

# Universidad de Guadalajara

Escuela de Agricultura



Relación Entre la Densidad de Siembra y  
la Producción de la Papa Hibrida en Tres  
Categorías, en el Estado de México.

T é s i s

Que para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo

Presenta:

J. Jesús Gómez González

Guadalajara, Jalisco. 1978

## AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a los Dres. Antonio Turrent F. y Víctor Volke por la asesoría y sugerencias, hechas para el buen desarrollo de este trabajo.

Al Ing. y M.C. Mario Alberto Tornero Campante y al Ing. Fernando Narváez López por su invaluable ayuda en la realización del presente trabajo.

A los Ings. Rafael Ortiz Monasterio, Bonifacio Zarazúa C. y Antonio Alvarez González, Director y Asesores de Tesis.

A la Universidad de Guadalajara.

A la Escuela de Agricultura.

Al Centro de Investigaciones para el Desarrollo Agrícola y Ganadero del Estado de México de cuyo Programa de Investigación se obtuvieron los datos de campo que contiene este trabajo.

## A MI MADRE

Por su confianza y apoyo en  
la formación de mi vida.

## INDICE

	Pág.
I.—INTRODUCCION .....	12
II.—REVISION DE LITERATURA .....	15
III.—DESCRIPCION DE LA ZONA .....	25
3.1 Hidrografía .....	26
3.2 Vegetación .....	26
3.3 Clima .....	27
3.4 Suelos .....	29
3.4.1 Suelos con piso arcilloso .....	30
3.4.2 Suelos ricos en materiales amorfos .....	30
3.4.3 Suelos Aluviales .....	31
3.5 Sistema de Producción .....	32
3.5.1 Agricultura de riego .....	32
3.5.2 Agricultura de punta de riego .....	32
3.5.3 Agricultura de humedad residual .....	33
3.5.4 Agricultura de temporal .....	33
3.6 Tecnología local de producción .....	34
3.6.1 Preparación del terreno .....	34
3.6.2 Fecha de siembra .....	34
3.6.3 Semilla utilizada .....	35
3.6.4 Método y densidad de siembra .....	35
3.6.5 Fertilización .....	36
3.6.6 Labores culturales .....	36
3.6.7 Control de plagas y enfermedades .....	36
3.6.8 Cosecha .....	37
3.6.9 Comercialización .....	37
IV.—OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS ...	38
V.—MATERIALES Y METODOS .....	39

5.1	Trabajo de campo .....	39
5.1.1	Localización de los sitios experimen- tales .....	39
5.1.2	Diseño experimental, espacios de exploración .....	40
5.1.3	Preparación del terreno .....	40
5.1.4	Siembra y fertilización de los experimentos .....	40
5.1.5	Observaciones .....	41
5.1.6	Plagas y enfermedades .....	41
5.1.7	Cosecha .....	41
5.2	Análisis estadístico .....	42
5.3	Análisis económico .....	42
VI.—RESULTADOS Y DISCUSION .....		43
6.1	Respuesta promedio a los tratamientos estu- diados .....	46
6.2	Respuesta promedio a las 3 categorías del estudio .....	46
6.3	Observaciones de las interacciones signifi- cantes .....	46
6.4	Análisis económico .....	50
VII.—CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		56
VIII.—RESUMEN .....		57 ✓
IX.—BIBLIOGRAFIA .....		59

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pág.
1. Superficie, Producción, Consumo Nacional, Rendimiento, Precio Medio Rural, Importación y Exportación Nacional de 1967 a 1974 y Demanda esperada de Papa en 1980.....	18
2. Descripción climática en inmediaciones de Toluca, Stgo., Tianquistenco, San Antonio Buenavista y San Francisco Oxototilpan, Edo., de México, 1976 .....	28
3. Análisis de varianza para cada uno de los sitios experimentales .....	44
4. Análisis de varianza para la variable rendimiento de papa .....	45
5. Rendimiento "promedio" de los tres tratamientos estudiados divididos en tres categorías, 1978	47
6. Rendimiento "promedio" de cada sitio experimental divididos en las tres categorías estudiadas, 1978 .....	48
7. Costo variable global en \$/ha. para cada uno de los tratamientos en estudio, 1978 .....	53
8. Respuesta "promedio" en términos de rendimiento e ingreso de 3 tratamientos de densidad de población .....	54-A
9. Respuesta "promedio" en términos de rendimiento e ingreso de 3 categorías de papa, 1978..	54-B

10. Respuesta "promedio" en términos de rendimiento e ingreso a 3 tratamientos de densidad de población .....54-A
11. Costo variable global para el insumo "semilla" de papa Var. "Rosita", (Mil Tubérculos) Junio 1978 ..... 54

## INDICE DE FIGURAS

Fig. No.		Pág.
1	Ubicación de los sitios experimentales en el área de estudio .....	39-A
2	Rendimiento "promedio" en ton./ha. de papa en 6 sitios experimentales de 3 tratamientos de densidad de población en la zona de estudio. 1978...	53
3	Rendimiento promedio en ton./ha. de papa dividida en 3 categorías en 6 sitios experimentales. 1978 .....	47
4	Rendimiento promedio en ton./ha. de 3 tratamientos de densidad de población dividido en 3 categorías. 1978 Interacción Trat*Cat.....	48
5	Rendimiento promedio en ton./ha. de papa de 6 experimentos dividida en 3 categorías. 1978 Interacción Exp. * Cat. ....	49



## I.—INTRODUCCION

La crisis mundial de alimentos es un problema no excluyente para México. Muchos son los factores materiales, naturales y humanos que han incidido en la baja producción agrícola nacional; la falta y deficiencia de distribución de fertilizantes, pesticidas y semillas mejoradas. Suelos nutrimentalmente pobres, erosionados, factores climatológicos adversos como las lluvias tardías o casi nulas y las heladas tempranas, carencia de cantidad y calidad de investigadores y extensionistas agrícolas, falta de crédito refaccionario al campesino, duplicidad de esfuerzos institucionales y una política demográfica desvinculada del ritmo de la producción en el agro, son factores que han limitado la producción agrícola, especialmente en las zonas áridas.

De los 16 millones de hectáreas, actualmente bajo cultivo, solo 4 millones tienen riego y en el 60% de las regiones temporeras, las lluvias son tardías y las heladas tempranas, lo cual es explicable si se considera que México está situado en la zona del trópico de Cáncer mismo que atraviesa el desierto del Sahara (16).

Aunados a los factores anteriores, se encuentran diversas fallas técnicas humanas. Únicamente el 12% de la superficie Agrícola Nacional cuenta con asesoramiento, generalmente derivado de la experiencia del extensionista, no fundado en datos experimentales, debido a la falta de ellos o muchas de las veces a la falta de comunicación entre el investigador y el extensionista.

En México conservadoramente se calcula que llegan un millón y medio de nuevos ciudadanos por año, la mitad de los cuales va a vivir y a desarrollarse en el campo, para agravar aún más la falta de tierra y de productos alimen-

ticios. (16) La falta de oportunidad en el campo, a su vez, obliga al campesino a emigrar hacia las zonas urbanas en busca de mejores medios de vida, trayendo como consecuencia que se acentúen los problemas de hambre y desocupación en las grandes ciudades.

El campesino no abandona la tierra, es el campo quien lo expulsa. La aridez, la falta de recursos y de tecnificación; y sobre todo la FE perdida del campesino a causa de tantos y repetidos engaños de que ha sido víctima a través de los años, son las razones aunadas a otras circunstancias, que han originado una producción agrícola insuficiente.

La unificación de los esfuerzos de la banca en un solo órgano oficial, los intentos de organización de ejidos colectivos, el auge actual de la educación agrícola, "La expansión de Centros de Investigación", la instalación de precios de garantía y los intentos de zonificar ecológicamente al país, diversificando cultivos más productivos que el maíz; son entre otras muchas situaciones lo que nos hace abrigar la certidumbre de lograr la autosuficiencia de alimentos.

El cultivo de la Papa (*Solanum spp.*) ocupa el cuarto lugar en importancia para el hombre entre las plantas alimenticias (después del arroz, maíz y trigo) figurando en la dieta de más de 100 países y es la planta que se siembra en mayor extensión entre los cultivos que se reproducen vegetativamente (18).

La producción de papa en México ha ido aumentando anualmente a razón de casi 7% durante los últimos 20 años. En 1940 por ejemplo, la producción total ascendió solamente a 70, 819 toneladas mientras que en 1959 había aumentado hasta la cifra de 250,070 toneladas y en 1968 la producción llegó a 475, 700 toneladas. Estos datos indican la importancia creciente del cultivo de la papa en nuestro país.

Aún así el rendimiento medio nacional es sumamente bajo comparado con el obtenido en otros países. En esto influye grandemente que el 53% de la superficie sembrada con este cultivo esté situada en serranías, por lo que las condiciones en que se desarrolla el cultivo son deplorables.

A pesar de estas condiciones desfavorables es de esperarse que próximamente los rendimientos en papa aumenten sensiblemente al ponerse en práctica las nuevas técnicas de cultivo, producto de la investigación agrícola en México (13).

El Estado de México aporta el 9.0% de la producción Nacional (16) generada en una superficie de 4,100 hectáreas, la mayor parte de ellas en condiciones de temporal en la zona del "Valle de Toluca". Sin embargo la entidad cuenta con mayor superficie edáfica y climatológicamente adecuada para un buen desarrollo de la papa, que mediante una buena orientación técnica, permitirá su incorporación a la explotación de este cultivo, principalmente en aquellas áreas donde el maíz y otros cereales no encuentren el habitat favorable para producir rendimientos atractivos.

En virtud de la importancia que ha ido cobrando en los últimos años el cultivo de la papa en el Panorama Nacional y Mundial y dado que para la región donde se localizaron y realizaron los trabajos que más adelante describiremos, no se tiene una recomendación específica y precisa respecto a las densidades de población a emplear en este cultivo, se motivó el presente trabajo que consiste en la instalación de seis ensayos de productividad en el cultivo de la papa, manejando como variable la densidad de población.

## II.—REVISION DE LITERATURA

### GENERALIDADES SOBRE LA PLANTA DE PAPA.

El nombre botánico *Solanum tuberosum* fue aceptado y empleado por primera vez en 1956 por el botánico suizo Gaspar Bahuhin.

Las dos especies de papa que más se cultivan se reconocen como *Solanum tuberosum* L. y *Solanum andigenum* (Juz et Buk). La primera incluye las variedades comunes de Europa, Norteamérica y Chile y la segunda incluye ciertas variedades nativas de las regiones paperas de los Andes en la región ecuatorial.

### CLASIFICACION BOTANICA

Gran Reino .....	Organizado
Subreino .....	Vegetal
Tipo .....	Embriófitas
Subreino .....	Angiospermas
Clase .....	Dicotiledoneas
Subclase .....	Gamopetalas .....
Orden .....	Superovaricas
Familia .....	Tubifloras
Genero .....	Solanaceas
Especie .....	Solanum
Nombre Vulgar .....	Tuberosum L.
	Papa o patata

Es una planta herbácea, anual, perenne debido a su capacidad para reproducirse vegetativamente por medio de sus tubérculos, de tamaño variable según la variedad y la influencia del medio ambiente (7).

Entre los 10 principales cultivos alimenticios, ocupa el

primer lugar en la producción de calorías diarias por unidad de superficie cosechada; y ocupa el segundo lugar (después de la soya) en la producción proteica por unidad de superficie.

Este cultivo es superior a los cereales en producción diaria de calorías y proteínas por unidad de superficie y se puede considerar como una excelente fuente de vitamina "C" y del grupo vitamínico "B", pero por desgracia no es incluido con la frecuencia deseada en la alimentación del mexicano debido principalmente a sus costumbres alimentarias y al alto precio al consumidor, lo cual está relacionado con la baja producción (18).

