

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) A DIFERENTES NIVELES DE
NITROGENO, POTASIO Y FOSFORO, EN LA REGION PAPERA
DE QUETZALTENANGO.

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía

Por
ROLANDO ARTURO ESTRADA FRANCO

En el acto a conferirsele el título de
INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, septiembre de 1997

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Alejandro A. Hernández F.
VOCAL CUARTO	Br. Estuardo Enrique Lira Prera
VOCAL QUINTO	Br. Mynor Barrios Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo E. Méndez Beteta

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
EXAMINADOR	Dr. Antonio Sandoval (+)
EXAMINADOR	Ing. Agr. Heber Rodríguez (+)
EXAMINADOR	Ing. Agr. Salvador Castillo
SECRETARIO	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

Guatemala, septiembre de 1997

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

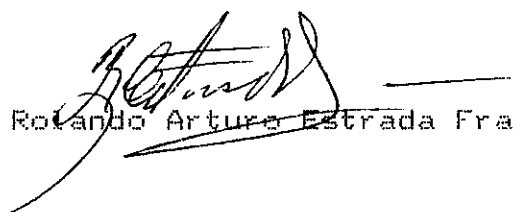
Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titular:

"EVALUACION DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA PAPA (Solanum tuberosum L.) A DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO, EN LA REGION PAPERERA DE QUETZALTENANGO.

Al presentarlo como último requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Rolando Arturo Estrada Franco



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12
Apartado Postal 1,545 Fax: 769770
Guatemala, Centroamérica

Referencia

Asunto

Guatemala, 7 de agosto de 1997.

Ingeniero Agrónomo
Rolando Lara Alecio
Decano
Facultad de Agronomía

Ingeniero Lara:

En atención al nombramiento que emitiera, para asesorar al estudiante Rolando Arturo Estrada Franco, en su trabajo de tesis titulado "EVALUACION DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L.) A DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO, POTASIO Y FOSFORO, EN LA REGION PAPERA DE QUETZALTENANGO", informo a usted que ha sido concluida la asesoría y revisión del documento final.

Por lo antes expuesto, considero que el trabajo presentado por el estudiante Estrada Franco, llena los requisitos para ser aprobada como un trabajo de tesis.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Wotzbeli Méndez E.
A S E S O R

WM/

DEDICATORIA

A:

MIS PADRES

LISANDRO ANTONIO ESTRADA CONDE
MARIA TERESA FRANCO DE ESTRADA

MI ESPOSA

OLGA ALEJANDRINA GARCIA DE ESTRADA

MIS HIJOS

ROLANDO ALBERTO, MARIA GABRIELA Y
JOSE ALEJANDRO

MIS HERMANOS

HECTOR ADOLFO ESTRADA FRANCO
EDNA LETICIA ESTRADA FRANCO

MIS SOBRINOS

HECTOR, LORENA, Y TANIA.

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS nuestro Creador, por sobre todas las cosas, pediéndole que me guíe durante mi ejercicio profesional.

Mi asesor de tesis Ing. Agr. M. Sc. Wotzbelí Méndez Estrada, por su orientación para la realización de esta tesis.

Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Alma Mater a quien debo mi formación.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, por todas las experiencias adquiridas.

Todos los amigos que de una u otra forma me estimularon con sus comentarios, para la conclusión de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
1. Origen de la papa	3
2. Importancia del cultivo	3
3. Semilla	4
4. Almacenamiento	5
5. Uso de tecnología	5
6. Plagas insectiles	6
7. Enfermedades	6
8. Virus	7
9. Importancia de los elementos mayores N-P-K y síntomas de deficiencia en el cultivo de la papa	7
3. OBJETIVOS	12
4. HIPOTESIS	12
5. MATERIALES Y METODOS	13
1. Descripción del área	13
2. Metodología experimental	14
3. Metodología de las prácticas agronómicas	17
4. Toma de datos	18
5. Metodología de análisis	19
6. RESULTADOS	20
7. CONCLUSIONES	22
8. RECOMENDACIONES	23
9. BIBLIOGRAFIA	24
10. APENDICES	26

INDICE DE CUADROS

	Página
1. Resultados experimentales de producción de papa para consumo en experimentos, en diferentes localidades. Años 1979-1980.	11
2. Lista de tratamientos de la matriz Plan Fuebla I, para tres factores.	16
3A Características químicas de los suelos donde se instalaron los experimentos.	26
4A Características químicas de los suelos donde se instalarons los experimentos.	26
5A Rendimientos promedio por tratamiento de las cinco localidades estudiadas. Expresada en tm/ha.	27

EVALUACION DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L.) A DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO POTASIO, FOSFORO EN LA REGION PAPERA DE QUETZALTENANGO.

