

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y MAGNESIO  
EN SUELOS BAJO EL CULTIVO DE PAPA  
(*Solanum tuberosum L.*) VARIEDAD LOMAN,  
EN EL AREA DE SAN JOSE PACUL,  
SACATEPEQUEZ

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Agronomía de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

MARCO VINICIO FERNANDEZ MONTOYA

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

Guatemala, febrero de 1981.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

01

T(438)

RECTOR

C-3

Dr. Leonel Carrillo Reeves

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMIA

|                |                                 |
|----------------|---------------------------------|
| Decano:        | Dr. Antonio A. Sandoval S.      |
| Vocal Primero: | Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona |
| Vocal Segundo: | Ing. Agr. Gustavo Méndez        |
| Vocal Tercero: | Ing. Agr. Fernando Vargas       |
| Vocal Cuarto:  | P. A. Efraín Medina             |
| Vocal Quinto:  | Prof. Edgar Franco              |
| Secretario:    | Ing. Agr. Carlos N. Salcedo Z.  |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL  
PRIVADO

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| Decano:     | Dr. Antonio A. Sandoval S.    |
| Examinador: | Dr. David Monterroso          |
| Examinador: | Ing. Agr. Ernesto Gonzáles    |
| Examinador: | Ing. Agr. Fredy Hernández Ola |
| Secretario: | Ing. Agr. Carlos Salcedo      |

Guatemala, febrero 3 de 1981.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración - el trabajo de tesis titulado:

NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y MAGNESIO  
EN SUELOS BAJO EL CULTIVO DE PAPA  
(Solanum tuberosum L.) VARIEDAD LOMAN,  
EN EL AREA DE SAN JOSE PACUL,  
SACATEPEQUEZ

Como último requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Espero que éste trabajo sea una contribución a la información necesaria para el desarrollo agrícola de nuestro país. Así mismo, que sea merecedor - de vuestra aprobación.

Respetuosamente.

Marco Vinicio Fernández

ACTO QUE DEDICO

A DIOS.

A MIS PADRES:

Oscar Fernández Contreras  
Ventura M. de Fernández.

A MIS HERMANAS:

América E. Fernández  
Nereyda H. Montoya  
Silvia A. Fernández

A MI NOVIA:

Lidia E. Garcia

A MIS CUÑADOS

A MIS FAMILIARES EN GENERAL

A MIS AMIGOS  
ESPECIALMENTE A:

Juan E. Celada  
Rolando Alvarado  
Rodolfo Silva  
Marco Tulio Díaz  
Ramiro A. Nóchez  
Ricardo Monterroso  
Oscar Estrada C.  
Luis A. Nuñez

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL GRUPO SUIZO

A LA GENTE SENCILLA DE LA FINCA EL BAUL,  
SANTA LUCIA COTZ.

## AGRADECIMIENTO

Al Grupo Suizo, que por su interés y acertada inicia  
tiva, fue posible la realización de este trabajo.

Al Ing. Agr. Tulio René García Morales, por su cons  
tante orientación como asesor del presente trabajo.

Al Ing. Agr, Salvador Castillo, por su asesoría y  
orientación en el presente trabajo.

A todas las personas que espontáneamente colabora -  
rán para llevar a feliz término el presente trabajo.

Por lo que hago público mis agradecimientos.

NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y MAGNESIO  
EN SUELOS BAJO EL CULTIVO DE PAPA  
(*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LOMAN,  
EN EL AREA DE SAN JOSE PACUL

Marco Vinicio Fernández M. *et al.*

RESUMEN

El cultivo de la papa, ha adquirido importancia creciente en Guatemala porque existe dentro de su territorio excelentes condiciones de clima y suelo, por presentar adecuadas posibilidades de mercadeo a nivel nacional como internacional y por constituir una fuente importante de energía por su elevado contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales.

Para incrementar los rendimientos de papa sin incrementar el área de cultivo, es importante conocer y controlar las condiciones de fertilidad presentes en el suelo. Por tal motivo es importante conocer la fertilidad del suelo, siendo la mejor manera el empleo de los fertilizantes basados en el análisis de muestras de suelo. De ésta manera se creo la necesidad de realizar una investigación de fertilización con niveles de nitrógeno, fósforo y magnesio.

El objetivo primordial de este trabajo es:

- Determinar si la papa responde a aplicaciones de nitrógeno, fósforo y magnesio de acuerdo a las condiciones del suelo y de esta manera obtener recomendaciones para una fertilización más adecuada.

El presente trabajo se llevó a cabo en la aldea San José Pacúl, del municipio de Santiago Sacatepéquez. La región se dedica a las actividades agrícolas. Se encuentra situada a 2000 msnm, posee una temperatura media anual de 16.0°C y una precipitación de 1100 mm.

El trabajo de investigación se realizó durante el ciclo comprendido de octubre a diciembre de 1979, utilizando para el estudio la variedad de papa reconocida con el nombre Loman.

El diseño experimental empleado fue el de Bloques al Azar y se analizó por el método factorial, con 18 tratamientos y 3 repeticiones. Sembrándose en parcelas de 3 surcos cada una, con 7 mts. de largo y 1.60 mts. de ancho, con 0.80 mts. entre surcos.