En la actualidad debido a la gran demanda de alimentos a nivel mundial, que ahora se abate a causa del aumento desproporcional de la población con respecto a la producción de alimentos, los fitomejoradores están trabajando con el cultivo de la "papa" para encontrar nuevas variedades, que sean rendidoras, de mayor calidad, resistentes a las plagas y enfermedades y que respondan a técnicas modernas de cultivo.

El cultivo de la papa para México, y en general para la mayoría de los países con elevados medios poblacionales y en vías de desarrollo, involucra una fundamental importancia, por sus particulares características de producir altos rendimientos por unidad de superficie y por las diversas transformaciones industriales, tales como el alcohol, el almidón, la glucosa y el ácido láctico que se pueden generar a partir de su tubérculo; características éstas que coadyuvan a resolver "en parte", el complejo problema de la alimentación y ocupación de un país.

La papa no representa un alimento completo, pero se considera como un excelente complemento dietético. Al análisis químico reporta: (16) que el tubérculo contiene en promedio 2% de materias nitrogenadas; 16.5% de almidones; 1.6% de celulosa; 1.2% de materias orgánicas; 7% de agua y 1.7% de otras materias.

En el cuadro No. 1, se muestran las estadísticas nacio-

nales sobre este cultivo, que amparan las consideraciones anteriores.

El año de 1969 representó el punto de máxima superficie sembrada con este cultivo en el país, y también el año en que se obtuvo la mayor producción total y por hectáreas. Sin embargo, la falta de un precio de garantía y la poca absorción de la gran oferta, por parte de las Industrias Manufactureras dejaron la producción a merced de las fluctuaciones de la oferta y la demanda; consecuentemente, el valor del producto se abatió, a tal grado de que en muchos casos, la producción se perdió por lo incosteable de la cosecha.

Estas experiencias llevaron al agricultor minifundista; que no vé compensadas las bajas en los precios, por la reducida superficie que cultiva, a abandonar la explotación de este cultivo.

La explotación de la papa actualmente se efectúa en 23 Estados de la República. Destacan entre éstos por la superficie cultivada y la producción obtenida, los Estados de: Puebla, Veracruz, Guanajuato, Chihuahua, Michoacán, Sinaloa, México y Nuevo León.

CUADRO No. 1

SUPERFICIE, PRODUCCION, CONSUMO NACIONAL, RENDIMIENTO, PRECIO MEDIO RURAL, IMPORTACION Y EXPORTACION NACIONAL DE 1967 A 1974 Y DEMANDA ESPERADA DE PAPA EN 1980.

CONCEPTO	1967	1968	1969	1970	1971	1974	1980	Incremento de 67 a 74
Superficie cosechada en miles de hectáreas (2)	41	42	55	48	40	54		31.7%
Producción de toneladas (2)	398842	475147	714912	508092	441776	650000		62.9%
Consumo Nacional en toneladas (3)				511428	483822	656920**	817000	
Rendimiento en Kg. por hectárea (2)	9801	9797	12960	10546	11063	12037		22.8%
Precio medio rural en pesos por tonelada (2)	830.00	860.00	111.00	970.00	1030.00	1480.00		78.3%
Importación en toneladas* (3)				3337	4784	6966**		
Exportación en toneladas (3)				1	25	58**		

NOTAS: \* Las importaciones han sido principalmente de "semilla".

\*\* Datos estimados.

- FUENTES:
- 1 Secretaría de Industria y Comercio, Agenda Estadística 1975, Dirección General de Estadística México, D. F.
  - 2 Secretaría de Industria y Comercio, Revista de Estadística, Abril - Mayo - Junio. Dirección General de Estadística México — 1974.
  - 3 Plan Agrícola Nacional, SAG. parte 11 Agosto, 1975.

A continuación se presentan algunos trabajos experimentales donde la densidad de población interviene como factor de variación:

MOSLEY A.R. Del Departamento de Horticultura del Estado de Ohio en los E.E. U.U.; (12) En un estudio con un diseño de parcelas divididas con dos poblaciones de semillas, tres profundidades de plantación y tres tipos de semilla en una combinación factorial; los tratamientos específicos eran: 1) Espaciamiento de 6.1 (15.25 cms.) y 12.2 (30.5 de cms.) pulgadas 2) Profundidades de plantación de 2, 4, y 6 pulgadas; (5, 10 y 15 cms., respectivamente); tres tipos de semilla: cortada y no tratada, cortada y tratada con 10% de polvo de captan y tubérculos enteros no tratados; encontró los siguientes resultados:

Diferencias en rendimientos a causa de la colocación espacial de las semillas no fueron significativas estadísticamente.

Esta falta de significancia fué debido en gran parte al hecho de que el espaciamiento fué utilizado como parcela mayor y los grados de libertad eran solo 1 y 3, requiriendo un valor de F de 10.15 para la significancia al nivel de probabilidad de 5%. Estudios anteriores generalmente han mostrado aumentos altamente significantes de rendimiento con el espaciamiento más cerca de semillas, es decir aumentando la población por unidad de superficie. Así mismo se encontró que el verdeado de los tubérculos fué reducido bastante a causa del espaciamiento más cerca, y el tamaño promedio de los tubérculos disminuyó. Los efectos de la acción recíproca entre los tratamientos —espaciamiento— profundidad y tipo de semilla— sobre el rendimiento, no eran estadísticamente importantes, en la mayoría de los casos y debido a la falta general de esta acción entre los tratamientos aparece que los efectos espaciales sobre el rendimiento y la calidad (tamaño) del tubérculo son algo independientes de la profundidad de plantación y del tipo de semilla

ALLEN E. J. (1) Con 2 experimentos llevados a cabo en 1969 y 1970 en la Universidad de Cambridge; donde los tratamientos eran todas combinaciones de 3 variedades: Ma-



jestic, Up to date y King Edward; tres relaciones espaciales dentro de los surcos: 7.6, 15.2 y 30.5 cms. dos tamaños de semilla 45-60 y 90-120 grs. y dos anchuras de surco o fila de 68.6 y 137.2 cms. obtuvo los siguientes resultados:

No hubo diferencias significativas entre los dos tamaños de semilla utilizados, ni interacciones recíprocas con los otros tratamientos por lo tanto los resultados están presentados como promedio de los dos tamaños de semilla.

El uso de los surcos anchos redujo la población de los tallos, tanto como el número y rendimiento de los tubérculos pequeños.

En 1969 los surcos anchos redujeron el número de tubérculos de tamaño comercial (>3.81 a 5.08 cms.) en todos los diferentes tamaños de espacio dentro de los surcos. En 1970 el efecto de la anchura de los surcos sobre los tubérculos grandes (>de 6.08 cms.) y comerciales fué menos claro, pero se nota que los rendimientos de los tubérculos grandes eran parecidos en los dos arreglos de espacio más estrechos.

Los efectos de la anchura de surco a una proporción constante de semilla eran similares, pues en 1969 los surcos anchos para ambas proporciones de semilla redujeron la población de tallos y el número y rendimiento de los tubérculos pequeños (<3.81 cms.). Sin embargo en 1970 cuando las cantidades de tubérculos chicos eran muy bajas, la anchura de fila no tenía ningún efecto, aunque la población de tallos fué reducida otra vez.

Tomando el promedio de Majestic y Up-to-date con todas las diferencias espaciales dentro de las filas o surcos (durante ambos años) el uso de filas anchas redujo la población de tallos, las cantidades y rendimientos de los tubérculos pequeños y de tamaño comercial, pero dió cantidades y rendimientos similares de los tubérculos grandes.

Sin embargo con la King-Edward, una variedad renombrada por su producción prolífica de tubérculos, las filas anchas redujeron a la población de tallos, las cantidades y rendimientos de los tubérculos pequeños en ambos años, pero los

efectos sobre tubérculos más grandes que los comerciales eran muy limitados.

Se sabe que el efecto de incrementar la competencia a través de aumentar la densidad, es reducir el tamaño promedio de los tubérculos (Brenner y Taha 1966) y que las plantas de las papas especialmente con densidades altas, pueden compensar el espacio extra, proporcionado por plantas que faltan (Reestman A. J. 1970). Por lo tanto parece razonable sugerir que los efectos de la anchura de surco serían mayores en las densidades bajas que en las altas. Los resultados confirman esa sugerencia; porque demuestran que los surcos más anchos pueden producir rendimientos equivalentes de los tubérculos grandes, especialmente en altas densidades, pero reducen el rendimiento total a través de una reducción en los tubérculos de tamaño chico.

IRITANI, W.M. et al, en estudios llevados a cabo en los Estados Unidos de Norteamérica en 1970 y 1971 para determinar las relaciones entre plantas, cantidad de tallos y rendimiento de la variedad de papa Russet Burbank; usando tamaños de semilla cortada de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 onzas, (13.35, 28.70, 43.05, 57.40 gramos) y semillas enteras de 2 onzas, 62% de 1 onza y 24% de semilla de 1.5 onzas empleados en combinación con espacios entre plantas de 6, 9 y 12 pulgadas (15, 22.5 y 30 cms., respectivamente) en un diseño de bloques al azar en parcelas divididas; llegaron a las siguientes conclusiones: Los resultados para la semilla cortada de 2 onzas y la semilla entera de 2 onzas eran similares. Investigaciones (5,8) anteriores han comparado la semilla cortada con la entera y los resultados no han sido constantes, posiblemente porque los tubérculos de semilla utilizados eran de edades fisiológicas diferentes. Aún así, generalmente parece que la semilla entera es más productiva que la semilla cortada del mismo tamaño.

Semilla más grande produjo más tallos por pieza, y en promedio, también produjo plantas más grandes. Esto fué reflejado en rendimientos más altos como el obtenido con semillas de 2 onzas plantadas a una distancia de 6 pulgadas (15 cms.) dando ésta el rendimiento más alto. Por otro lado los

rendimientos bajaron con espacios más anchos entre plantas y aumentaron con semilla más grande. Parecía que las plantas eran capaces de compensar algo por los espacios anchos pero no por el tamaño de semilla. Dentro de cada grupo espacial, ignorando la semilla entera, promedios más altos de tallos dieron rendimientos más altos. Sin embargo cuando combinaciones de tamaño de semilla y distancia entre plantas fueron usadas para obtener un número fijo de tallos por parcela, entonces las cantidades mayores de tallos no produjeron rendimientos más altos. Rendimientos más altos de semilla grande fueron atribuidos a un mayor peso de pieza de semilla por tallo.

POHJONEN V. y J. PAATOLA (17) de la Universidad de Helsinki, Finlandia, trabajando con cuatro distancias entre plantas: (15, 30, 45 y 60 cms.) y tres tamaños de tubérculo-semilla (40, 80 y 120 grs. respectivamente) en un diseño completamente al azar; donde el propósito del estudio fue determinar el efecto del intervalo de plantas y del tamaño del tubérculo semilla sobre los rendimientos totales de la papa. Además se procuraba encontrar un método para la determinación de la distancia de siembra que diera el rendimiento neto máximo. Encontraron que el rendimiento total aumentó cuando la distancia entre plantas disminuyó y que las distancias óptimas entre plantas para los tubérculos-semilla pesando 40, 80 y 120 grs. eran 13.0, 21.8 y 28.0 cms. respectivamente, siendo la distancia entre filas o surcos de 65 cms.

HORPER (1961) y MERCADO (1962) citados por Rojas S. señalan que un aumento arriba del óptimo en la densidad de siembra trae como consecuencia un decremento en el rendimiento y tamaño de la planta. Por su parte Mercado estudió la respuesta de la variedad Alpha a las diferentes densidades de siembra, encontrando que el uso de tubérculo mediano sembrado a 13 cms. entre plantas produjo altos rendimientos; aunque los más altos rendimientos totales se obtuvieron con tubérculo tamaño comercial sembrado a 18 cms.

