tratamientos del experimento en papa realizado en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	RENDIMIENTO	
		kg/parcela útil	ton/ha
a ₁ b ₁	100-120-30 y Alpha	9.625	14.853
a ₁ b ₂	100-120-30 y Rosita	27.063	41.763
a ₁ b ₃	100-120-30 y Murca	22.725	35.069
a ₁ b ₄	100-120-30 y Atzimba	22.625	34.915
a ₂ b ₁	100-160-30 y Alpha	8.338	12.866
a ₂ b ₂	100-160-30 y Rosita	27.588	42.573
a ₂ b ₃	100-160-30 y Murca	23.188	35.783
a ₂ b ₄	100-160-30 y Atzimba	24.463	37.751
a ₃ b ₁	100-200-30 y Alpha	9.900	15.277
a ₃ b ₂	100-200-30 y Rosita	33.275	51.350
a ₃ b ₃	100-200-30 y Murca	28.138	43.422
a ₃ b ₄	100-200-30 y Atzimba	27.663	42.689

$$\bar{X} = 22.049 \text{ kg}$$

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de varianza para los rendimientos en parcela útil, se observa que la prueba de F, detectó diferencia significativa entre las medias de los niveles del factor A (fertilización). En las medias de los niveles del factor B (variedades), dicha prueba presenta una diferencia altamente significativa y en lo referente a la interacción Ax B (fertilización x variedades) la prueba de F no detectó diferencia significativa. En cuanto a la confiabilidad de la información de este experimento, se puede decir que es aceptable, puesto que los coeficientes de variación fueron C.V. (a) = 9.328% y C.V. (b) = 13.693%.

Dado que la prueba de F detectó diferencias significativas entre las medias de los niveles de los factores A y B se procedió a la separación de éstas mediante la prueba de Duncan al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

El Cuadro 8 muestra los resultados de la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), donde se aprecia que la media del nivel a_3 (100-200-30) fue la más alta y las medias de los niveles a_2 (100-160-30) y a_1 (100-120-30) son estadísticamente iguales. En el mismo Cuadro puede observarse que a medida que se aumenta el nivel de P_2O_5 , se incrementa el rendimiento.

En el Cuadro 9 se observan los resultados de la Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$), donde se aprecia que la variedad Rosita fue la que presentó la media de rendimiento por parcela útil más alta, siguiéndole las variedades Murca y Atzimba y la variedad Alpha fue la que produjo la media con valor más bajo.

CUADRO 7. Análisis de varianza para los promedios de rendimiento de papa en parcela útil, expresados en kilogramos. San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. - Ciclo 1985.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FO.05	FO.01
Bloques	3	7.955				
Fertilización(A)	2	175.468	87.734	5.185*	5.140	10.920
Error(a)	6	101.523	16.921			
Parcelas Grandes	11	284.946				
Variedades (B)	3	2768.604	922.868	101.236**	2.960	4.600
Interacción(AxB)	6	49.062	8.177	0.897 ^{N.S.}	2.460	3.560
Error(b)	27	246.130	9.116			
Total	47	3348.742				

C.V. (a) = 9.328%

\bar{X} = 22.049 kg

C.V. (b) = 13.693%

N.S. = No significativa

* = Significativa al 0.05 de probabilidad

** = Significativa al 0.01 de probabilidad

CUADRO 8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de rendimiento en los tratamientos de fertilización aplicados al cultivo de papa en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.

FERTILIZACION(A)	RENDIMIENTO kg/parcela útil
$a_3 = 100-200-30$	24.744 a
$a_2 = 100-160-30$	20.894 b
$a_1 = 100-120-30$	20.509 b
C.V. (a) = 9.328%	$\bar{X} = 22.049$ kg

NOTA: Las medias con la misma literal son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad; de acuerdo a la prueba de significancia de Duncan.

CUADRO 9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) para los promedios de rendimiento en las variedades de papa utilizadas en el experimento realizado en la región de San Marcos de la Cruz, Calimaya, México. Ciclo 1985.

VARIETADES (B)	RENDIMIENTO kg/parcela útil
b_2 = Rosita	29.308 a
b_3 = Murca	24.917 b
b_4 = Atzimba	24.683 b
b_1 = Alpha	9.287 c

C.V. (b) = 13.693%

$\bar{X} = 22.049$ kg

NOTA: Las medias con la misma literal son estadísticamente -- iguales al 0.01 de probabilidad; de acuerdo a la prueba de significancia de Duncan.