Los resultados encontrados en éste trabajo fueron:

- Que la fertilización con elementos mayores, sí tienen influencia sobre el rendimiento, principalmente cuando se aplican 60 Kg/Ha de N y 80 kg/Ha de P.
- También se determinó que la fertilización con compuestos de magnesio directamente al suelo no deben hacerse al momento de la siembra, ya que la planta de papa no muestra respuesta estadística a esta, en la producción.



Esta investigación contribuirá a la diversificación de cultivos, al ayudar en parte en la aportación de datos para un cultivo más rentable en la zona; así como a aumentar los rendimientos mediante un programa de fertilización más adecuado.

## CONTENIDO

|      | Pag  |    |
|------|--|----|
| I    | INTRODUCCION                                 | 1  |
| II   | OBJETIVOS                                    | 2  |
| III  | HIPOTESIS                                    | 3  |
| IV   | REVISION DE LITERATURA                       | 4  |
|      | 1. Origen y Distribución                     | 4  |
|      | 2. Clasificación Botánica                    | 5  |
|      | 3. Descripción de la Planta                  | 5  |
|      | 4. Valor Alimenticio                         | 9  |
|      | 5. Requerimientos para su Cultivo            | 11 |
|      | 6. Respuesta a los Fertilizantes             | 16 |
|      | 7. Situación Actual de Cultivo               | 19 |
| V    | MATERIALES Y METODOS                         | 20 |
|      | 1. Localización                              | 20 |
|      | 2. Suelos                                    | 20 |
|      | 3. Descripción de la variedad Utilizada      | 21 |
|      | 4. Selección de los Tratamientos             | 22 |
|      | 5. Material y Unidad Experimental            | 24 |
|      | 6. Fuentes de Nutrimiento                    | 24 |
|      | 7. Manejo del Experimento                    | 25 |
|      | 7.1 Preparación del Terreno                  | 25 |
|      | 7.2 Siembra                                  | 25 |
|      | 7.3 Fertilización                            | 26 |
|      | 7.4 Control Fitosanitario                    | 26 |
|      | 7.5 Cosecha                                  | 26 |
| VI   | RESULTADOS Y DISCUSION                       | 28 |
|      | 1. Del Análisis del Suelo                    | 28 |
|      | 2. Del Rendimiento                           | 28 |
|      | 2.1 Análisis Estadístico de los Rendimientos | 30 |
| VII  | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES               | 37 |
| VIII | BIBLIOGRAFIA                                 | 39 |

## I INTRODUCCION

El cultivo de la papa, ha venido adquiriendo importancia en Guatemala por existir dentro de su territorio excelentes condiciones de clima y suelo, principalmente en el altiplano occidental y las regiones altas del centro y sur oriente del país.

En ésta zona se encuentra el más alto sector agrícola minifundista, la mayor densidad de población y donde el campesino no ha tenido a su alcance los programas encaminados a mejorar la tecnología, lo que trae como consecuencia bajos rendimientos y por ende bajas ganancias para el productor.

Este producto, además de presentar excelentes posibilidades de mercado a nivel nacional como internacional, constituye una fuente importante de energía por su elevado contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales, por lo que viene a ser un buen complemento de la dieta alimenticia

En consecuencia la papa ocupa un lugar preponderante entre los principales cultivos alimenticios; después del maíz, trigo, frijol, arroz. Ocupando el primer lugar dentro de los principales cultivos en la producción calorífica por unidad de superficie cosechada.

Por otra parte, es un cultivo que se utiliza en planes de conservación de suelos, rotación y diversificación de cultivos a la vez de poder utilizarse para la siembra asociada.

## II OBJETIVOS

Con el presente trabajo de investigación se persiguen los siguientes objetivos:

1. Determinar si la papa responde a aplicaciones de nitrógeno, fósforo y magnesio bajo las condiciones del suelo que representa el área experimental.
2. Conocer los efectos de la interacción de los elementos en cuestión.
3. Contribuir a la diversificación de cultivos, desarrollando cultivos más rentables.
4. Obtener recomendaciones más adecuadas para un plan de fertilización.

### III HIPOTESIS PLANTEADA

La hipótesis experimental que se plantea en el presente trabajo se expresa de la siguiente manera.

La papa (Solanum tuberosum L.) variedad Loman, responde a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y magnesio incrementando la producción.

## IV REVISION DE LITERATURA

### 1. Origen y Distribución

La mayoría de los botánicos, según Kehr (12), concuerdan que la papa es originaria del Nuevo Mundo; sin embargo, la localidad exacta de su origen no está bien definida. De acuerdo con algunos historiadores, los españoles encontraron papas en el Perú durante la época de la conquista de ese país (1524). Se ha discutido igualmente que el lugar de origen fue en los Andes de Perú y Bolivia, donde en la actualidad crecen parientes muy cercanos de la papa a altitudes de 1220 y 1830 metros sobre el nivel del mar.

Los historiadores no están de acuerdo en lo relativo a la fecha de introducción de la papa a Europa; sin embargo existe una buena evidencia de que los españoles la llevaron por primera vez de sudamérica a España, alrededor de 1580, aunque hay índices que en 1565 ya había sido introducida en el viejo continente.