NELSON (1967) también citado por Rojas S. (20) estudió el efecto de la densidad de plantas y ancho del surco sobre el rendimiento, tamaño y calidad de tubérculos en tres

variedades de papa y concluyó; que no hay ninguna ventaja del sistema de cama sobre el espaciamiento normal de 92 cms. entre surcos; la población más alta produjo rendimientos ligeramente más altos y con mayor número de tubérculos pequeños que la densidad baja.

IFENKWE, et-al (1972) citado por Rojas S. (20) encontró que el tubérculo chico en altas densidades de siembra produjo tubérculos con alto contenido de materia seca, mientras que el tubérculo grande produjo tubérculos con bajo contenido.

SVENSSON J. (1962) citado por Rojas S. (20) estudió los factores que afectan el desarrollo del estolón y formación de tubérculos, concluyendo que al aumentar el peso de los trozos de tubérculo, aumenta el número de estolones y tallos, siendo más vigorosas las plantas originadas de trozos pesados; al aumentar la densidad de plantas decreció el número de estolones y tubérculos y viceversa; también concluyó que las aplicaciones de nitrógeno (sulfato de amonio), afectaron la longitud y número de estolones, así como el número de tubérculos por planta.

BECERRA R. S. (2) En la región de Chapingo, México y probando 2 separaciones entre plantas 15 y 30 cms. 3 diferentes tamaños de semilla: chica, menor de 35 mm. mediana de 35 a 45 mm. y grande, y mayor de 45 mm. y ensayando la semilla grande entera y semilla grande cortada, llegó a las siguientes conclusiones:

La diferencia entre tratamientos para rendimientos total fué significativa. Al aumentar el tamaño de semilla se incrementó el rendimiento total. A la distancia de 15 cms. entre matas se obtiene un mayor rendimiento total que a la de 30 cms.

A bajas densidades de siembra, se obtiene mayor cantidad de tubérculos tamaño comercial.

Si quiere obtenerse la mayor cantidad de tubérculos tamaño comercial, cuando se utiliza semilla tamaño mediano o grande, debe sembrarse a una distancia de 30 cms. entre tu-

bérculos y al usar semilla chica o grande partida es más conveniente la distancia de 15 cms.

Para cada tamaño de semilla, la distancia de 15 cms. entre matas fue superior a la de 30 cms. en la producción de túberculos tamaño chico.

### III.—DESCRIPCION DE LA ZONA

El Valle de Toluca localizado en la parte occidental del Estado de México, es una región que presenta condiciones de clima, suelos y prácticas agrícolas muy variables así como también una gran diversidad de cultivos entre los que destacan por su importancia, principalmente el maíz, la papa, las asociaciones de Maíz-Haba y Maíz-Frijol, cebada, avena, praderas, gladiola, clavel, zanahoria, y otras. Como se mencionó anteriormente el maíz es el principal cultivo en el Estado, con aproximadamente 600 mil hectáreas cultivadas.

El presente estudio con el cultivo de papa contempló el área de las faldas del Nevado de Toluca en el poblado de San Juan de Las Huertas, Municipio de Zinacantepec; el área del poblado de Coatepec de las Bateas del Municipio de Santiago Tlanquistenco y el área del Centro de Investigaciones Agropecuarias "Santa Elena" (hoy Escuela de Agricultura de la UAEM\*) correspondiente al Municipio de Toluca, conjugando aproximadamente el 80% de las 4100 hectáreas, que actualmente se dedican a este cultivo en la región (15).

También se estudió un sistema donde este cultivo esporádicamente se explota en áreas pequeñas a excepción del Centro de Investigaciones, pero que del área total cultivable del Valle, representa un 50% (4) la mitad del cual estimamos, presenta condiciones favorables para el desarrollo de la papa.

La ubicación de los sitios experimentales se ven en la figura No. 1. La región estudiada se localiza entre los paralelos 19°01' y 19°21' de latitud norte y entre los meridianos 99°57' de longitud oeste de Greenwich.

---

\*UAEM Universidad Autónoma del Estado de México.

### 3.1 HIDROGRAFIA

En el área de estudio existen entre otras; partes de las cuencas del Río Lerma y del Río Balsas; destacando la primera, por ser la que drena la mayor superficie de la región occidental del Estado.

El Río Lerma nace en las lagunas Lerma situadas en las inmediaciones del Municipio de Almoloya del Río a 2600 m.s.n.m. Este río recibe como principales afluentes los ríos Santiaguito, San Agustín, Tejalpa, La Gavia, formada por los ríos Almoloya y San Miguel originados todos en el Nevado de Toluca y estribaciones colindantes. Esto dá origen a la formación de sistemas de riego tales como la laguna del Lerma, la presa Antonio Alzate entre otros, irrigando una superficie mayor de 8000 hectáreas en la región (14). Respecto a la cuenca del Balsas, presenta escurrimientos hacia el río Tepalcatepec siendo de mayor importancia los dirigidos hacia el Balsas.

Los ríos que contribuyen a su formación tienen su origen en las estribaciones del volcán, pudiendo citar entre otros a los ríos: Tenango, Santa Ana, Nenetzingo, San Gaspar, que forman juntos al río San Jerónimo; Ixtapan de la Sal. De las Flores que junto con el de Almoloya forman el río Malinaltenango y éste a su vez se une al de las Juntas para formar el río Apetlahuacan. Aprovechando el agua de estos ríos actualmente trabajan los sistemas de riego Ixpuchapan con 350 hectáreas, Tenancingo con 1400 hectáreas, San Felipe con 150 hectáreas, Zacango con 300 hectáreas, Villa Guerrero con 2500 hectáreas y Coatepec Harinas con 500 hectáreas (14).

### 3.2 VEGETACION

El Nevado de Toluca con más de 50,000 hectáreas de superficie total, presenta una área de aproximadamente 36,865 hectáreas de Bosque; 13,324 hectáreas desforestadas dedicadas a cultivos agrícolas como papa, maíz, cebada, trigo y 974 hectáreas de agostadero.

Algunos lugares en virtud de su inaccesibilidad, no

han sido explotados y se conservan casi vírgenes, encontrándose fajas definidas de pinos y oyamel (*Pinus Spp. y Abies religiosa*) en concordancia con la elevación sobre el nivel del mar, y que se mezclan en las zonas de transición. En otras zonas afectadas por explotaciones anteriores, se nota la presencia de abundante renuevo de estas especies arbóreas.

Por lo que respecta al Valle propiamente dicho, la vegetación natural ha sido substituída casi en su totalidad por las especies agrícolas actualmente explotadas en cada zona (14).

### 3.3. CLIMA

En la región donde se realizaron los estudios encontramos alturas desde los 2,675 metros hasta los 3,000 m.s.n.m.; el clima consecuentemente manifiesta variación en las diferentes áreas muestreadas, por lo cual la información climática de las estaciones de Toluca a 2,675 m.s.n.m.; San Andrés Buenavista a 2,675 m.s.n.m.; Santiago Tianquistenco 2,680 m.s.n.m. y San Francisco Oxtotilpan 2,850 m.s.n.m.; dan una idea general y razonable para la región en cuestión. Cabe señalar que, debido a la falta de información climatológica del área muestreada en las faldas del Nevado de Toluca, por lo que para el área del volcán que nos ocupa, situada en la parte norte del mismo; hay que hacer la siguiente consideración: las masas de aire caliente provenientes del sur que chocan con el macizo y ascienden, enfriándose provocan fuertes precipitaciones en las partes norte y noroeste de la zona en cuestión. En resumen, en el volcán o nevado de Toluca se presentan condiciones de humedad desde el húmedo hasta el superhúmedo, durante el invierno se presentan pocas lluvias y sus temperaturas van desde templado frío hasta semifrío (14).

Para definir el clima en Toluca, San Antonio Buenavista y Santiago Tianquistenco se utilizaron las modificaciones al sistema Koeppen hechas por García (6) y para San Francisco Oxtotilpan se tomó como base el sistema Thorntwaite (14); obteniéndose las definiciones que aparecen en el siguiente cuadro:



## CUADRO 2

DESCRIPCION CLIMATICA EN INMEDIACIONES DE TOLUCA, STGO. TIANQUISTENCO,  
SAN ANTONIO BUENAVISTA Y SAN FCO. OXTOTILPAN, EDO. DE MEXICO 1976.

ESTACION	Altura en M.S.N.M.	Latitud Norte en °C	Longitud Oeste en °C	Años	Tem. media en °C			Años	Prec. media en mm.			Simbología según García, E.
					Anual	Del mes mas frío	del mes mas caliente		Anual	Del mes mas seco	Del mes mas húmedo	
TOLUCA	2675	19°17'	99°39'	27	12.7°	10.1°	14.7°	28	800.2	9.3	158.9	C(W <sub>2</sub> )(W) big
SANTIAGO TIANQUISTENCO	2680	19°11'	99°27'	7	16.3°	13.3°	18.3°	15	1035.5	5.0	214.2	C(W <sub>2</sub> )(W) big
S. ANTONIO BUENAVISTA	2675	19°15'	99°43'	5	12.9°	10.0°	15.3°	6	679.2	2.2	130.3	C(W <sub>1</sub> )(W) bi
S. FRANCISCO OXTOTILPAN	2850	19°16'	99°54'	2	13.4°	12.1°	14.5°	2	1397.7	0.8	257.3	Según Thorntwaite AWB' b' I

## DESCRIPCION DE LA SIMBOLOGIA SEGUN GARCIA, E.

C (W<sub>2</sub>) (W) big.

Correspondiente a Toluca y Santiago Tlanquistenco:  
Clima templado con verano fresco largo; temperatura media anual entre 12 y 18°C; temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, con una oscilación anual de las temperaturas mensuales menor de 5°C. Se considera el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano; p/t mayor que 55.0 y lluvia invernal menor que 5% de la anual. Las precipitaciones menores de 30 mm. de noviembre a abril para el primer caso y de noviembre a marzo para el segundo.

C (W<sub>1</sub>) (W) bi.

Corresponde a la estación de San Antonio Buenavista:  
Superhúmedo intermedio; p/t 43.2 y 55.0 con precipitaciones menores a 300 mm. de noviembre a abril.

A W B',b'.

Para San Francisco Oxtotilpan según la clasificación de Thorntwaite que significa: superhúmedo, moderado, deficiencia de agua invernal; semifrío con invierno benigno y con precipitaciones menores a 30 mm. de diciembre a marzo.

### 3.4 SUELOS

Mediante un recorrido preliminar en la región con el objeto de identificar las diferentes clases de suelo de acuerdo a ciertas características observadas en el perfil, y la clase de manejo que les dá el agricultor destacan, por la superficie que cubren de la región en estudio, los suelos con piso arcilloso (Clay Pan) los suelos ricos en materiales amorfos (andosoles) y los suelos aluviales (de humedad residual entre otros) (4).

### 3.4.1 SUELOS CON PISO ARCILLOSO

Esta clase de suelos es la predominante en la región, abarca los municipios de Toluca, Temascalcingo, Atlacomulco, Acambay, Jocotitlán entre muchos otros; respecto a la génesis de estos suelos, se ha planteado la hipótesis de que el material madre son cenizas volcánicas blancas de procedencia aún desconocida.

Estas cenizas formaron arcilla del tipo de la montmorillonita, la cual por efecto de la lluvia fué depositada a cierta profundidad dando origen al piso arcilloso; (14) estos suelos presentan una permeabilidad limitada, sus principales características observables en un perfil son las siguientes:

Textura aparente: Migajón arcilloso

Profundidad del piso arcilloso: Variable 20-40 cms.

Textura del piso arcilloso: Arcilla

Consistencia en seco del piso arcilloso: Duro

Estructura del piso arcilloso: Bloques Subangulares

Drenaje interno: Muy lento

Profundidad del Sist. Radicular: 30-45 cms.