RESPONSE OF POTATO CROP (Solanum tuberosum L.) TO DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN, POTASSIUM, PHOSPHORUS IN THE POTATO REGION OF QUETZALTENANGO

RESUMEN

"La papa es nativa de la cordillera andina Sudamericana, donde ha servido como producto principal en la dieta del habitante nativo por siglos o milenios. Fue introducida en España poco antes de 1573" (3).

La papa es la planta dicotiledónea más importante como fuente de alimentación humana, ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo y es superada solamente por gramíneas como trigo, arroz, maíz y cebada.

De los países centroamericanos Guatemala es el mayor productor de papa, es un país con potencial para el cultivo, en donde se siembran alrededor de 10,000 hectáreas. Sin embargo, actualmente ha aumentado el interés de muchos agricultores por conocer los sistemas técnicos empleados para producir tan preciado tubérculo, pues "La Papa es un cultivo que, bajo condiciones buenas y con tecnología adecuada, produce buenas ganancias para el agricultor"; razón por la cual existe tal interés aunado a que otros cultivos tradicionalmente sembrados en el altiplano occidental, no ofrecen utilidades de importancia.

Aproximadamente el 65% del área cultivada con papas en Guatemala, se encuentra en la región occidental y el Departamento de Quetzaltenango es de los más importantes. El cultivo de la Papa requiere de una cantidad relativamente grande de capital. Los rendimientos en la región evaluada van desde las 5 hasta las 40 toneladas por hectárea y es la fertilización uno de los factores que inciden en una alta o baja rentabilidad tomando en consideración las diferentes dosis utilizadas, las que oscilan entre 0.4 y 1.2 tm/ha de 15-15-15 de nitrógeno, fósforo y potasio.

Uno de los objetivos del presente estudio, es encontrar

alternativas de fertilización que permitan rendimientos aceptables para el productor.

Las localidades evaluadas fueron :

<u>Cantón - Aldea</u>	<u>Municipio</u>
El Llano	San Juan Ostuncalco
Buena Vista	" " "
Siguilá	" " "
Progreso	La Esperanza
Chuicaracoj	Quetzaltenango

La altura sobre el nivel del mar oscila entre 2,200 y 2500 m, y los suelos están clasificados en la serie Ostuncalco (15).

- Suelos excesivamente drenados, poco profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea, blanca y suelta, en un clima frío, húmedo-seco.

Se evaluó a través de un diseño de Bloques al Azar con cuatro repeticiones.

El promedio de rendimiento entre localidades varió de 16.25 tm/ha a 20.92 tm/ha siendo la diferencia entre ambas de 4.67 tm/ha. El promedio de rendimiento entre tratamientos varió de 16.98 tm/ha a 19.95 tm/ha con una diferencia de 2.97 tm/ha correspondiendo el más bajo, al tratamiento testigo del agricultor.

Al efectuar la técnica de Yates para determinar los efectos mínimos significativos y sus interacciones, no se encontró diferencia significativa para ninguno de los factores en ningún ambiente estudiado.

Los análisis estadísticos no mostraron significancia alguna, lo que en teoría nos conduce a recomendar el mínimo de dosis de fertilización que en éste caso es solo de nitrógeno.

Sin embargo, la experiencia nos obliga a recomendar investigar un mayor número de localidades y a ampliar los espacios de exploración en las dosis de fertilización evaluadas. El uso de materia orgánica es un factor determinante que necesariamente tendrá que considerarse en futuras investigaciones.

1. INTRODUCCION:

Guatemala es un país con potencial para el cultivo de la Papa, en donde se cultivan alrededor de 10,000 hectáreas. (6) Sin embargo, actualmente ha aumentado el interés de muchos agricultores por conocer los sistemas técnicos empleados para producir tanpreciado tubérculo, pues la papa es un cultivo que, bajo condiciones buenas y con tecnología adecuada, produce buenas ganancias para el agricultor; razón por la cual existe tal interés aunado a que otros cultivos tradicionalmente cultivados principalmente en el altiplano occidental, no ofrecen utilidades de importancia para quienes deseando obtener mayores ingresos económicos para la familia ven frenado su esfuerzo por la baja rentabilidad que para ellos representa la siembra de maíz, trigo, frijol y otros que comunmente se siembran para autoconsumo. "Se menciona como promedio de rentabilidad económica para el maíz 44%, para el trigo el 70% y para papas 159%. (7)

Aproximadamente el 65% del área cultivada con papas en Guatemala, se encuentra en la región occidental (8) y el departamento de Quetzaltenango es de los más importantes para dicho cultivo ocupando un lugar preponderante los municipios de San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, San Juan Ostuncalco, San Mateo, La Esperanza, Almolonga y la propia cabecera departamental de Quetzaltenango.