Se supone que el monje Jerónimo Carden fue el primero en introducirla a España, procedente de Perú. De ahí fue llevada a Italia, aproximadamente en 1585, a Bélgica y Alemania en 1587, a Austria en 1588 y a Francia poco después de 1600. La introducción de papa en Inglaterra fue independiente de su distribución en Europa. Se desconoce la fecha exacta de su importación debido a la confusión que existió entre la papa, el camote y otras especies de plantas que forman tubérculos en sus raíces.

El nombre botánico aceptado es el de (Solanum tuberosum L.) y fue empleado por primera vez en 1596 por el botánico suizo Gaspar Bauhin. Lineo es su libro Species Plantarum; en 1753. Adoptó dicho nombre (Solanum tuberosum L.) para la papa.

## 2. Clasificación Botánica

De acuerdo a Fausto Hernández (3), la clasificación botánica de la papa es la siguiente:

|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| División     | Tracheophyta.              |
| Sub-división | Pinophytina (Gymnospermae) |
| Clase        | Angiosperma.               |
| Sub-clase    | Dicotiledoneas.            |
| Serie        | Sin Petalos.               |
| Sub-serie    | Tetraciclicas.             |
| Orden        | Polemoniales.              |
| Familia      | Solanaceas.                |
| Género       | Solanum                    |
| Especie      | Tuberosum.                 |

## 3. Descripción de la Planta

La planta de papa posee tanto tallos aéreos como subterráneos. Los aéreos son angulosos verdes púrpura con hojas pinnaticompuestas en espiral. En condiciones húmedas las hojas son anchas y aplanadas. Los tallos subterráneos son estolones y tubérculos. Los estolones son más o menos de 2.5 a 10cms. de largo y crece lateralmente; en su extremo crecen los tubérculos cortos, gruesos y carnosos, los cuales tienen hojas llamadas cejas que rodean a las yemas y ojos.

Cada tubérculo tiene ojos terminales y laterales, los terminales brotan primero, pero cortando el tubérculo por la mitad se suprime la dominancia apícal de los terminales y suprimiendo los primeros bro

tes se suprime la dominación terminal dentro de cada ojo.

Las flores nacen en racimos en el extremo de los tallos. Son perfectas de color blanco, amarillas, lilas, púrpuras o veteadas. La formación del tubérculo no depende de la floración ya que pueden formarse sin aparecer ninguna flor, es más, la remoción de flores estimula la formación de tubérculos.

El fruto es una cápsula redonda, pequeña y contiene de 100 a 300 semillas; las que se usan para el desarrollo de nuevas variedades.

En la figura No. 1, se pueden observar las distintas partes que forman una planta de papa. (11)



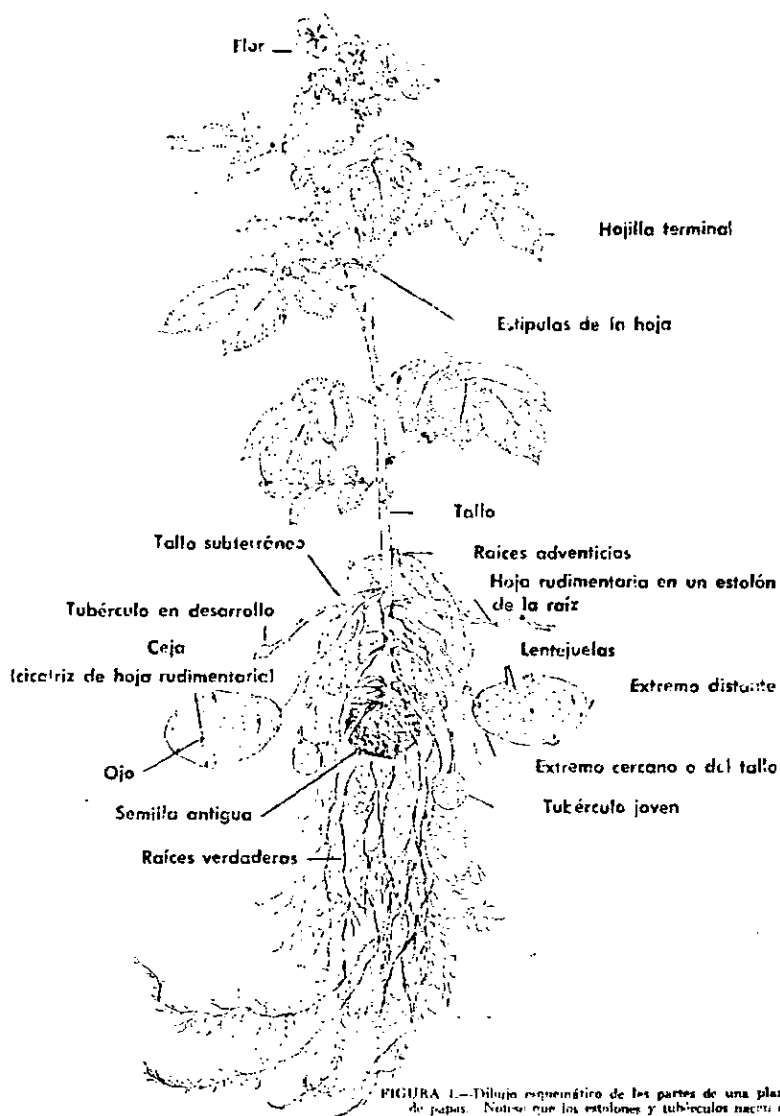


FIGURA 1.—Dibujo esquemático de las partes de una planta de papas. Nótese que los estolones y tubérculos nacen del tejido del tallo mientras que las raíces verdaderas lo hacen de la base de éste.