Color en húmedo del piso arcilloso: Negro

Prácticas de mejoramiento: Barbecho profundo y subsoleo

### 3.4.2 SUELOS RICOS EN MATERIALES AMORFOS

Son suelos con una alta capacidad para fijar fósforo, se cree que su material madre son cenizas volcánicas procedentes del nevado de Toluca ricas en aluminio libre que provoca cierta toxicidad del elemento, y por otra parte bloquea la asimilación de otros elementos como el fósforo (11) esta clase de suelos contempla tanto a los suelos situados en las partes altas del Valle como a los situados en las faldas del Volcán que conjuntamente comprenden un 25 % del área total cultivable de la región; generalmente se localizan en todas aquellas partes altas de cerros, lomeríos y montañas, con altitudes mayores a 2,700 m.s.n.m., y cuya vegetación de bosque está compuesta básicamente por encino, ocote, oyamel, cedro blanco y roble.

Sus principales características observables al perfil son las siguientes:

Textura aparente: Migajón arenoso  
Profundidad del suelo: Más de 1 m.  
Color en húmedo: Café claro  
Restricción de Raíces: Ninguna  
Drenaje superficial e interno: Rápido  
Posición fisiográfica: Lomeríos  
Grado de desarrollo: Poco desarrollo  
Origen del suelo: In situ

Por su parte en la formación de los suelos de las faldas del volcán de Toluca las condiciones ecológicas han tenido un papel importante, hasta el grado de encontrar en ellos algunas fases de podzolización.

Las principales características de estos suelos son las siguientes:

Poseen un alto contenido de "Materia orgánica" en el horizonte superficial, con valores que fluctúan entre el 5 y 10%, pero escasamente degradable; debido probablemente a la fijación de las enzimas microbianas degradantes en el alofano.

Su PH a consecuencia del alto contenido de materia orgánica y el lavado que sufren los suelos varía de 4.5 a 6.0. No presentan restricciones para el desarrollo de las raíces; la profundidad del suelo no es menor de 70 cms., y alcanza hasta 2.5 m como máximo por lo tanto se puede decir que son suelos profundos, con un magnífico drenaje interno. Regionalmente se les conoce como suelos polvillos o tierras xijay, éstos cuando se preparan inmediatamente después de la cosecha logran conservar un alto contenido de humedad para la siembra del siguiente ciclo.

### 3.4.3 SUELOS ALUVIALES

Dentro de la zona donde se llevó a cabo el presente estudio, esta clase de suelos se localizan en parte de los municipios de Zinacantepec, Metepec, Calimaya, Tenango del

Valle y otros. Generalmente se encuentran en posición de abanico aluvial. Sus características son muy variables y generalmente dependen del material que es arrastrado, aluvión depositado sobre piedra pómez, proyectada probablemente por el nevado (10). Comprenden un 15% del área total cultivable del Valle, generalmente estos suelos cuando se preparan inmediatamente después de la cosecha, logran conservar un buen contenido de humedad; para la siembra del siguiente ciclo. En la región se les conoce como tierras de jugo.

### 3.5 SISTEMAS DE PRODUCCION

De acuerdo a la disponibilidad de agua en la región se pueden identificar los siguientes sistemas de producción:

#### 3.5.1 AGRICULTURA DE RIEGO

Este tipo de agricultura está localizada principalmente en suelos con piso arcilloso y es aquella donde se dispone de agua suficiente para dar 2 o más riegos, proveniente del volcán o donde disponen de un manantial de agua inagotable, cubren una superficie de aproximadamente el 5% del área total cultivable de la región (10). El uso de agua no se encuentra tecnificado y la cantidad empleada va de acuerdo al criterio del agricultor. En general en estas áreas se practica el monocultivo del maíz, aunque ya se observa la tendencia a cultivar otras plantas como praderas; en porciones pequeñas, donde no se presentan problemas serios de heladas, se cultivan especies florícolas, papa y algunas hortalizas.

#### 3.5.2 AGRICULTURA DE PUNTA DE RIEGO

Se encuentra localizada en suelos que presentan en su perfil, el piso arcilloso o Clay-pan, y cubre una superficie aproximada de un 20% de la superficie total. En este sistema el agricultor solo dispone de agua para dar el riego de siembra y después el maíz recibirá el agua proveniente de las lluvias; es común que este tipo de siembras sufra por sequías antes de iniciarse el temporal, (mes de junio generalmente)

pues las siembras se inician en abril, aunque si bien llega a haberlas en mayo.

El agua usada por el agricultor para dar el riego de siembra proviene de estanques o bordos que almacenan el agua de las lluvias del año anterior; este almacenamiento solo es posible debido a la presencia del piso arcilloso que por su baja permeabilidad permite la conservación de grandes volúmenes de agua. En estas áreas también predomina el monocultivo de maíz.

### 3.5.3. AGRICULTURA DE HUMEDAD RESIDUAL

Este tipo de agricultura se encuentra localizada, tanto en suelos aluviales como en suelos ricos en materiales amorfos. Las características morfológicas juegan un papel muy importante en la conservación de la humedad procedentes de las lluvias del año anterior. Generalmente el agricultor después de cosechar; barbecha y rastrea con una viga pesada, con estas operaciones el intercambio de humedad entre el suelo y la atmósfera disminuye notablemente, permitiendo la conservación de la humedad contenida en la masa del suelo. Debido a esta práctica, permite sembrar, en esos suelos en fechas anteriores al inicio del temporal. Este sistema, comprende un 30% del área total. El cultivo principal es maíz; pero la diversificación de cultivos, alcanza también considerable importancia. Es común en estos suelos, encontrar superficies de diversas magnitudes con sembradíos de papa, zanahoria, chícharo, flores y el propio maíz asociado con ciertas leguminosas.

### 3.5.4 AGRICULTURA DE TEMPORAL

Esta es la clase de agricultura que se practica en los suelos que no conservan la humedad del ciclo anterior o que no se pudieron regar; de una manera general en la mayoría de las clases de suelo existentes en la región, especialmente en aquellos con texturas arcillosas, predomina este tipo de agricultura.

Las siembras se realizan con las primeras lluvias que

caen a fines de Abril o hasta fines del mes de Mayo o en ocasiones a principios de Junio. En la zona de cultivo de menor altitud, dentro del área de estudio, es común que se presenten heladas en la primera quincena de octubre; ésto obliga a los campesinos a sembrar maíces precoces cuya semilla generalmente es de color amarillo o pinto; y el porte de estos maíces es bajo y generalmente de reducido nivel productivo. En estas siembras, el cultivo predominante es el maíz; sin embargo, cuando las lluvias se retrasan hasta el mes de Junio se acostumbra sembrar como último recurso cebada o avena. La superficie de temporal ocupa una área aproximada del 40% de la superficie total (10).

### 3.6 TECNOLOGIA LOCAL DE PRODUCCION

Mediante un recorrido preliminar por la región en estudio, se identificaron las principales prácticas tecnológicas que el agricultor realiza con el cultivo de la papa.

#### 3.6.1 PREPARACION DEL TERRENO

En terrenos en donde el agricultor sembró maíz o cereales (avena y cebada) el año anterior, acostumbra barbechar, cruzar y dar dos pasos de rastra. En los terrenos en donde año con año se siembra la papa, sólo se le da una cruz y dos pasos de rastra con una viga pesada. El surcado se hace a una profundidad de 10 a 20 cms., siguiendo el contorno del terreno a criterio del agricultor y dejando una distancia entre surcos de 80 cms., en la mayoría de los casos, los implementos de labranza utilizados son de tiro animal.

#### 3.6.2 FECHA DE SIEMBRA

En las faldas del nevado, donde los suelos conservan mejor la humedad debido a las bajas temperaturas, los agricultores acostumbran iniciar las siembras en el mes de enero, la cual en raras ocasiones se prolonga hasta el mes de abril; esto consecuentemente los lleva a obtener bajos rendimientos por hectárea, debido, tanto a las mismas bajas tempe-

raturas que en su ciclo de desarrollo se presentan, como a la dependencia en su desarrollo total de la humedad conservada en el suelo; la cual no llega a ser suficiente para la formación de un buen número de tubérculos de regular tamaño. En el resto de la región aquí contemplada, las siembras se efectúan desde el mes de marzo a mayo con el inicio del temporal o un poco antes.

### 3.6.3 SEMILLA UTILIZADA

En su gran mayoría, los agricultores utilizan variedades criollas susceptibles al chahuixtle o tizón tardío (*Phytophthora infestans*) entre las cuales, y por orden de importancia podemos citar a: López, Leona, Furore y la amarilla de Puebla. Algunos agricultores con menores posibilidades económicas, utilizan una variedad mejorada: Alpha, que tiene el inconveniente de ser más susceptible al tizón que las criollas; otros pocos, siembran las variedades mejoradas Gre-ta y Atzimba, recientemente susceptible al tizón tardío y por último un número reducido de agricultores han introducido en sus explotaciones de papa la variedad "Sangema o Rosita", la cual es altamente resistente al tizón tardío y con un elevado potencial productivo. Salvo pocas excepciones, el agricultor no hace una rigurosa selección de la semilla para utilizar en la plantación, encontrándose entre la misma tubérculos de diferentes tamaños, brotaciones, vigor y sanidad.

### 3.6.4 METODOS Y DENSIDAD DE SIEMBRA

La siembra se hace a mano; los tubérculos se colocan en el fondo del surco sobre la mezcla de fertilizante-suelo a una distancia que varía de 35 a 40 cms., entre uno y otro; posteriormente se tapan con una capa de tierra que varía de 10 a 15 cms., por medio de un arado de doble vertedera, sobre el lomo del surco, previamente formado. La densidad de siembra varía de 25 a 45 mil plantas por hectárea; lo que significa el requerimiento de 2.5 a 4 toneladas de semilla por hectárea.



### 3.6.5 FERTILIZACION

Es común la aplicación en banda en el fondo del surco y en el momento de la siembra de la fórmula 60-120-60 por hectárea como dosis total, utilizando como fuentes de  $N-P_2O_5$  y  $K_2O$  sulfato de amonio (20.5% N), superfosfato de calcio simple (20% P) y cloruro de potasio (60% de K) respectivamente. En las faldas del volcán, un buen número de agricultores cuyos terrenos se encuentran cercanos a los pueblos y que siembran ya sea papa después de cereales o papa año con año acostumbra a complementar la fertilización anterior, incorporando al suelo, antes de la siembra, estiércol en cantidades que varían según el número de animales que poseen.

### 3.6.6 LABORES CULTURALES

Debido a que la mayoría de los agricultores "papeiros" no acostumbran el uso de herbicidas para eliminar las malas hierbas, es práctica común de ellos, dar 3 ó 4 cultivadas. El primer cultivo lo realizan antes de que la planta emerja y consiste en pasar una viga pesada sobre el lomo del surco para dejar emparejado el terreno, con esto el agricultor elimina las primeras malezas y reduce las pérdidas de humedad del suelo. Esta práctica se realiza principalmente en los suelos sembrados en Abril. El segundo cultivo consiste en formar una raya de 5 a 10 cms., de profundidad para desalojar el excedente de agua de las primeras lluvias y se da cuando la planta tiene una altura aproximada de 10 cms., para los suelos sembrados en Mayo este trabajo sería el primer aporque. El tercer cultivo para las siembras de Abril y el segundo para las siembras de Mayo, se da cuando la planta tiene una altura de 25 a 30 cms. y el último cultivo se realiza cuando la planta tiene entre 50 y 60 cms. de altura.