El cultivo de la Papa requiere de una cantidad relativamente grande de capital. Los rendimientos en la región evaluada van desde las 5 a las 40 toneladas por hectárea (11) y es la fertilización uno de los factores que inciden en una alta o baja rentabilidad tomando en consideración las diferentes dosis utilizadas, las que oscilan entre 0.4 y 1.2 tm/ha de 15-15-15, nitrógeno, fósforo y potasio.

2. REVISION DE LITERATURA:

1. Origen de la Papa:

"La papa es nativa de la cordillera andina Sudamericana, donde ha servido como producto principal en la dieta del habitante nativo por siglos o milenios. (3) Fue introducida en España poco antes de 1573, donde fuera mencionada por primera vez como fuente de alimento. En 1576 en Inglaterra, herbarios botánicos refieren sobre su uso por primera vez. Del norte de Europa fue llevada a América del Norte en 1719 y cultivada en las colonias. (3).

2. Importancia del Cultivo:

2.1 Como fuente de alimento humano.

La papa es la planta dicotiledónea más importante como fuente de alimentación humana, ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo y es superada solamente por gramíneas como trigo, arroz, maíz y cebada. (3).

El contenido de carbohidratos es de 18.2%, proteínas 2.8% y grasa 2%. (18). El rendimiento en proteína por unidad de área excede al trigo, arroz y maíz por factores de 2.02, 1.33 y 1.20 respectivamente. (3). Este tubérculo es rico en carbohidratos productores de energía y una de las mejores fuentes conocidas de aminoácidos. (6)

2.2 Como fuente de ingresos económicos.

2.2.1 Exportación. De los países centroamericanos Guatemala es el mayor productor de papa; aunque los demás producen, siempre importan. La producción que no se consume en Guatemala, es exportada. (18)

2.2.2 Comercialización Interna.

Su comercialización interna es uno de los principales factores limitantes, razón por la cual unos años se siembra más que otros debido principalmente a que en épocas de concentración de cosechas, los precios son tan bajos que no representan ninguna utilidad para el agricultor, obligándolo al siguiente año a disminuir el área de siembra, lo que eventualmente incrementa los precios y por lo tanto la rentabilidad del cultivo.

(18) Los mejores precios se presentan de noviembre a mayo y bajan considerablemente de junio a octubre.

Aproximadamente el 35% de la producción es exportada normalmente a los países vecinos de El Salvador, Honduras y Nicaragua, tanto papa para consumo como para semilla. (7)

En Guatemala, el consumo per-cápita anual oscila entre 4 y 5 kg, consumiéndose propiamente en el hogar o a través de la industria como papalinas y un porcentaje alto en restaurantes

3. Semilla: (Producción de Semilla).

Es otro de los grandes factores limitantes por cuanto que a la fecha son pocos los agricultores dedicados a la producción de

semilla certificada o mejorada y la misma no es suficiente para abastecer el mercado local, lo que provoca que la gran mayoría de agricultores utilicen semilla de mala calidad, proveniente de la "terminal" y normalmente los residuos de su cosecha anterior o lo que puedan obtener de agricultores (de Concepción Chiquirichapa, San Martín Sacatepéquez y otros municipios de Quetzaltenango) que no proporcionan a su cultivo el tratamiento requerido para la producción de semilla con los mínimos requisitos para denominarla como tal. (8)

4. Almacenamiento:

Los agricultores no cuentan con sistemas adecuados para almacenar el producto, lo que les obliga a vender inmediatamente después de la cosecha a los intermediarios quienes aprovechan tal situación no permitiéndole al agricultor la alternativa de buscar mejores precios a su producto; se agudiza la situación cuando el agricultor se ve presionado por necesidades de tipo económico normales en época de cosecha por la inversión efectuada durante el ciclo del cultivo. (6)

5. Uso de Tecnología:

Las técnicas utilizadas por los agricultores, no son las más adecuadas siendo ello la razón por la cual los rendimientos promedio en el país son de aproximadamente 7.0 TM por hectárea. (11)

La asistencia técnica es deficiente, la utilización de

pesticidas en el control fitosanitario y la fertilización química, son una práctica generalizada pero no en las dosis adecuadas ni en las épocas propicias en un alto porcentaje por la falta de recursos económicos. (11)

6. Plagas Insectiles:

Se mencionan las más importantes a continuación.

Del suelo: Gusanos cortadores, gallina ciega, gusano alambre.
(10)

Del follaje: Nemátodos, pulgones, minadores, chicharrita, gusanos masticadores. (10)

Del tubérculo: Es importante mencionar la polilla o palomilla de la papa (Scrobipalopsis solanivora Povolni) que ocasiona grandes pérdidas a los agricultores por los ataques de las larvas disminuyendo la calidad del producto y por lo tanto los rendimientos afectando con ello la rentabilidad del cultivo.