5. DISCUSION.

Las medias de los tratamientos de fertilización, presentaron diferencia significativa, podemos decir que el nivel de fertilización 100-120-30, comparado con el tratamiento 100-160-30 presenta una disminución en el rendimiento de 1.843%; por otro lado el tratamiento 100-200-30 muestra un aumento en el rendimiento de 18.426% en comparación con el nivel 100-160-30; de esto podemos deducir que a medida que se aumenta el nivel de P_2O_5 se incrementa el rendimiento. Resultados similares fueron obtenidos por INIA-CIDAGEM (1981), al realizar por varios años ensayos de fertilización para determinar la dosis óptima económica. Méndez (1982) también menciona en su trabajo experimental realizado en la región de Navidad, N.L., que con los mejoradores de suelo Vermiculita y Perlita a medida que se aumenta el nivel de P_2O_5 se incrementa el rendimiento. Cervantes y Pérez (1955) realizaron experimentos a lo largo del eje volcánico a más de 3000 msnm, encontrando que la papa respondió a las aplicaciones de los fertilizantes. Cásseres (1966) también menciona que la papa es un cultivo que requiere elementos nutritivos en abundancia, para obtener buenos rendimientos.

En cuanto a la interacción; niveles de fertilidad x variedades, la no diferencia significativa se debió a que los tratamientos de fertilización, se comportan de manera similar en las variedades utilizadas.

Las variedades Rosita, Murca y Atzimba, presentaron rendimientos superiores a la variedad Alpha, debido a la resistencia que presentan éstas al hongo (Phytophthora infestans). Dicho hongo se presentó en la variedad Alpha y no pudo ser controlado debido a que únicamente se hicieron aplicaciones de fungicida preventivo (Manzate 200); además, las condiciones durante el desarrollo del cultivo, fueron muy húmedas, fa

voreciendo la proliferación del hongo. Por otro lado, y no obstante que las variedades Rosita, Murca y Atzimba resultaron más productivas que la variedad Alpha, su aceptación en el mercado del Distrito Federal (Central de Abasto) es pobre. En cambio la variedad Alpha es la más comercial en dicho mercado.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a las condiciones que se presentaron durante el desarrollo del experimento, se concluye lo siguiente:

1. El tratamiento de fertilización 100-200-30 presentó el más alto rendimiento.
2. Los rendimientos del cultivo en respuesta a los niveles de fertilización fueron en forma ascendente.
3. Los niveles de fertilización se comportan de manera similar en las variedades de papa utilizadas.
4. La variedad más productiva fue la Rosita, pero no tiene muy buena aceptación en el mercado.
5. La variedad Alpha fue la que presentó el más bajo rendimiento, por la susceptibilidad que tiene al hongo Phytophthora infestans.

Por otro lado se recomienda:

1. Probar la eficiencia en la producción que pudiera existir en la interacción del nitrógeno y fósforo.
2. Al establecer un cultivo de papa se debe tener presente la susceptibilidad o resistencia que tiene el material biológico a las enfermedades, principalmente al Tizón tardío (Phytophthora infestans), para aplicar los pesticidas adecuados en las fechas más convenientes y así tener un cultivo lo más sano posible.
3. Antes de producir papas, el agricultor necesita observar los requisitos y características de la papa, con el fin de escoger un sistema adecuado de producción según las condiciones de la región.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Alsina, G.L. 1972. Horticultura Especial. Editorial Sintés, - S.A. Barcelona, España.
- Boldlader, K.B.A. 1960. The Influence of Temperature on the - Development of Potato. Inst. Voov. Biologisch on Schekun din Onder Zoek Var. Landbow, Worgeningen. 112:69-83.
- Borah, M.M. and F.L. Milthorpe. 1959. The Growth of the Pota- to as Influenced by Temperature. Indian Jour. Plant Phy- siol. 5:53-72.
- Cásseres, E. 1966. Producción de Hortalizas. Instituto Inter- americano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú.
- Cervantes, J. y C.G. Pérez. 1955. Fertilización de la Papa de Temporal en las Sierras. Agricultura Técnica en México. No. 2:20-21, 48.
- Darpoux, R. y M. Debelley. 1969. Plantas de Escarda. Edicio- nes Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Fabiáni, L. 1972. La Papa. Editorial AEDOS. Barcelona, Espa- ña.
- Fernández, B.J. 1975. Producción y Certificación de Semilla - de Papa en México. Servicio Nacional de Inspección y Cer- tificación de Semillas. S.A.G. Dirección General de Agri- cultura.
- Flores, G.F.X. 1988. Comunicación Personal. Programa Nacional de Papa. INIFAP. Metepec, México.
- Gobierno del Estado de México. 1976. Panorámica Socio-económi- ca en 1975. Toluca, Estado de México.