### 3.6.7 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Entre las plagas aéreas de la papa, más importantes en la región, tenemos la pulga saltona (*Epitrix sp*), la mosquita blanca (*Trialeurodes sp*), la chicharrita (*Empoasca sp*), el pulgón (*Myzus persicae*) y los trips (*Llothrips illex*); co-

mo plagas en el suelo, tenemos a la gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y al gusano de alambre (*Fam. elateridae*). La enfermedad más importante es el tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*, Mont D'Bary); llegando a presentarse la marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*), principalmente en las siembras tempranas de las faldas del nevado. El agricultor; excepto para el caso del tizón tardío, que lo controla medianamente aplicando cantidades variables de manzate D-80; no realiza un adecuado control de las plagas y enfermedades, ya que éste depende tanto de las posibilidades económicas del agricultor, como de las recomendaciones dadas en los comercios, dedicadas a la venta de pesticidas.

### 3.6.8 COSECHA

Cuando el follaje de la planta está seco; el agricultor lo corta; 20 días después de esta práctica inicia la cosecha del tubérculo; para lo cual abre el surco donde se localizan éstos con un arado de doble vertedera. En las faldas del volcán o nevado, a consecuencia de las bajas temperaturas, el tubérculo puede permanecer por más tiempo en el suelo sin ser afectado por pudriciones; de tal manera que los agricultores de esas áreas, realizan la cosecha hasta cuando el precio del producto sea más remunerativo. Una vez que el tubérculo se encuentra en la superficie, es recolectado, seleccionado por tamaños y envasado en cajas o en arpillas de polipropileno.

### 3.6.9 COMERCIALIZACION

La canalización del producto al Distrito Federal le origina al agricultor que explota superficies pequeñas, incertidumbre para la venta adecuada y efectiva de la cosecha en ese mercado, debido principalmente a las fluctuaciones en el precio que el producto sufre en este mercado, a consecuencia de que la mayor parte de la producción nacional es canalizada hacia él. Lo anterior, motiva al agricultor a vender su producto ya envasado y en el mismo terreno a intermediarios regionales; lógicamente a menor precio, pero que le retribuye al agricultor la inversión y una ganancia adicional.

#### IV.—OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

El objetivo del presente estudio es el de generar una recomendación óptima económica para el factor densidad de siembra en el cultivo de la papa.

Para lograr el objetivo anteriormente expuesto se generaron las siguientes hipótesis experimentales, las cuales al someterse a prueba originan el presente trabajo.

1. La densidad de siembra es un factor importante que limita el rendimiento de la papa en la zona de estudio.

2. La densidad de siembra afecta directamente el desarrollo y la producción de tubérculos para semilla y tubérculos comerciales.

Para probar las hipótesis mencionadas se adoptaron las siguientes suposiciones.

a). La fecha de siembra, la preparación del terreno y la operación de siembra son adecuadas para la producción de papa en la región.

b). Las fuentes de fertilizante y la fertilización total a la siembra, son lo más adecuado para el cultivo de la papa.

c). En el espacio de exploración estudiado se encuentra la densidad óptima de siembra para el cultivo de la papa en la zona de estudio.

## V.—MATERIALES Y METODOS

### 5.1 TRABAJO DE CAMPO

#### 5.1.1 LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES

Para probar las hipótesis anteriormente expuestas se procedió a localizar los sitios en los que se pondrían los ensayos Fig. No. 1. Estos lugares deberían reunir ciertas características de suelo y manejo para poder obtener así una mejor confiabilidad en los resultados. Entre otras las siguientes son algunas de las características deseables para un sitio experimental:

Debe de ser lo más homogéneo posible, evitar terrenos con diferente coloración, en el mismo sitio, así como desiguales nivelaciones texturas o simplemente que el agricultor lo maneje de una forma diferente a la generalidad de los demás agricultores. Procurar que el terreno esté alejado de zonas urbanas, para evitar lo más posible la influencia de personas ajenas al mismo; pues de otra manera los resultados no son confiables. A reserva de que la generalidad de agricultores así lo hagan, el sitio experimental no debe de ser terreno nuevo al cultivo, o que haya sido sobrefertilizado en años recientes, ni se le debe de haber aplicado fertilizantes orgánicos de origen animal, pues de sobra es conocido que éstos para su aprovechamiento por la planta necesitan descomponerse, y para suceder ésto, requieren de cierto tiempo considerable, de manera que al instalar un experimento en un sitio con estas condiciones los resultados se verían influidos por el efecto residual de ellos y llevarían los resultados a conclusiones erróneas.

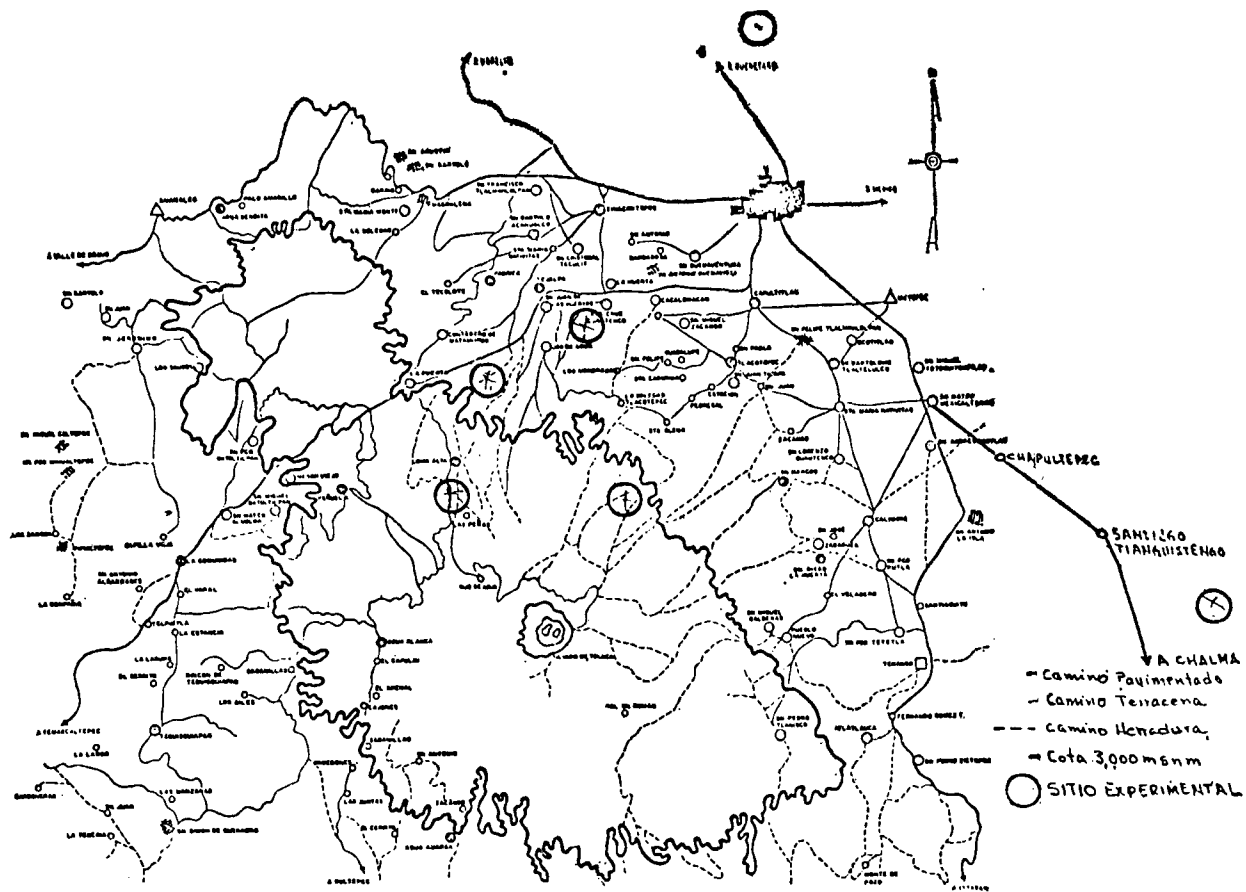


FIG. 1. UBICACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES EN EL AREA DE ESTUDIO.  
FUENTE: Parque Nacional Nevado de Toluca (Proyecto de Recuperacion). 1966. Gob. del Edo. de México.

### 5.1.2 DISEÑO EXPERIMENTAL, ESPACIOS DE EXPLORACION

El diseño experimental utilizado fué bloques al azar, y se instalaron en todos los sitios experimentales cuatro repeticiones, el tamaño de la parcela experimental en todos los casos fue de 2 surcos de cuatro metros de longitud. Los espacios de exploración fueron; Partiendo de 20 mil plantas por hectárea, aumentando la densidad de población en 15 mil, de donde se generan los 3 tratamientos estudiados: 20, 35 y 50 mil plantas por hectárea, respectivamente.

### 5.1.3 PREPARACION DEL TERRENO

Todos los sitios donde se instalaron los experimentos, excepto el ubicado en el CIASEEM\* se prepararon con los medios propios del agricultor, y en la mayoría de los casos los implementos de labranza son de tiro animal, efectuando un barbecho, cruza y dando dos pasos de rastra. El surcado se hace a una profundidad de 10-20 cms. siguiendo el contorno del terreno a criterio del agricultor y dejando una distancia entre surcos  $\pm$  80 cms. En el caso del experimento instalado en el CIASEEM, la preparación del terreno fué completamente con maquinaria (tractor).

### 5.1.4 SIEMBRA Y FERTILIZACION DE LOS EXPERIMENTOS

Todos los lotes experimentales fueron sembrados como lo hace el agricultor, es decir, usando su tecnología y medios propios, como yunta de animales, en la época de siembra acostumbrada por ellos, como ya se anotó anteriormente de enero a mayo que es la época más óptima y tradicional, según sea cultivada en la sierra o en el Valle.

La semilla utilizada para la siembra de los experimentos fué la variedad Rosita (por tener una gran resistencia al

---

\*CIASEEM (Centro de Investigaciones Agropecuarias Santa Elena, Estado de México).

tizón y por ser cada vez más aceptada por los agricultores de la región) y fué procesada de la siguiente manera: Luego de emerger los brotes, fueron puestos los tubérculos en refrigeración y sacados 15 días antes de la siembra y tratados con Benlate a razón de 300 grs. de producto comercial en 200 lts. de agua.

La fertilización se aplicó toda en el momento de la siembra utilizando la fórmula 100-80-40, a chorrillo al fondo del surco, cubierta con una capa de tierra y posteriormente colocados los tubérculos para cubrirlos o taparlos con la yunta. Al momento de la siembra se aplicó al suelo el equivalente de 10 gramos de aldrín al 20% y 15 gramos de PCNB al 50% ambos revueltos y al fondo del surco. También se tomaron muestras de los terrenos experimentales para su posterior análisis en el laboratorio a profundidades de 0-20 y 20-40 cms.

### 5.1.5 OBSERVACIONES

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se visitaron periódicamente los lugares donde se instalaron los experimentos, con el objeto de observar el desarrollo vegetativo de las plantas y ver la respuesta, a las diferentes densidades estudiadas, así como captar y combatir el ataque de plagas y enfermedades.

### 5.1.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para prevenir y/o combatir el ataque de plagas y enfermedades se usaron productos comerciales como Manzate D-80, Benlate, Agrimycin, Metasytox en las dosis recomendadas por sus fabricantes. Entre las plagas más comunes en el cultivo se pueden mencionar las siguientes: Pulga Saltona (*Gen. Epitrix*) Pulgones (*Mysus persicae*) y Gallina Ciega. Respecto a enfermedades las predominantes en la región son: Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) Tizón temprano (*Alternaria Solani*).