En el mercado se encuentra una diversidad de insecticidas que pueden controlar las plagas mencionadas, pero requieren de una acción bien programada aplicando los mismos en el momento oportuno.

7. Enfermedades:

Las principales enfermedades fungosas y bacteriales que presentan características alarmantes en nuestro medio son:

- Tizón Tardío (Phytophthora infestans Mont) De Vari
- Tizón Temprano (Alternaria solani)

- Viruela (Rhizoctonia solani)
- Pierna Negra (Erwinia sp)
- Moco (Pseudomonas solanacearum)
- Pudrición Seca (Fusarium sp). (10)

8. Virus:

Se presentan en gran porcentaje disminuyendo los rendimientos. Los principales son: Enrollamiento (PLRV) y Mosáicos Suaves y Severos (Virus Y, X, S, M, etc). También presenta problemas el micoplasma denominado "Punta Morada". Todos los anteriores se transmiten principalmente por insectos, contacto y por semilla. (8, 10)

9. Importancia de los elementos mayores (Nitrógeno, Potasio y fósforo) y síntomas de deficiencia en el cultivo de la papa.

La planta de papa, como todos los vegetales necesita extraer los nutrientes disueltos en el agua absorbidos por las raíces, para utilizarlos como constituyentes y reguladores del metabolismo. Los principales elementos son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Además requiere de otros que absorben en menores cantidades.

Debido a que la patata forma una cantidad grande de materia seca en un período vegetativo relativamente corto, su demanda de nutrientes resulta ser elevada. (13)

Se describen a continuación las necesidades y síntomas de deficiencia de N-P-K en papa observada por diferentes medios

científicos.

9.1 Deficiencia de nitrógeno:

Se manifiesta en las hojas un color verde pálido, amarillento. En los bordes de los folíolos apicales parece una fina banda castaño oscuro, que se curva suavemente hacia arriba, se produce una defoliación anticipada. El crecimiento de la planta es reducido y está compuesto por tubérculos pequeños. (2) Las nervaduras retienen el color verde normal por un tiempo más prolongado que el tejido internerval. La magnitud de la deficiencia determina la severidad del Enanismo, Clorosis, Caída de las hojas inferiores y reducción del rendimiento. (3)

9.2 Importancia del nitrógeno:

Es un elemento indispensable en la formación de albúminas vegetales, las que forman tallos vigorosos y hojas abundantes, que permitirán buena superficie de asimilación de elementos indispensables para producir almidón y un buen tubérculo. (8)

En las prácticas agrícolas, los fertilizantes nitrogenados suministran nitratos y sales de amonio. (14)

El uso excesivo del fertilizante nitrogenado crea efectos nocivos además de aquellos que se reflejan en las ganancias. Estos pueden, y generalmente lo hacen, perjudicar la calidad del cultivo e intensificar los problemas de contaminación del agua del suelo y de las corrientes de agua. (12)

El efecto del nitrógeno se manifiesta exteriormente por medio

de un mayor y más rápido desarrollo de los tallos y hojas, así como por la prolongación del período de formación de los tubérculos y el retraso de la madurez. Un exceso de nitrógeno, especialmente en presencia de ligera cantidad de ácido fosfórico y potasa, fomenta el desarrollo unilateral del follaje a expensas de la formación y del contenido de almidón de los tubérculos. (13)

9.3 Deficiencia del fósforo:

El fósforo es un elemento esencial durante el período inicial de desarrollo de la planta, lo mismo que durante la tuberización. La deficiencia al estado de planta joven retarda el crecimiento apical por lo que las plantas se quedan pequeñas, ahusadas y algo rígidas. (3) Las hojas comienzan por ralearse y, según las variedades, cambian su color, que puede variar desde un verde destefido hasta un tono ligeramente pardo rojizo. Se retarda la madurez de la planta, se reduce el desarrollo radicular y hay menos producción de tubérculo tanto en cantidad como en tamaño. (2)

9.4 Importancia del fósforo:

Participa en los fenómenos metabólicos y energéticos. El metabolismo de los hidratos de carbono es regulado en la planta por el fósforo. Participa en la formación de azúcar y almidón, favoreciendo la maduración del tubérculo. (8)

9.5 Deficiencias del potasio:

El potasio es necesario para el desarrollo normal de la

planta. Es un elemento que tiene alta capacidad de movilización dentro de la planta y cuando está bajo relativa deficiencia, las hojas se broncean, se vuelven necróticas y alcanzan la senescencia antes de tiempo. Cuando la deficiencia de potasio es aguda, el punto de crecimiento se ve afectado produciéndose muerte regresiva (die back) generalizada. Las plantas se quedan pequeñas, engrosadas, presentan entre nudos cortos y el follaje tiene apariencia mustia, debido a que las hojas se arquean hacia abajo. (3)

9.6 Importancia del potasio:

Igual que en todas las plantas cuyo cultivo está destinado a la producción de carbohidratos, el potasio desempeña un papel importante en la patata.