#### 4. Valor Alimenticio

Si se toma en consideración que la papa tiene aptitudes para crecer y desarrollarse en óptimas condiciones en lugares en los que crecen y se desarrollan el trigo y el maíz, y si adicionalmente tomamos en cuenta que los rendimientos nacionales son, para la papa 156 quintales, el trigo 21.1 quintales y el maíz 23.7 quintales por manzana, siendo cosechados estos productos con sus respectivos contenidos de humedad 80, 18 y 18 %; en materia con cero de humedad se obtendrían respectivamente 51.2, 17.4 y 19.4 quintales por manzana.

Al establecer las relaciones papa trigo y papa maíz, en materia seca por manzana, se obtienen los valores respectivos de 2.9 y 2.6, que indican que la papa tiene la habilidad de rendir mayores cantidades de materia seca que el trigo y el maíz, y como los análisis bromatológicos de los productos en cuestión son similares, se infiere que la papa también tiene la habilidad de producir más alimento por unidad de superficie que los productos comparados. (5)

Las papas son un alimento económico; proveen una fuente barata de energía a la dieta humana, Los elementos nutritivos aportados por la papa se muestran en la tabla No. 1. (11)

TABLA No. 1

VALOR NUTRITIVO DE LAS PAPAS PREPARADAS  
EN DIFERENTES MODOS

| Elementos Nutritivos      | Asadas sin pelar, 1 mediana de 6cm, | Cocida, peladas antes de cocer 1 mediana de 6cm. | Hojuela 10 medianas. | Fritas con geladas 10 trozos de 6 x 2 cm. | Puré 1 taza + leche. |
|---------------------------|-------------------------------------|--|----------------------|---|----------------------|
| Energía del Alimento Cal. | 90                                  | 90   | 110                  | 95  | 145                  |
| Proteínas g.              | 3                                   | 3  | 1                    | 2   | 4                    |
| Grasas g.                 | Trazas                              | Trazas   | 7                    | 4   | 1                    |
| Carbohid. g.              | 21                                  | 21   | 10                   | 15  | 30                   |
| Calcio mg.                | 9                                   | 9  | 6                    | 4   | 47                   |
| Hierro mg.                | 0.7                                 | 0.7  | 0.4                  | 0.8                                       | 1.0                  |
| Vitaminas.                |                                     |  |                      |   |                      |
| A U.I.                    | Trazas                              | Trazas   | Trazas               | Trazas                                    | 50                   |
| Tiamina mg.               | 0.10                                | 0.11   | 0.04                 | 0.08                                      | 0.17                 |
| Riboflamina mg.           | 0.04                                | 0.04   | 0.02                 | 0.01                                      | 0.11                 |
| Niacina mg.               | 1.7                                 | 1.4  | 1.6                  | 1.2                                       | 0.2                  |
| C mg.                     | 20.0                                | 20.0   | 2.0                  | 10.0                                      | 17.0                 |

1. Fuente: Anuario de Agricultura de 1959, USDA.

## 5. Requerimiento para el Cultivo

### 5.1 Requerimientos del Suelo

El rendimiento, la forma y la apariencia de los tubérculos dependen en gran parte de la naturaleza física del suelo. Dentro de los mejores suelos para producir papa se encuentran los bien drenados, arenosos que contienen arenisca y suelos arcillosos que contengan materia orgánica y elementos nutritivos suficientes.

Los suelos orgánicos o de turba son buenos para la producción si tienen un buen drenaje, ya que cuando el aire es excluido, las reacciones químicas necesarias para mantener un ambiente apropiado para las raíces no se llevan a cabo.

Los suelos arcillosos, pesados por su plasticidad y alta retención de agua producen tubérculos deformados. Tales suelos pueden transformarse en apropiados para el cultivo si se drenan adecuadamente y si se mantienen con un alto contenido de materia orgánica. Los suelos que se encuentran infectados con organismos que producen enfermedades, deben ser descartados para el cultivo de la papa. Los suelos en los cuales se han producido tubérculos son roña en el pasado, tienden a producir papas con la misma enfermedad, a menos que sean sembradas variedades resistentes. Cualquier interrupción en el crecimiento que ocurra entre el tiempo de la formación de los tubérculos y la cosecha, puede resultar en tubérculos deformes, causados por crecimientos secundarios. (11)

### 5.2 Requerimientos Climáticos

El rendimiento del cultivo de la papa está dado por la cantidad de alimento elaborado que se almace-

na en los tubérculos, la cual está en función de la diferencia entre el alimento producido por fotosíntesis y el consumido por la planta.

Cualquier factor climático, puede aumentar la fotosíntesis solamente hasta cierto punto óptimo, - más allá del cual puede ser nocivo. Así, cuando los componentes del clima están por encima del punto - óptimo la fotosíntesis se reduce, debido a que la planta usa más energía (alimento) en la respiración; bajo estas condiciones una pequeña cantidad de alimento, o nada, es acumulada en los tubérculos.