### 5.1.7 COSECHA

Una vez llegado a su madurez el tubérculo se efectuó la

cosecha; se procedió de la siguiente manera: De un modo general a los cuatro meses después de la siembra se cortó el follaje, en cada uno de los sitios experimentales, dejándolos entre 15 y 20 días para una mejor suberización de la cutícula y no sufriera peladuras a la hora de la cosecha con el manejo provocado por la misma. De cada una de las parcelas cosechadas se cuantificó la producción para cada una de las categorías (Tamaños) estudiadas, las cuales fueron clasificadas de la siguiente manera 1a. 2a. y 3a Categorías con los tamaños de 45 Mm. o  $>$ , de 38 a 44 Mm, y  $<$  de 38 Mm., respectivamente.

## 5.2 ANALISIS ESTADISTICO

El procedimiento para efectuar el análisis estadístico del presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de Chapingo Mexico; con los datos recabados a la hora de la cosecha y separando los rendimientos de cada parcela en 3 categorías, 1a., 2a. y 3a., respectivamente, se procedió a alimentar a la máquina con los datos recabados y las indicaciones necesarias para la transformación de estos rendimientos a toneladas por hectárea. Con esta información se efectuó un análisis de varianza para cada uno de los experimentos a un nivel de significancia de 1% y 5% para apreciar las diferencias a los factores de variación estudiados y sus interacciones entre sí; observando que en sólo uno de los casos hubo significancia para el efecto de repeticiones. En base a este resultado se optó por realizar el análisis en conjunto de los seis experimentos.

## 5.3 ANALISIS ECONOMICO

De acuerdo a los rendimientos obtenidos por la información suministrada para realizar el análisis anterior, se realizó un análisis económico de cada uno de los tratamientos empleados en el estudio; así mismo se analizó económicamente los resultados por tratamiento en las tres categorías estudiadas. Este análisis incluye principalmente el costo de la "semilla" que es el factor de variación en estudio; tomando también en cuenta gastos de flete, carga, descarga e insecticida.



## VI.—RESULTADOS Y DISCUSION

La respuesta a las diferentes densidades de población en estudio, se hizo en base a los rendimientos obtenidos de cada uno de los tratamientos estudiados en los diferentes sitios experimentales.

En el cuadro No. 3 se presenta el análisis de varianza de cada uno de los seis sitios experimentales. En él podemos observar que el factor de variación Rep. (Repeticiones) no resulta significativa en cinco de los seis casos, comportándose de una manera uniforme, luego se observa, que únicamente para el sitio No. 4 resultó significativo al 5% de probabilidad.

En base a este resultado se optó por realizar el análisis de varianza en conjunto para los seis sitios, el cual podemos observar en el cuadro No. 4; con las fuentes de variación: experimento (Expto), Tratamiento (Trat), Categoría (Cat) y las interacciones entre ellos, así como la interacción repetición por experimento.

En las siguientes columnas aparecen luego los grados de libertad, la suma de cuadrados y el cuadrado medio para cada efecto, respectivamente, y por último aparecen los valores de la F calculada.

De acuerdo con la prueba de F podemos observar que los factores Expto, Trat, Cat y las interacciones Expto\*Cat y Trat\*Cat resultan significativas al 1% de probabilidad, y la interacción de segundo orden Expto \*Trat\* Cat fué significativa al 5% de probabilidad y solamente los efectos de Expto \*Trat y Rep.\* Expto no tuvieron efecto sobre el rendimiento.

CUADRO 3 Análisis de varianza para cada uno de los sitios experimentales

No. Sitio	Fact. de Var.	Gdos. de Libertad	Suma Cuad.	Cuad. Medio	Valor F.	Prob. F.
1	Trat.	2	19,392800	9,696400	4,15166	0.0276
	Cat.	2	707,374050	353,687025	151,43629	0.0001
	Rep.	3	7,474700	2,491567	1,06680	0.3826
	Trat.*Cat.	4	8,353950	2,335550	0,89422	0.5157
2	Trat.	2	146,20662	73,16331	14,98497	0.0002
	Cat.	2	3479,23402	1739,61701	356,59277	0.0001
	Rep.	3	23,42420	7,80807	1,60052	0.2145
	Trat.*Cat.	4	169,49277	42,37319	8,68580	0.0003
3	Trat.	2	35,72391	17,86195	5,00853	0.0150
	Cat.	2	5307,62264	2653,81132	744,13449	0.0001
	Rep.	3	2,53183	0,83394	0,23664	0.8704
	Trat.*Cat.	4	31,39251	7,84813	2,20063	0.987
4	Trat.	2	43,826822	21,913411	12,24241	0.0004
	Cat.	2	244,095206	122,047603	68,18458	0.0001
	Rep.	3	24,869608	8,289869	4,63132	0.0108
	Trat.*Cat.	4	16,982911	4,245728	2,37197	0.0801
5	Trat.	2	38,67407	19,33704	2,15099	0.1367
	Cat.	2	6471,63444	3235,81722	359,94138	0.0001
	Rep.	3	18,95922	6,31974	0,70299	0.5625
	Trat.*Cat.	4	6,61014	1,65254	0,18382	0.9425
6	Trat.	2	65,98127	32,99063	17,12795	0.0001
	Cat.	2	2238,74712	1119,37356	581,15201	0.0001
	Rep.	3	4,35019	1,45006	0,75284	0.5341
	Trat.*Cat.	4	49,61142	12,40285	0,43927	0.0014

CUADRO 4

Análisis de varianza para la variable rendimiento de papa

MEDIA 8.4291296 C.V. 23.4716708

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F.	Prob. de F.
EXPTO.	5	1515 0860	303 01721	77.41145	0.0001
TRAT.	2	305 4030	152 70150	39.01048	0.0001
CAT.	2	14872 4181	7436 20906	1899.71970	0.0001
EXPTO.*TRAT.	10	44 4025	4 44025	1.13434	0.3404
EXPTO.*CAT.	10	3576 2893	357 62893	91.36305	0.0001
TRAT.*CAT.	4	119 6540	29 91349	7.64196	0.0001
EXPTO.*TRAT.*CAT.	20	162 7897	8 13949	2.07939	0.0073
REP. (EXPTO.)	18	81 6097	4 53387	1.15826	0.3034
ERROR	144	563 6695	3 914370		
TOTAL	215	21241 3220	98 79685		

## 6.1 RESPUESTA PROMEDIO A LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

En la Fig. No. 2 podemos observar la respuesta promedio en rendimiento para las tres densidades de población estudiadas. Se ve que hay una mayor diferencia al pasar de 20 a 35 mil plantas, que la observada de 35 a 50 mil plantas por hectárea, lo que nos indica una respuesta positiva decreciente sobre 50 mil plantas por hectárea, por lo tanto el rendimiento no sufre un incremento en la misma proporción en que se aumenta el número de plantas, pero si aumentando considerablemente el costo del cultivo.

## 6.2 RESPUESTA PROMEDIO DE LAS 3 CATEGORÍAS DEL ESTUDIO

En la Fig. No. 3 se observa la gran diferencia existente entre cada una de las categorías estudiadas al pasar de casi 20 toneladas, en promedio de papas de 1a. categoría a 4.5 toneladas para la 2a. y .980 ton. para la 3a.

## 6.3 OBSERVACIONES SOBRE LAS INTERACCIONES SIGNIFICATIVAS

Analizando la Fig. No. 4 donde se muestra la interacción tratamiento por categoría, se observa primeramente que, al pasar del tratamiento 1 al 2, es decir de 20 a 35 mil plantas por hectárea las curvas de rendimiento sufren un incremento considerable para las 3 categorías; no así al pasar de 35 a 50 mil plantas por hectárea donde las curvas de respuesta de las categorías 1 y 3 tienden a seguir subiendo pero de una manera muy leve, únicamente en la curva de respuesta de la categoría No. 2, donde el aumento en el rendimiento es mayor al pasar de 4310 Kgs., valor para el tratamiento No. 2, a 6352 Kg. para el No. 3, ésto nos indica que a mayor densidad de población, mayor rendimiento de tubérculos de tamaño intermedio, ésto lo podemos observar en el cuadro No. 5.

FIG. 3

Rendimiento Promedio en Ton/Ha de papa dividida en 3 categorías en 6 Sitios experimentales. 1978