Ello se infiere también de la elevada cifra de extracción de este elemento.

El potasio proporciona firmeza al tejido celular de la papa, de ahí que tubérculos procedentes de plantas afectadas por deficiencias potásicas sean sumamente susceptibles a la magulladura. (13)

Los síntomas son más severos en suelos sueltos, ligeramente alcalinos, y bajo condiciones de sequía.

En los últimos estados, se produce la muerte anticipada de los folíolos superiores más desarrollados. (2)

CUADRO 1: RESULTADOS EXPERIMENTALES DE PRODUCCION DE PAPA PARA CONSUMO EN EXPERIMENTOS, EN DIFERENTES LOCALIDADES - AÑOS 1979-1980.

AÑO	1979				1980						
LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
DOE	NIVELES										
N	90	90	90	90	90	90	60	60	90	60	81
P ₂ O ₅	40	80	40	80	00	80	00	00	40	40	40
K ₂ O	00	59	60	30	30	60	00	30	30	00	30
D	30	43	40	40	30	40	30	35	30	30	35

FUENTE: Prueba de tecnología, Región VI ICTA.

De acuerdo a datos de dos años de estudio (1979-80) cuadro 1, y el análisis por Dosis Optima Económica (DOE), permiten formular la recomendación:

N	81	Kilogramo por hectárea		
P ₂ O ₅	40	"	"	"
K ₂ O	30	"	"	"
Densidad de población	35	miles de plantas por hectárea.		

El rendimiento esperado es de 27 toneladas métricas por hectárea. (9)

3. OBJETIVOS

- Encontrar alternativas de fertilización que permitan rendimientos aceptables para el productor.

4. HIPOTESIS

- Los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio evaluados, tienen igual efecto sobre el rendimiento.

5. MATERIALES Y METODOS:

1. Descripción del Área:

Localidades evaluadas en el estudio:

Cantón - Aldea	Municipio
El Llano	San Juan Ostuncalco
Buena Vista	" " "
Siquilá	" " "
Progreso	La Esperanza
*Chuicaracoj	Quetzaltenango

* La ecología predominante, clima y tipo de suelos de esta localidad es representativa de las condiciones de la Región de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez. Dos municipios en los cuales aproximadamente el 60% de las tierras cultivables se siembran con papa. La altura sobre el nivel del mar oscila entre los 2.400 m estando los suelos clasificados en la serie Ostuncalco.

- Suelos excesivamente drenados, poco profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea, blanca y suelta, en un clima frío, húmedo-seco. Ocupan relieves de ondulados a muy inclinados a bastante altura en la parte oeste de las montañas volcánicas de Guatemala.

La vegetación natural consiste, en su mayoría de bosques de pino y ciprés. Estos suelos se han desarrollado sobre ceniza nueva que cayó en 1902 cuando hizo erupción el Volcán Santa María.

2. Metodología Experimental:

2.1 Espacios de Exploración:

N = 60 - 90 - 120 - 150 kg/ha

P₂O₅ = 00 - 40 - 80 - 120 kg/ha

K₂O = 00 - 30 - 60 - 90 kg/ha

2.2 Diseño de Tratamientos:

Los tratamientos seleccionados provienen de un diseño factorial, la matriz Plan Prueba I. (16) En esta matriz está involucrado el conocimiento agronómico sobre la relación de respuesta de un cultivo en conjunto, a varios factores limitativos. (17) El número de tratamientos de esta matriz, es igual a la expresión $2^k + 2^k$ (4); a los que se adicionó un tratamiento testigo.

La matriz Plan Puebla I consiste en un núcleo de tratamientos 2^k donde K es el número de factores. Estos 2^k tratamientos se integran con el 2do. y 3er. nivel de cada factor. (16) Los niveles 1ro. y 4to. se usan para formar prolongaciones (representadas por $2K$) de alguna de las aristas del Factorial 2^k . (4)

Para el caso de tres factores en estudio, tendremos $2^3 + 2$

3×3 que es igual a $8 + 6 = 14$ tratamientos: siendo los primeros 8 que corresponden a la parte factorial y 6 que corresponden a las prolongaciones.

Su distribución espacial se presenta en la figura 1 y el listado de los mismos en el cuadro 2.