### 5.2.1. Temperatura

La papa adquiere un buen desarrollo, como - fuente de alimento, en áreas donde el promedio de la temperatura diurna rara vez excede de los  $21^{\circ}\text{C}$  y las temperaturas nocturnas son más frías. Temperaturas nocturnas frías son más importantes que las temperaturas diurnas frías. La evidencia experimental indica que la temperatura ambiental óptima para la formación de los tubérculos es de  $15$  a  $18^{\circ}\text{C}$ .

A temperaturas entre los  $20$  y  $29^{\circ}\text{C}$  el desarrollo de los tubérculos se reduce marcadamente, mientras que a temperaturas mayores de  $29^{\circ}\text{C}$ , muy pocos tubérculos se forman y, aquellos que lo hacen tienen un desarrollo muy pobre.

La temperatura máxima para la fotosíntesis en la planta de papa es alrededor de  $20^{\circ}\text{C}$ . A temperaturas más altas, la fotosíntesis aumenta lentamente, pero la respiración aumenta, de acuerdo al incremento de la temperatura.

En consecuencia, a una temperatura superior a la máxima ( $20^{\circ}\text{C}$ ), mayor es la proporción de alimento elaborado utilizado en la respiración, y menor es la proporción que puede acumularse y almace

narse en los tubérculos. Los efectos de la temperatura explican el porqué la papa se desarrolla bien en aquellas áreas donde la temperatura rara vez sobrepasa los 21°C.

Las temperaturas del suelo se encuentran relacionadas con las temperaturas del ambiente, por lo tanto ambas son de gran importancia en la acumulación de materia seca en los tubérculos. Las condiciones desfavorables de calor y sequía también modifican la forma y apariencia de los tubérculos. (11)

### 5.2.2 Humedad

La humedad es un factor indispensable en la producción. En cantidades limitantes de agua se ve afectado el rendimiento y la calidad de la cosecha. La falta de humedad trae como consecuencia un rendimiento reducido y una baja en la producción total de materia seca.

Por otra parte, los excesos de humedad causan inundaciones reduciendo el proceso de aereación del suelo. Por encima de todo, el suelo debe de estar bien drenado, porque las papas no toleran condiciones que restrinjan el aire que necesitan las raíces. En suelos con drenaje pobre, el agua llena los poros del suelo y desplaza al aire, por lo que el resultado es un desarrollo radicular pobre y bajo rendimiento.

La cantidad promedio de agua disponible y su distribución durante el período de crecimiento del cultivo son factores críticos que determinan el rendimiento. En las mejores áreas productoras de papa, en las regiones húmedas, la cantidad total de lluvia que cae desde la siembra hasta la cosecha varía de 300 a 400 mm.

La cantidad óptima de agua que necesita la planta de papa, puede ser afectada por el tipo de suelo, así como también por el fertilizante aplicado, la tempera

tura del aire, vientos y prácticas culturales.

### 5.2.3 Longitud del Día

El crecimiento y producción de la planta de papa es afectada por la luz. Las plantas son grandemente afectadas por la longitud del día. Durante días largos el crecimiento vegetativo de las partes superiores, principalmente la elongación de los tallos, aumenta, mientras que durante días cortos, los tallos son de tamaño pequeño. Los días largos favorecen a ciertas variedades, en la formación de estolones con ramificaciones largas, que forman tubérculos bien desarrollados, mientras que en días cortos se favorece la formación de estolones cortos y se aumenta la formación de tubérculos pequeños. En variedades de papa que crecen durante días cortos, las hojas tienden a ser suaves y más susceptibles al tizón tardío que cuando se desarrolla bajo condiciones de días largos. En conclusión los días largos son favorables para el desarrollo de la papa; sin embargo el efecto de las temperaturas enmascara el efecto de la longitud del día.

La interacción entre longitud del día, temperatura, factores genéticos, que afectan la maduración y período vegetativo es compleja. Por tal razón la madurez de una variedad puede ser comparada con la de otra variedad solamente en una localidad. (11)

### 5.3 Rotaciones

El cultivo de la papa deberá entrar en una rotación bien planeada para mantener la fertilidad del suelo, controlar las malezas, aumentar la materia orgánica y reducir pérdidas debido al ataque de insectos y enfermedades; con lo anterior es posible obtener los mayores rendimientos por manzana. (11)

No se puede dar una información detallada -

acerca de los cultivos que entren en rotación con la papa; dado que las combinaciones varían de lugar a lugar. Los productores de papa deben desarrollar la rotación que sea mejor bajo sus condiciones. En general rotaciones largas (Papa cada 3 años o más) son particularmente buenas para reducir pérdidas causadas por organismos que viven en el suelo y que causan enfermedades.

#### 5.4 Requerimientos Nutricionales

La fertilización de la papa es una práctica importante en todas partes, pero especialmente donde el cultivo se hace con fines comerciales. Para dar respuesta satisfactoria a las preguntas relativas a los diferentes problemas que se presentan en relación al empleo de los fertilizantes, es necesario tener conocimientos sobre el suelo y su manejo anterior.

Para el mejor empleo de los fertilizantes se debe recurrir al servicio de análisis de suelo.

Las plantas de papa requieren un abastecimiento suficiente de nutrientes, a fin de asegurar un crecimiento rápido y constante y un desarrollo apropiado de los tubérculos. Esas necesidades deben ser satisfechas al principio del desarrollo, dado que cualquier dilación en la aplicación de los fertilizantes, puede reducir el rendimiento. No obstante que algunos elementos nutritivos se encuentran presentes en el suelo, los fertilizantes son, generalmente necesarios para suplir a la planta de nutrientes disponibles a fin de obtener la máxima producción. La materia orgánica en descomposición y el estiércol también proporcionan elementos nutritivos, pero la cantidad disponible de éstos no satisface las necesidades de la planta durante las primeras fases del desarrollo.