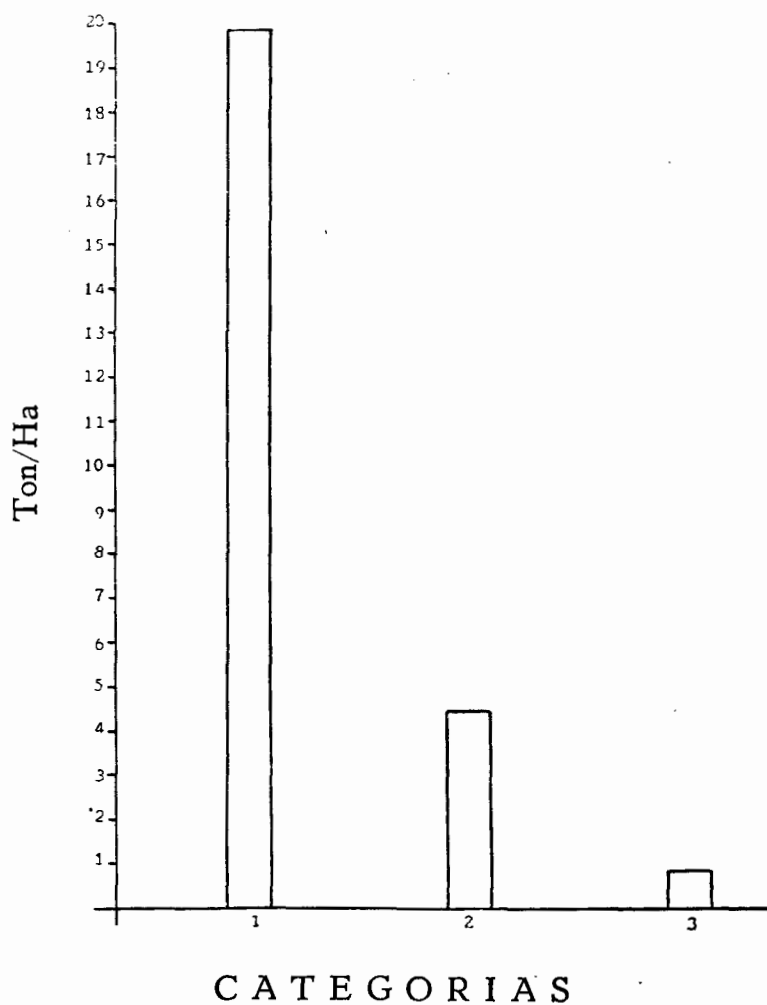
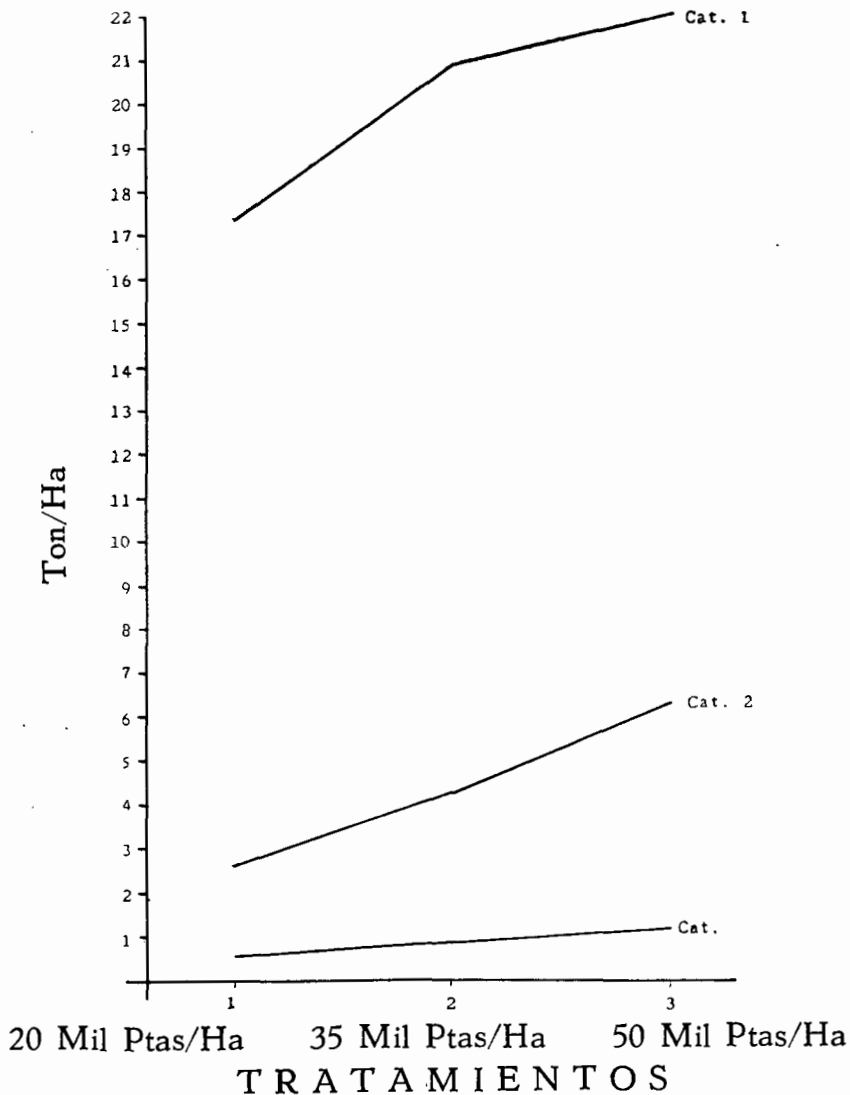
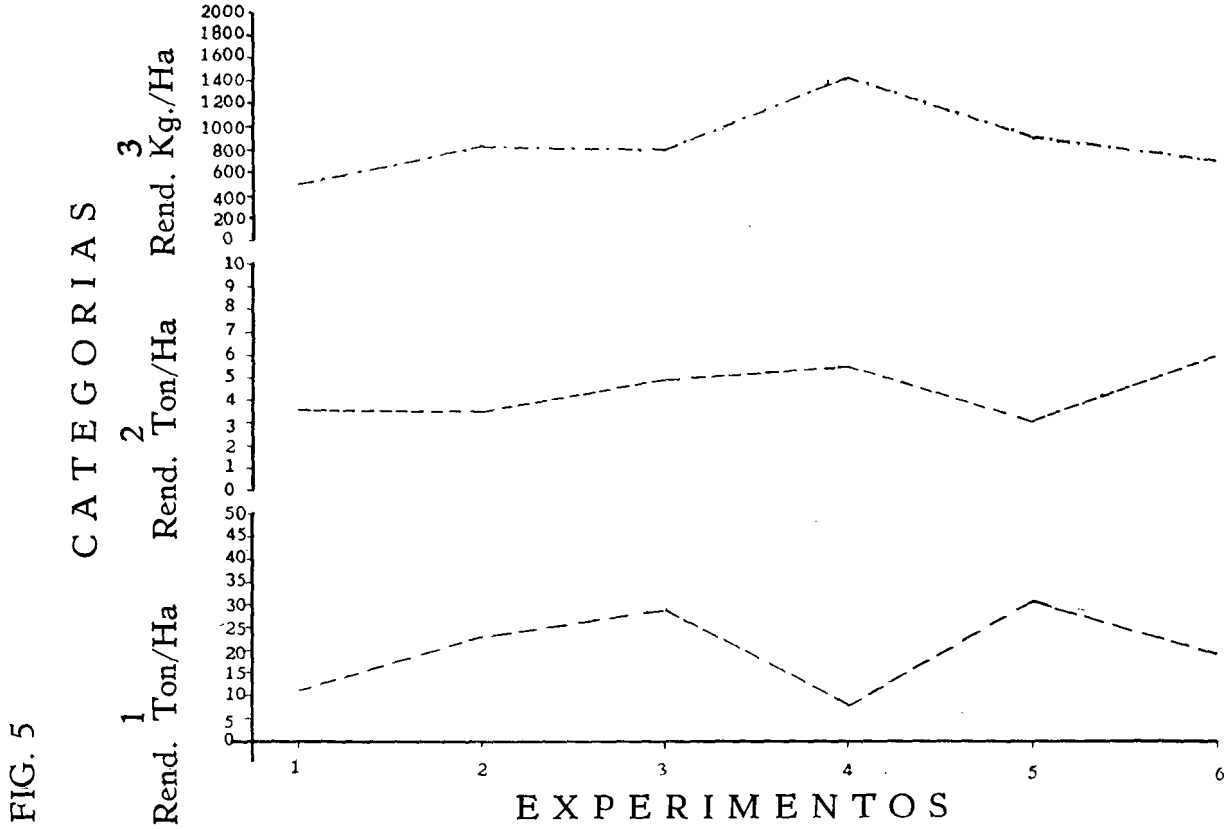


FIG. 4

Rendimiento Promedio en Ton/Ha de 3 tratamientos de Densidad de Población dividido en 3 categorías. 1978  
Interacción Trat \* Cat.



Rendimiento en Ton/Ha de papa de 6 experimentos dividida en 3 categorías  
 Interacción Exp \* Cat. 1978



Ahora bien, observando el cuadro No. 6 que nos dá origen a la figura No. 5 donde se nos muestra la interacción experimento por categoría (Observar en ésta la diferencia de escalas para cada categoría) se puede apreciar que para la categoría No. 1 en los sitios 1 y 4 el rendimiento está muy por debajo de los demás, provocado en gran parte porque éstos lugares estuvieron ubicados a 3,200 y 3,300 m.s.n.m., respectivamente, considerando que a estas alturas el cultivo se desarrolla con un grado mayor de dificultad debido principalmente a la misma altura, a la temperatura y a efectos de una mala sanidad en las plantas; por lo que se abaten los rendimientos. Respecto a las categorías 2 y 3 se puede apreciar en ellos un comportamiento más uniforme, lo cual es provocado por la producción de tubérculos de menor tamaño, por las causas anteriormente señaladas.

#### 6.4 ANALISIS ECONOMICO

Para realizar el análisis económico del presente estudio, que comprende las tres densidades de población que intervinieron en el mismo, se procedió a calcular el costo de mil plantas tomando en cuenta los costos variables del insumo, como son: el costo directo de la semilla, el flete hasta el lugar de la siembra, carga, descarga y el insecticida para tratarla. Cabe hacer notar que en las cifras dadas más delante únicamente se tomaron en cuenta los factores antes señalados; sin intervenir el costo del fertilizante empleado ni los costos fijos de producción, como son renta de terreno, barbecho, rastreo, labores culturales, etc. El costo de mil tubérculos lo podemos observar en el cuadro No. 11. Así mismo en el cuadro No. 7 podemos ver el costo de cada tratamiento empleado en el estudio.

En el cuadro No. 8 observamos la respuesta "Promedio" en términos de rendimiento e ingreso de los tres tratamientos empleados en el estudio y vemos en la columna No. 1 el rendimiento en toneladas por hectárea de cada uno de los tratamientos, en la No. 2 tenemos el costo del tratamiento en miles de pesos, en la No. 3 observamos el ingreso bruto también en miles de pesos; y finalmente en la No. 4 el ingreso ne-



CUADRO 5

Rendimientos promedio de los tres tratamientos estudiados  
divididos en tres categorías 1978

C A T E G O R I A S

TRATAMIENTOS

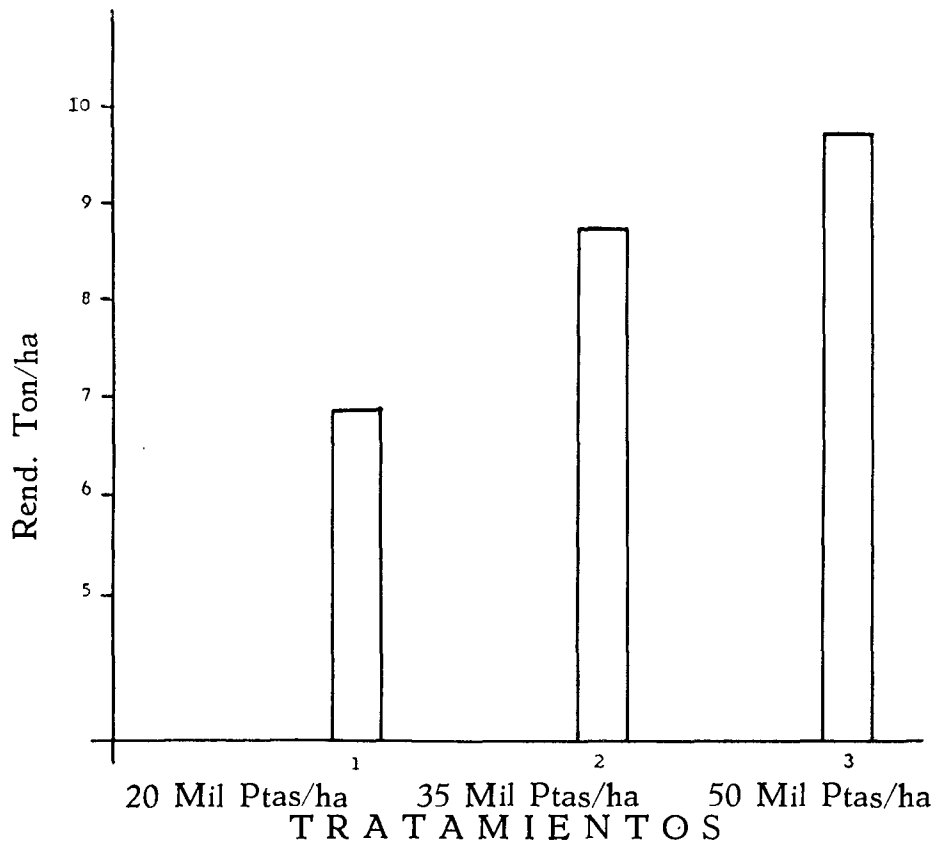
—51—

		1a.	2a.	3a.
1)	20,000	17.35	2.62	.571
2)	35,000	20.96	4.30	.855
3)	50,000	21.62	6.35	1.19

CUADRO 6 Rendimientos "promedios" de cada sitio experimental divididos en las tres categorías estudiadas, 1978.

		EXPERIMENTOS					
		1	2	3	4	5	6
CATEGORIAS	1	11.06	22.90	28.34	7.74	30.42	19.40
	2	3.60	3.53	4.86	5.54	3.14	5.90
	3	.503	.840	.801	1.460	.942	.695

FIG. 2 Rendimiento Promedio en Ton/ha de Papa en 6 Sitios experimentales de 3 tratamientos de Densidad de Población en la Zona de estudio. 1978



## CUADRO 7

Costo variable global en \$/ha. para cada uno de los tratamientos en estudio 1978.

Tratamiento	Costo Mil Tubérculos	Costo/Trat. Miles de Pesos
1) 20 000 Tubérc./ha.	371.57	7,431.40
2) 35 000 Tubérc./ha.	371.57	13,004.95
3) 50 000 Tubérc./ha.	371.57	18,578.50

Cuadro. 11. COSTO VARIABLE GLOBAL.

CUADRO 11

Costo variable global para el insumo  
"semilla" de papa Var. "Rosita",  
(Mil tubérculos) Junio 1978.

CONCEPTO	COSTO P/1000 Tub.
Costo Semilla (5,000.00 Ton.).....	357.00
Costo Insecticida (633.60 Kg.).....	6.59
Flete hasta el terreno (\$ 100.00 Ton.).....	6.94
Carga y Descarga (\$ 15.00 Ton.).....	1.04
Costo Total para 1000 Tubérculos:	<u>371.57</u>

## CUADRO 8

Respuesta "promedio" en términos de rendimiento e ingreso de 3 tratamientos de densidad de población.