2.3 Diseño Experimental:

Se evaluó a través de un diseño de Bloque al Azar con cuatro repeticiones de acuerdo al modelo estadístico siguiente:

$$Y_{i,j} = M + R_i + T_j + E_{i,j}$$

De donde:

$Y_{i,j}$ = Una observación

M = Media general

R_i = Repeticiones

T_j = Tratamientos

$E_{i,j}$ = Error experimental

$i = 1, \dots, 4; j = 1, \dots, 14$

CUADRO 2: LISTA DE TRATAMIENTOS DE LA MATRIZ PLAN PUEBIA I PARA TRES FACTORES.

NUMERO	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	
1	90	40	30	-----
2	90	40	60	
3	90	80	30	
4	90	80	60	Parte Factorial. 2 niveles.
5	120	40	30	2 ³ = 8 Tratamientos
6	120	40	60	3 Factores al
7	120	80	30	Cubo
8	120	80	60	-----
9	60	40	30	Prolongaciones
10	150	80	60	de nitrógeno
11	90	00	30	Prolongaciones
12	120	120	60	de fósforo
13	90	40	0	Prolongaciones
14	120	80	90	de potasio

2.4 Tamaño de Parcela:

La parcela experimental sujeta a evaluación fue de dos surcos de 4.20 metros de largo; distanciados entre sí a 0.90 metros, con catorce tubérculos semilla por surco a 0.30 metros de separación (9), cosechándose en total 7.56 metros cuadrados por parcela.

2.5 Epoca de Aplicación del Fertilizante:

Al momento de la siembra.

2.6 Variedad de papa utilizada:

Loman, que es la variedad mas utilizada por los agricultores

de la región.

2.7 Fuentes de Fertilizante:

N = Urea al 46% de nitrógeno

P = Triple fosfato al 46% de P_2O_5

K = Muriato de Potasio al 60% de K_2O

3. METODOLOGIA DE LAS PRACTICAS AGRONOMICAS:

El presente estudio se condujo en terrenos de pequeños agricultores de la región papera de Quetzaltenango y las prácticas fueron similares a las tradicionalmente empleadas en la zona.

- Preparación del Terreno: Este consistió en un barbecho o picado profundo, efectuado con azadón. En este trabajo normalmente se incorporan los residuos de la cosecha anterior.
- La siembra se realizó sobre terreno bien mullido, sin camellón, abriendo surco para depositar la semilla en forma manual al fondo del mismo.
- Fertilización: El fertilizante se colocó al fondo del surco, cubriéndolo parcialmente con tierra, debajo de la semilla.
- Control de Plagas:
Del Suelo: Se aplicó sobre la semilla carbofuran al 3% a razón de 80 kilogramos por hectárea.

Del Follaje: Se efectuaron seis aplicaciones alternando productos insecticidas de efecto sistémico y de contacto.

Control de Enfermedades: A la Siembra: Se aplicó Pentacloro Nitrobenceno al 75% en aspersion sobre la semilla en dosis de 20 kilogramos por hectárea.

Al Follaje: Se efectuaron aplicaciones preventivas cada 8 días utilizando productos conocidos en la región. Se adicionó adherente en todas las aplicaciones.

Control de Malezas: Se realizó a mano y con azadón, la primera a los 25 días con una calza superficial o media calza y la segunda a los 45 días con una calza completa formando camellón alto. Por exceso de lluvias, la primera y segunda calza mencionadas, fue necesario rectificarlas a los 7 días después de efectuadas. El follaje a la madurez fisiológica de la planta, se eliminó en forma manual con machete. La cosecha se efectuó a mano, volteando el surco o camellón con azadón.

4. Toma de Datos:

Durante el cultivo:

Incidencia de plagas, enfermedades y virus.

A la cosecha:

Rendimiento por tratamiento, clasificando en categorías de primera, segunda, tercera, cuarta, deforme y podridas.

5. METODOLOGIA DE ANALISIS:

Se principió con el método Gráfico Estadístico. (16)

Este método comprende una serie de pasos consecutivos que se inician con un análisis de varianza para determinar significancia entre tratamientos, cuadrado medio del error (CME) y el coeficiente de variación. El siguiente paso consiste en utilizar el Método de Yates para separar el efecto total de los factores individuales y sus interacciones lo que permite detectar la significancia de cada uno de ellos, para proceder posteriormente a agrupar tratamientos del o de los factores no significativos.

Lográndose una mayor precisión en él o los factores significativos al graficar su respuesta, ya que de esta manera el mayor número de observaciones, redundan en una mejor precisión al determinarse la Dosis Óptima Económica. (5)

Se determinó la significancia por la Prueba de F para repeticiones y tratamientos, y se midió la confiabilidad de cada experimento por el coeficiente de variación.

Se utilizó el Método de Yates ya que es recomendado para medir el efecto del factor y sus interacciones que en la Prueba F no se detecta. (5)

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Del Análisis de Suelos:

Con el propósito de determinar el estado de fertilidad natural de los suelos en cada una de las localidades en donde se efectuó el estudio, se realizó un muestreo de los mismos; los que fueron analizados en el laboratorio de la Disciplina de Suelo de el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, se analizaron usando el método de Solución Extractora de Carolina del Norte.