La clase y cantidad requerida de fertilizante para una producción de papas abundante, depende en



gran parte de la clase de suelo y su fertilidad, de la cantidad y condiciones del estiércol disponible, de la rotación de cultivos practicada, de la variedad de papa y la densidad de siembra. Además, la efectividad del fertilizante es mayor cuando el suelo contiene una cantidad adecuada de humedad. (11)

## 6. Respuesta a los Fertilizantes

### 6,1 Nitrógeno

La papa vive y se desarrolla durante el primer mes con los materiales de reserva del tubérculo, - después la actividad de las raíces es lenta, pero continúa, hasta que las hojas se secan.

Las plantas absorben la mayor parte de su nitrógeno en forma de nitrógeno nítrico ( $\text{NO}_3$ ) o de nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4$ ). El nitrógeno entra en la formación de muchos compuestos elaborados por la planta. Es parte de la molécula de todas las proteínas y enzimas de la clorofila "a" y de la clorofila "b", de ciertos ácidos del núcleo y ciertas hormonas.

Aparentemente, la cantidad relativa de nitrógeno nítrico ( $\text{NO}_3$ ) o de nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4$ ) que es asimilado; depende en cierto grado de la reacción del suelo. Cada forma se comporta distintamente en el suelo. En general, el ion nitrato se lixivia fácilmente y el ion amonio se fija de acuerdo con la capacidad de intercambio del suelo.

La sintomatología de una deficiencia de nitrógeno es la siguiente: Las hojas se vuelven uniformemente verde amarillento, las hojas viejas muestran primero los síntomas, y el contenido de clorofila de la planta en conjunto es relativamente bajo. Así - pues, con un bajo contenido de clorofila, se absorben cantidades relativamente bajas de luz. Como resul

tado los carbohidratos elaborados por unidad de tiempo son muy pocos y el crecimiento y rendimiento son bajos.

Los síntomas de un exceso de nitrógeno en la mayoría de plantas son: La fase vegetativa se efectúa rápidamente, en otras palabras, hay un rápido desarrollo de los tallos y las hojas son grandes y de color verde oscuro. Estas hojas grandes y verde oscuro contienen grandes cantidades de clorofila, como resultado, se absorben cantidades relativamente grandes de luz por unidad de tiempo y grandes cantidades de carbohidratos son elaborados.

Puesto que en estas condiciones, se encuentran presentes grandes cantidades de nitrógeno aprovechable, la mayor parte de los azúcares son utilizados en la fabricación de las células de los tallos, hojas y raíces absorbentes. Los pocos carbohidratos que quedan no permiten el engrosamiento de las paredes celulares, y la formación de almidón para estructuras de almacenamiento. Por lo tanto los tallos son suaves y succulentos, paredes celulares delgadas y el rendimiento bajo. (12)

## 6.2 Fósforo

El fósforo es esencial para la fotosíntesis y la respiración, para la división celular y para las transformaciones de azúcares-almidón en las plantas. En la fotosíntesis y en la respiración, los compuestos que contienen enlaces de fósforo ricos en energía son necesarios para la transformación de la energía del núcleo, y en las transformaciones azúcar-almidón, la enzima llamada invertasa también contiene fósforo.

Una carencia de fósforo se caracteriza por un retardo del crecimiento y de la maduración. Las nervaduras principales de las hojas viejas, frecuentemen

te se vuelven rojizas o púrpuras mientras que las hojas jóvenes son verde oscuro o verde grisáceo. (12)

### 6.3 Magnesio

El magnesio tiene por lo menos dos papeles importantes. Este elemento es el centro de la molécula de clorofila "a" y de la clorofila "b" y es parte de la molécula de pectato de magnesio, el cual, junto con el pectato de calcio, mantienen unidas las cadenas de celulosa en la formación de la paredes celulares. Así pues, el magnesio es necesario para la fotosíntesis y para la división celular.

El síntoma sobresaliente en la mayoría de las plantas es la pérdida de clorofila en los tejidos, entre las nervaduras de las hojas. Las áreas intervacuulares cambian de verde oscuro a verde pálido y de verde pálido a amarillo, pero las nervaduras permanecen verdes. Este cambio de verde a amarillo se inicia en los ápices y avanza gradualmente hacia el centro de la hoja. Las hojas viejas muestran primero los síntomas de donde se deduce que el magnesio es transferido de los tejidos viejos a los jóvenes. Debido al bajo contenido de clorofila, hay poca absorción de luz y una actividad fotosintética baja, como regla, los tejidos tienen bajo contenido de azúcares y almidón, las células tienen paredes delgadas, el tejido vigorizante tiene escaso desarrollo y las raíces son pequeñas y escasas. (12)