Tratamiento	1 Rend. en Ton./ha.	2 Costo del Trat. \$ Miles	3 Ingreso Bruto \$ Miles	4 Ingreso Neto \$ Miles
20 000 Tubérc./ha	6.85	7.43	23.97	16.54
35 000 Tubérc./ha	8.71	13.00	30.48	17.48
50 000 Tubérc./ha	9.72	18.58	34.02	15.44
Precio/Ton. de papa var. "Rosita" sin importar categoría \$ 3,500.00.				

## CUADRO 9

Respuesta "promedio" en términos de rendimiento e ingreso de 3 categorías de papa 1978

Categoría	Rend. Ton./ha.	Ingreso Bruto
1a. ( 45 Mmo > )	19.98	119.88
2a. ( 38-44 Mm )	4.48	22.40
3a. (< de 38 Mm )	0.87	2.61
(*) Precio por categoría de Papa:		
	1a. 6.00	1 Kg.
	2a. 5.00	1 Kg.
	3a. 3.00	1 Kg.

to que resulta al restar el ingreso bruto menos el costo del tratamiento, y podemos observar que el mayor ingreso neto promedio corresponde al tratamiento con 35,000 mil plantas por hectárea al que corresponden \$ 17,480.00. Al observar las cifras para el tratamiento No. 3 con 50,000 mil plantas, vemos que aunque se obtuvo un mayor rendimiento (Columna 1) el ingreso neto decrece, ésto debido al mayor costo del tratamiento.

Ahora analizando la respuesta "promedio" en términos de rendimiento e ingreso bruto de las tres categorías contempladas en el estudio, representadas en la Fig. No. 3, y presentadas en el cuadro No. 9, podemos observar la gran diferencia que nos representan en rendimiento y por consiguiente en ingreso cada una de las categorías estudiadas, ésto debido a los altos rendimientos obtenidos de papa de 1a. categoría en relación a las otras dos y, a que los precios fluctúan de mayor a menor, conforme disminuye el tamaño del tubérculo, como se puede observar en el mismo cuadro.

En el cuadro No. 10 observamos la respuesta promedio en términos de rendimiento e ingreso a la interacción de los tratamientos por las categorías.

Observando dicho cuadro, se aprecia que de las tres categorías, la 1a. es la que presenta rendimientos superiores con respecto a la 2a. y 3a. Es decir que la mayor producción la forman papas de tamaño comercial, le sigue en rendimiento las de tamaño intermedio y pequeñas. Sin embargo en los tres casos se ve un marcado incremento en la producción al pasar de 20 a 50,000 tubérculos/Ha.

Esto mismo se aprecia para el ingreso neto; se ve que al pasar de 20 a 35,000 tubérc/Ha, hay un aumento de cerca de \$ 14000/Ha. pero al aumentar a 50,000 tubérc/Ha. apenas llega a \$ 5000/Ha.



CUADRO 10

Respuesta "Promedio" en términos de rendimiento e ingreso a 3 tratamientos de densidad de población dividida en 3 categorías, 1978.

C A T E G O R I A S

Tratamiento	C A T E G O R I A S				Costo/Trat. Miles D'Pesos	Ing./Bruto Miles D'Pesos	Ing. Neto/Trat. Miles D'Pesos
	1 Ton./ha.	2 Ton./ha.	3 Ton./ha.	M de las 3 cats. Ton./ha.			
20 000 Tubérc./ha.	17.35	2.62	0.57	20.54	7.43	71.89	64.46
35 000 Tubérc./ha.	20.96	4.31	0.85	26.12	13.00	91.42	78.42
50 000 Tubérc./ha.	21.62	6.35	1.19	29.16	18.58	102.06	83.48

(\*) Precio/ton. de papa var. "Rosita" 3,500.00

## VII.—CONCLUSIONES Y RECOMENDACION

De acuerdo con los resultados encontrados en el presente trabajo y la discusión de los mismos se concluye lo siguiente:

1. De la primera hipótesis. El análisis de varianza realizado en conjunto a los 6 ensayos de campo para la variable rendimiento de papa, muestra que el efecto de tratamientos sobre aquella, fué significativo al 1% de probabilidad. Por lo tanto esta hipótesis no se rechaza.

2. De la segunda hipótesis. El análisis de la variable rendimiento de papa para las tres categorías estudiadas, indica que a densidades mayores de 35,000 plantas/Ha, el desarrollo de los tubérculos es menor presentándose un mayor rendimiento de papa de 2a. y 3a. categorías.

De acuerdo con lo encontrado, esta hipótesis no se puede rechazar.

### RECOMENDACION

Con la metodología empleada en este trabajo se encontró que la dosis óptima económica en función de densidad de población para el cultivo de la papa a la que nos conduce el trabajo realizado en la región; pensando en la producción de papa de tamaño comercial es de 35,000 plantas/Ha.

## VIII.—RESUMEN

El Estado de México aportando el 9% de la producción nacional de papa en una superficie aproximada de 4,100 hectáreas, que abarcan los municipios de Zinacantepec, Santiago Tlanquistenco y Toluca entre otros y para los cuales no existe una experiencia en investigación agronómica, respecto a la densidad de población a emplear en este cultivo, fué lo que motivó el presente trabajo. En la región se encuentran diferentes clases de suelos y sistemas de producción.

De acuerdo a su aspectos morfológicos y a su importancia respecto a la superficie que cubren en el área de estudio, se identificaron tres tipos de suelo: suelos con piso arcilloso, suelos ricos en materiales amorfos y suelos aluviales. Según el manejo que les dá el agricultor y de acuerdo a la disponibilidad de agua, se identificaron cuatro sistemas de producción: Agricultura de riego, Agricultura de punta de riego, Agricultura de humedad residual y Agricultura de temporal.

En el ciclo agrícola 1974 se llevaron a cabo seis experimentos en la región que abarca este estudio con el objeto de encontrar la dosis óptima económica para el factor densidad de población con el cultivo de la papa.

Para lograr el objetivo se plantearon las siguientes hipótesis:

1) La densidad de siembra es un factor importante que limita el rendimiento de la papa en la zona de estudio.

2) La densidad de siembra afecta directamente el desarrollo y la producción de tubérculos para semilla y tubérculos comerciales.

Para probar las hipótesis mencionadas, se establecieron seis experimentos de la región de estudio donde la variable fué la densidad de población; manteniendo constantes los demás factores, como son fertilización, oportunidad de aplicación, variedad, etc.

Se probaron tres tratamientos 20, 35 y 50 mil plantas, respectivamente y se dividieron sus rendimientos en tres categorías o tamaños: 1a. Categoría (45 Mm. o >) 2a. Categoría (38 a 44 Mm.) y 3a. Categoría (< de 38 Mm.).

Los rendimientos así obtenidos se transformaron a Ton/ha y se practicó un análisis de varianza y económico para los seis sitios experimentales.

De acuerdo al análisis practicado en conjunto para los seis ensayos para la variable rendimiento de papa, muestra que el efecto de tratamiento sobre aquella fué significativo al 1% de probabilidad.

Respecto a las tres categorías estudiadas indica, que a densidades mayores de 35,000 plantas/ha. el desarrollo de los tubérculos es menor, presentándose un mayor rendimiento de papa de 2a. y 3a. categoría.

En concordancia con el tipo de respuesta de cada tratamiento y sin olvidar el factor económico, la dosis óptima económica para el factor de variación densidad de población con el cultivo de la papa fué de 35,000 plantas por hectárea para la producción de tubérculos de primera categoría.

## IX.—BIBLIOGRAFIA

- 1) Allen E.J. (1972) The effect of row width on the yield of three potato varieties. *J. Agric. Sci., Camb.* (1972), 79, 315-321 Department of Applied Biology, University of Cambridge.
- 2) Becerra Rodríguez Salvador (1966) Ensayo de densidades de siembra en papa en la región de Chapingo, México. Tesis profesional, Chapingo, México.
- 3) Brenner, P.M. & Taha, M.A. (1966) Studies in Potato Agronomy 1.—The effects of variety, seed size and spacing on growth, development and yield. *J. Agric. Sci., Camb.* 66,241-52.
- 4) Castillo L.R. (1972) Centro de Investigaciones Agropecuarias Sta. Elena Informe Programa; Productividad de Suelos 1972. Valle de Toluca DAGEM Estado de México.
- 5) Chukka J.A. And F.A. Steinmitz (1945) Size of Seed piece in relation to potato yields Maine Agr. Exp. Sta. Bull 438.

- 6) García E. (1973)                      Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen.
- 7) Gutiérrez Ventura Mario Antonio (1974)  
     Descripción del Método de Obtención de Variedades de Papa (*Solanum tuberosum*) Resistentes al tizón tardío (*Phytophthora Infestans*)  
     Tesis: Universidad Autónoma de Coahuila Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro"  
     Buenavista, Saltillo Coah., Octubre 1974.
- 8) Hardenburg, E.V. (1949) Relation of Size of Seed Piece on Yield.  
     In Potato Production pp. 92-92 Comstock.  
     Publishing Co., Inc. Ithaca N.Y.
- 9) Iritani W.M., Thornton R., Weller L., and O' Leary G. (1972)  
     Relationships of Feed Size, Spacing, Steam Numbers to Yield of Russet Burbank Potatoes.  
     American Potato Journal, December, 1972, Vol 49 No. 12. PP. 463-469
- 10) Centro de Investigaciones Agropecuarias Sta. Elena Estado de México.  
     Informe Productividad de Suelos, Valle de Toluca 1971.  
     CIASEEM

- 11) Leyva S. Rubén (1976) Respuesta del Maíz a Niveles de Fertilización y Densidad de Población Bajo Condiciones de Humedad Residual Normal en la Región Nor-occidental del Estado de México.  
Tesis Profesional  
Chapingo, México.
- 12) Mosley A.R. (1975) Effects of Planting Depth and Seed Type on Potato Response to Plant Population.  
Department of Horticulture  
Ohio Agricultural Research and Development Center  
Research Summary 81, Ohio. Agricultural.  
Research and Development Center Woster, Ohio, January 1975.
- 13) Nogales Vidaurri Alfredo El Mercado de la Papa en México con Especial Referencia al Mercado en el D.F.  
Chapingo, Méx., 1968.
- 14) Ortega C. del Prado Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México.  
H. Up. Cit. 17-88, 246 pp. H. et al. 1966 Parque Nal. Nevado de Toluca.
- 15) Pérez U.G. (1974) El cultivo de la Papa en el Estado de México. Circular DAGEM 66,  
Dir. de Agricultura y Ganadería del Estado de México.

- 16) Secretaría de Agricultura y Ganadería. México.  
Plan Nacional Agrícola y Ganadero y Forestal SAG  
Etapa 1969-1970.
- 17) Pohjonen Veli and Paatela Juhani (1974)  
Effect of Planting Interval and Seed Tuber Size on the gross and net Potato Yield.  
Departamento de Plant Husbandry, University Of Plant Husbandry, University of Helsinki. Viikki, SF-00710 Helsinki 71, Finland.
- 18) Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.  
Producción y Certificación de Semilla de Papa en México.  
Secretaría de Agricultura y Ganadería.  
SNICS (1975)
- 19) Reestman, A.J. (1970) Importance of the Degree of Virus Infection for the production of Ware Potatoes Potato Res. 13, 248-68.
- 20) Rojas Solórzano J. Gpe. Eutimio  
Efecto del Tamaño y Número de Brotes de Tubérculo-Semilla en el Rendimiento y otros Caracteres de la Papa (*Solanum Tuberosum L.*) Escuela Nacional de Agricultura.  
Colegio de Postgraduados Chapingo, México, 1976.