Estos resultados y otras características se presentan en los Cuadros 3A y 4A, del anexo, en los cuales se observa que las localidades seleccionadas son representativas de la región papera más fuerte de Quetzaltenango. El pH de los suelos puede considerarse ligeramente ácido. Para papa los suelos apropiados deben estar entre 5.0 y 6.0 siendo el más recomendado el pH de 5.5. De acuerdo a los resultados de laboratorio, las cinco localidades estudiadas tienen un pH adecuado para el cultivo de papa. El estado de fertilidad natural de las localidades con respecto a los niveles críticos de fósforo y potasio; 12.5 y 100 microgramos/ml respectivamente, es variable y encontramos que: las localidades 4 y 5 se encuentran ligeramente arriba y las localidades 1, 2 y 3 muy arriba del nivel crítico en lo que a fósforo se refiere. En el caso del potasio, sólo la localidad 1 se encuentra ligeramente abajo del nivel crítico, la 2 está en el nivel crítico y las localidades 3, 4 y 5 arriba del mismo. La relación calcio-

magnesio, se encuentra aceptable para las localidades 1, 2, 4 y 5 y ligeramente baja para la localidad 3.

DE LOS RENDIMIENTOS Y DE LOS ANALISIS DE VARIANZA:

En el Cuadro 5A se presentan los rendimientos promedio obtenidos en cada tratamiento y en todas las localidades evaluadas. Se presenta también el promedio por tratamiento de las 5 localidades y el promedio de rendimiento por localidad así como los coeficientes de variación de cada sitio experimental. El promedio de rendimiento entre localidades varió de 16,250 kg/ha a 2,0.920 kg/ha siendo la diferencia entre ambas de 4.67 tm/ha.

El promedio de rendimiento entre tratamientos varió de 16.980 kg/ha a 19.950 tm/ha con una diferencia de 2,970 kg/ha correspondiendo el más bajo, al tratamiento testigo del agricultor.

Los coeficientes de variación anotados en el mismo cuadro se consideran normales entre un rango establecido como permisible para esta clase de estudios.

De acuerdo a los análisis de varianza, al aplicar la prueba de F, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos al 0.05 y 0.01%, a todos los tratamientos.

7. CONCLUSION

Los análisis estadísticos no mostraron significancia alguna, lo que en teoría nos conduce a recomendar el mínimo de dosis de fertilización que en éste caso es solo de nitrógeno.

8. RECOMENDACION

La experiencia nos obliga a recomendar investigar un mayor número de localidades y a ampliar los espacios de exploración en las dosis de fertilización evaluadas. El uso de materia orgánica es un factor determinante que necesariamente tendrá que considerarse en futuras investigaciones.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ALONZO, P.F. Insecto-plagas de la papa. [1980].
Sin Publicar.
2. CALDERON, A.V. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Buenos Aires, Argentina, Emisferio Sur. 143 p.
3. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. (Perú). 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Trad. por Teresa Ames de Icochea. Perú. 166 p.
4. ESTRADA, L.L.A. Metodología de investigación utilizada para la obtención y análisis de resultados sobre prácticas mejoradas para la producción de cultivos.
Sin Publicar
5. HERRERA, C.J.M. 1979. Determinación de agrosistemas en el valle de Quetzaltenango para el cultivo de maíz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 111 p.
6. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS. Seminario internacional sobre almacenamiento rústico de papa (I., 1979 Guatemala). Guatemala. 98 p.
7. -----, 1980. La papa producción de semilla mejorada. 64 p.
8. -----, 1980. Curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla (I., 1980, Guatemala). 197 p.
9. -----, 1981. Presentación de resultados año 1980. Guatemala. 60 P.
10. -----, 1997. El cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala, Folleto Técnico no. 6, 23 p.
11. -----, Condiciones agro-socio-económicas de tres áreas paperas de Quetzaltenango [1979]. 18-20 p.
Sin Publicar

12. INTERNATIONAL SOIL FERTILITY, EVALUATION AND IMPROVEMENT PROGRAM. 1972. El nitrógeno del suelo, procesos de abastecimiento y requerimientos de los cultivos. USA, Boletín Técnico no. 6, 97 p.
13. JACOB, A.; UEXKULL, H. VON, 1973. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Mexico, Euroamericanas. 26 p.
14. MILLER, E. 1967. Fisiología vegetal. Mexico, Hispanoamericana. 344 p.
15. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.N. ; PINTO, J.J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
16. TURRENT, F.A.; LAIRD, R.J. 1978. El método gráfico estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. Mexico, Colegio de Postgraduados Chapingo. 38 p.
17. ----- . 1975. La matriz experimental Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos, Mexico, Programa de Postgraduados Chapingo. 48 p.
18. XUYA, C.E. 1977. Análisis de fluctuaciones en los precios de la papa. Tesis Lic. Econ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente. 92 p.