- Guajardo, G.H.F. 1983. Efecto de la Aplicación de Estiércol - Fermentado, Cal y Azufre en el Rendimiento de la Papa -- (Solanum tuberosum L.) Cultivada en Suelo Calcareo. TESIS PROFESIONAL. ITESM. DCAM. México.
- INIA-CIDAGEM. 1981. Informe de Actividades del Programa de Papa. SARH. SEDAGRO, Metepec, México.
- INIA-CIDAGEM. 1982. Aspecto Práctico sobre el Cultivo de Papa en el Estado de México. Programa de Papa. Metepec, México.
- Larsequilla, L. 1956. Cultivo de la Papa y la Importancia de su Fertilización. Méx. Agr. 3(34):10-12.
- Méndez, G.V. 1982. Efecto de Mejoradoras y Dosis de Fertilización Fosfatada en el Desarrollo del Cultivo de la Papa - en un suelo con pH Alcalino. Tesis M.C. Nivel Postgrado Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista Saltillo, Coahuila.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la Papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. -- San José, Costa Rica.
- Ohms, R.E. 1962. Producing the Idaho Potato. Idaho Agr. Ex. - Service Bull. 367.
- Ortiz, V.B. 1980. Fertilidad de Suelos. Colegio de Postgraduados Chapíngo, México.
- Osasuna, Q.R. 1978. Efecto de Dos Fuentes de Nitrógeno en el Rendimiento Húmedo de Tubérculos, del Cultivo de Papa -- (Solanum tuberosum L.). TESIS PROFESIONAL. ENA. Chapíngo, México.

- Parodi, L.R. 1972. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería. Vol. I: Descripción de las Plantas Cultivadas, 2a. Edición. Editorial ACME. Buenos Aires, Argentina.
- Parsons, D.B. 1984. Manuales para la Educación Agropecuaria: Papas. Editorial TRILLAS. México.
- Rojas, S.J.G. 1976. Efecto del Tamaño y Número de Brotes del Tubérculo-Semilla en el Rendimiento y otros Caracteres de la Papa (Solanum tuberosum L.). TESIS M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Romero, G.M.G. 1983. Efecto de Tres Fitorreguladores de Crecimiento en el Cultivo de Papa (Solanum tuberosum L.). Bajo Condiciones de la Zona Agrícola del Bajío/Mont., N.L. TESIS PROFESIONAL. ITESM. DCAM. México.
- SARH. 1981. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental Valle de México. INIA: CIAMEC. CAEVAMEX. Chapingo, México.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. New York-Toronto, London.
- Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1982. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Editorial UTEHA, S.A. México.
- Tocagni, H. 1980. Producción de Papas. Editorial ALBATROS. Buenos Aires, Argentina.
- Villarreal, G.M.J. 1981a. Veinte Años de Investigación en Papa. Memorias del Simposio Nacional. Toluca, México.
- Villarreal, G.M.J. 1981b. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Area de Influencia del CAEVAMEX: - Papa. SARH-INIA. Chapingo, México. Publicación Especial No. 1.

Villarreal, G.M.J. 1983. NOTICIAMEC: Conozca más sobre Papa. SARH-INIA. Chapingo, México. 2(5).

Werner, H.O. 1954. Anamalous tuberization of Solanum tuberosum L. Amer. Potato Jour. 31:375.

Yamaguchi, M.H. and A.S. Timm. 1964. Effects of Soil Temperature on Growth and Nutrition of Potato Plant and Tuberization Composition and Periderm Structure of Tubers. - - Amer. Soc. Hort. Sci. 84:412-422.