V. Ba. *Rolando Barrios*



10. ANEXOS

CUADRO 3A CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE INSTALARON LOS EXPERIMENTOS.1/

LOCALIDAD	pH	mgr/ml		meq/100 gr		Serie de Suelo
		P	K	Ca	Mg	
1. Siguilá	5.4	50.0	74	1.90	0.20	Ostuncalco
2. El Llano	5.5	50.0	100	2.40	0.27	Ostuncalco
3. Buena Vista	6.0	25.0	106	3.90	0.65	Ostuncalco
4. Progreso	5.9	17.0	166	5.30	0.60	Ostuncalco
5. Chuicaracoj	5.6	14.25	126	8.40	0.95	Ostuncalco

1/ Análisis del Laboratorio de la Disciplina de Suelos, ICTA.
Solución Extractora de Carolina del Norte.

CUADRO 4A CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE INSTALARON LOS EXPERIMENTOS.

MUESTRA	ARCILLA	%			CLASE TEXTURA	M.D
		LIMO	ARENA			
1	8.63	11.58	79.79		Franco Arenoso	5.32
2	10.59	13.43	75.98		Franco Arenoso	7.10
3	17.85	23.12	59.13		Franco Arenoso	3.24
4	15.60	23.43	60.97		Franco Arenoso	5.24
5	16.97	27.12	55.91		Franco Arenoso	5.45

MUESTRA	CT1	Ca	Mg	Na	K	H+	S.B.	Fe	Cu	Mn	Zn
1	5.53	1.68	0.32	0.17	0.29	3.87	44.48	31.6	2.8	18.3	2.3
2	4.89	2.85	0.41	0.17	0.49	0.97	80.16	40.3	3.1	21.8	2.4
3	11.56	4.87	0.91	0.20	0.55	5.03	56.49	39.6	3.8	22.8	2.7
4	16.79	5.54	0.82	0.23	0.88	9.32	44.49	13.3	2.9	12.1	1.5
5	14.86	7.04	0.72	0.18	0.66	6.26	57.87	14.6	2.8	9.2	2.8

+ Por diferencia con respecto a CT1.

Fe, Cu, Mn y Zn extraídos con HCL 0.1 Normal.

Resultados expresados en base a suelo secado al horno a 105°C.

CUADRO 5A

RENDIMIENTOS PROMEDIO POR TRATAMIENTO DE LAS CINCO LOCALIDADES ESTUDIADAS, EXPRESADAS EN tm/ha.

TRATA- MIENTO No.	TRATAMIENTOS		LOCALIDADES					\bar{x}
	N	kg/ha	1	2	3	4	5	
1	90	40	21.00	16.60	17.52	21.99	16.12	18.65
2	90	40	20.70	16.58	16.25	20.92	18.38	18.57
3	90	80	24.60	19.02	14.23	25.41	15.72	19.80
4	90	80	23.64	17.93	15.68	22.26	18.55	19.63
5	120	40	21.86	17.55	17.81	20.67	16.95	19.57
6	120	40	19.00	17.37	15.05	22.43	15.48	17.87
7	120	80	17.75	16.79	20.45	18.84	16.92	18.15
8	120	80	22.16	17.75	16.89	23.16	17.26	19.44
9	60	40	20.54	21.45	13.82	17.34	17.26	18.08
10	150	80	19.40	15.17	15.45	21.15	16.53	17.54
11	90	0	20.44	18.15	15.16	17.78	13.55	17.02
12	120	120	20.33	18.44	18.93	20.00	16.94	18.93
13	90	40	20.24	16.72	15.38	19.44	17.24	17.80
14	120	80	20.60	18.96	20.13	21.79	18.28	19.95
15	Testigo agric.		21.57	25.39	10.99	10.89	16.06	16.98
	\bar{x}		29.92	18.26	16.25	20.54	16.77	
	DMS		2.15	1.88	1.56	2.01	2.00	
	C.V.%		20.58	20.68	16.69	19.59	23.91	
	Prueba de F p/tratamientos		N.S.*	N.S.*	N.S.*	N.S.*	N.S.*	N.S.*

* N.S. = No significativo al 0.05% y al 0.01%.

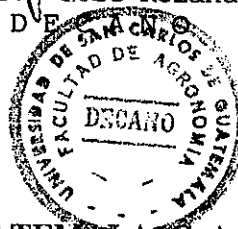


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

022/97

IMPRIMASE

Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio



APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770