Los fertilizantes para papas pueden obtenerse con 30, 40 ó 50 Kg. por tonelada de óxido de magnesio soluble, lo cual es suficiente para prevenir las deficiencias de magnesio en el suelo. Los tallos que presentan los primeros síntomas de deficiencia de magnesio se pueden asperjar con una solución de sulfato de magnesio. Para preparar esta solución, se disuelven 9 Kg. de sulfato de magnesio en 378 litros

de agua, esta cantidad de la solución es suficiente para asperjar una hectárea. La aplicación de la solución es un remedio que actúa rápidamente; sin embargo, la incorporación de compuestos de magnesio al suelo tienen un efecto más duradero. (11)

## 7. Situación Actual del Cultivo

En Guatemala los medios productores de papa; están situados ecológicamente dentro de climas favorables para el cultivo. Existe una zona aproximada de 7,500 Ha. localizadas en 12 departamentos de la república, en las regiones I, V y VI; con una producción de 70,000 toneladas métricas anuales. Se estima que de esta producción el 40% (28,000TM) es exportada para consumo en fresco, el 9.0% (6,300TM) se utiliza para la industria nacional, el 11% (7,700 - TM) se destina como material de siembra y el 40% restante se utiliza como alimento de la población en el país.

Los distintos complejos ecológicos y las diferentes variedades que se siembran en el país, determinan que en el transcurso del año se encuentra el cultivo de papa en varias fases de desarrollo, y en consecuencia se obtiene producción durante todo el año, no obstante, las principales zonas productoras concentran su periodo de cosecha de Julio de un año a Febrero del año siguiente (Región I y V). El cultivo de este tubérculo se encuentra en manos de pequeños y medianos agricultores, cuyas explotaciones oscilan entre 0.1 a 3 hectáreas en un 90%, el 10% restante lo componen agricultores grandes o grupos organizados (Cooperativas); que cultivan áreas entre 5 y 25 hectáreas, obteniendo altos rendimientos al contar con disponibilidad de recursos y un mayor grado de tecnología (9)

## V MATERIALES Y METODOS

### 1. Localización

El presente estudio se realizó en la Aldea de San José Pacúl, del municipio de Santiago Sacatepéquez, del departamento de Sacatepéquez. Localidad que dista de la ciudad capital únicamente 40 Km.

Esta región se dedica a la actividad agrícola, el área de trabajo está comprendida dentro de los 2,000 msnm, con una temperatura media anual de 16.0°C. Una precipitación media anual de 1,100mm. Según la clasificación agronómica de Holdridge, pertenece a la Zona Bosque Húmedo, Montano Bajo-Tropical.

### 2. Suelo

El suelo donde se montó el ensayo presenta topografía plana. Se caracteriza por una textura franca, desarrollando una estructura granular medianamente desarrollada. Alcanza una profundidad efectiva mayor de un metro; teniendo un comportamiento de mediana permeabilidad en relación al agua que en él se infiltra. Muestra una coloración oscura lo que nos indica que posee un alto contenido de materia orgánica. Este suelo está desarrollándose sobre cenizas volcánicas y presenta susceptibilidad a la erosión.

Los usos que se le han dado los últimos 2 años a sido una siembra de maíz y dos de coliflor, se le han hecho aplicaciones de gallinaza y de fertilizante de la forma 16-20-0 en dosis de 2 quintales por cuerda.

Su estado nutricional se conoció mediante un análisis de suelo, el cual se realizó en el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) antes de montar el ensayo.

Los resultados analíticos se observan en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2

RESULTADOS ANALITICOS DEL MUESTREO DE SUELOS REALIZADO EN LA LOCALIDAD.

| LOCALIDAD      | pH  | PPM   |     | meg/100 gr. |      |
|----------------|-----|-------|-----|-------------|------|
|                |     | P     | K   | Ca          | Mg   |
| San José Pacúl | 6.0 | 12.50 | 340 | 8.60        | 1.10 |

Metodología: Carolina del Norte.

### 3. Descripción de la Variedad Utilizada

Es una variedad de origen Holandés, y presenta una resistencia parcial al tizón tardío. Las flores son de color morado o lila. Los tubérculos son aplanados y alargados, los ojos o yemas son superficiales. La piel del tubérculo es lisa y presenta reticulaciones. Su tamaño es de 70 a 90 mm. de largo por 40 a 50 mm. de diámetro. Tiene buena demanda para la mesa y para la elaboración de papalinas. El ciclo vegetativo es de 90 a 100 días, por lo que se considera como variedad precoz. La adaptación es entre los 6000 a 7500cpnm. Resiste períodos prolongados de almacenamiento (Hasta más de 4 meses). Contiene almidón en un 70% en base seca, hú

medad 76.11% en base húmeda. La densidad es de 1.02 gr/cc. y trae un rendimiento deshidratada de 15.75% (10).

#### 4. Selección de los Tratamientos

Para decidir y luego definir los niveles de nitrógeno fósforo y magnesio a evaluar, se tomó en cuenta los resultados obtenidos en el análisis de suelo y las necesidades nutricionales que exige el cultivo de la papa. De ésta manera se seleccionaron los niveles que se anotan en el cuadro No. 3; y en base a las posibles combinaciones que se pueden dar se generaron los tratamientos expuestos en el cuadro No. 4.

Cuadro No. 3

#### NIVELES EXPERIMENTALES PLANEADOS SEGUN LAS NECESIDADES DEL SUELO Y DEL CULTIVO.

|    | NITROGENO<br>(Kg/Ha) | FOSFORO<br>(Kg/Ha) | MAGNESIO<br>(Kg/Ha) |
|----|----------------------|--------------------|---------------------|
| 1. | 0                    | 0                  | 0                   |
| 2. | 60                   | 40                 | 200                 |
| 3. | 120                  | 80                 |                     |

Cuadro No. 4.

## TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

| TRATAMIENTOS | NITROGENO<br>(Kg/Ha) | FOSFORO<br>(Kg/Ha) | MAGNESIO<br>(Kg/Ha) |
|--------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| 1.           | 00                   | 00                 | 00                  |
| 2.           | 00                   | 00                 | 200                 |
| 3.           | 00                   | 40                 | 00                  |
| 4.           | 00                   | 40                 | 200                 |
| 5.           | 00                   | 80                 | 00                  |
| 6.           | 00                   | 80                 | 200                 |
| 7.           | 60                   | 00                 | 00                  |
| 8.           | 60                   | 00                 | 200                 |
| 9.           | 60                   | 40                 | 00                  |
| 10.          | 60                   | 40                 | 200                 |
| 11.          | 60                   | 80                 | 00                  |
| 12.          | 60                   | 80                 | 200                 |
| 13.          | 120                  | 00                 | 00                  |
| 14.          | 120                  | 00                 | 200                 |
| 15.          | 120                  | 40                 | 00                  |
| 16.          | 120                  | 40                 | 200                 |
| 17.          | 120                  | 80                 | 00                  |
| 18.          | 120                  | 80                 | 200                 |



## 5. Material Experimental y Unidad Experimental

El diseño experimental empleado, considerando las condiciones del terreno y los tratamientos a emplear, corresponde a Bloques al Azar, el cual se analizó por medio del método factorial  $3 \times 3 \times 2$ . Cuenta con 3 repeticiones de acuerdo al modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + Z_j + E_{ij}$$

en donde:  $i = 1, 2, \dots$ , = Número de tratamientos.

$j = 1, 2, \dots$ , = Número de repeticiones por tratamiento.

$Y_{ij}$  = Características bajo estudio observado en la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$Z_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

La unidad experimental fue de 3 surcos, de 7 metros de largo cada uno, separados a 0.80 metros los que hacen un total de 1.60 metros de ancho para dar un área bruta de 11.20 metros cuadrados. De cada parcela compuesta de 3 surcos de 7 metros de largo se analizaron únicamente 5 metros del surco central, eliminándose un metro de cada extremo así como los dos surcos exteriores para eliminar de esta manera los posibles efectos de cabecera y efectos de borde.

## 6. Fuente de Nutrientos

### NITROGENO:

Se uso Urea con 46% de nitrógeno.

## FOSFORO:

Se uso el triple superfosfato con un 46% de fosforo.

## MAGNESIO:

Se uso el sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ) el cual contiene un porcentaje de magnesio del 20%.

## 7. Manejo del Experimento

### 7.1 Preparación del Terreno

Esta labor consistió en preparar el terreno mecánicamente aprovechando el Rotovator con que cuenta el Grupo Suizo de la localidad de Santiago Sacatepéquez.

Se incorporó la maleza y los desechos de la cosecha anterior, habiéndose dejado el suelo bien mullido. Posteriormente se trazó el terreno de acuerdo al número de parcelas y a las distancias de siembra previamente establecidas (trazado del área experimental).

### 7.2 Siembra

Previo a la siembra y para evitar el desarrollo de enfermedades, se trataron los tubérculos, sumergiéndolos en una solución de Agallol a razón de una libra del producto en 25 galones de agua.

La siembra se llevo a cabo en forma manual, procediéndose a surcar a una distancia de 0.80 mts. entre surcos. En el fondo de cada surco se aplicó el fertilizante juntamente con Volatón en polvo, cubriéndose posteriormente con una delgada capa de suelo; y encima se colocaron los tubérculos, cubriéndolos con una capa de tierra hasta dejar el surco en su forma original. La semilla utilizada fueron tubérculos de papa pregerminados -

los cuales fueron colocados a una distancia de 0,25 mts. La siembra se realizó en la segunda semana del mes de octubre de 1979.

### 7.3 Fertilización

El nitrógeno fue aplicado en dos épocas. La primera aplicación conformada por el 50% de la dosis total se aplicó al momento de la siembra juntamente con el total del fósforo y magnesio a 5 cms. abajo de la semilla. El otro 50% de nitrógeno fue aplicado en bandas a un lado de las matas a los 45 días después de la siembra.

### 7.4 Control Fitosanitario

#### 7.4.1 Control de Enfermedades

Además de tratar la semilla antes de la siembra. Se realizó el control de enfermedades en forma preventiva principalmente contra el Tizón Tardío (Phytophthora in festans), y el Tizón Temprano (Alternaria solani). Para la prevención de estas enfermedades se asperjó Dithane M-45, en dosis de una medida Bayer por galón de agua, habiendo efectuado las aplicaciones a los 30 días después de la siembra.

#### 7.4.2 Control de Malezas

El control de malezas se llevó a cabo con azadón, y fue combinado con un aporque a los 55 días después de la siembra.

### 7.5 Cosecha

La cuantificación de la producción (Rendimien

to), se realizó directamente en el campo mediante la recolección de los tubérculos, 2 semanas después de la de foliación. Lo anterior se efectuó a mediados de diciem bre del mismo año.

## VII RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Del Análisis del Suelo

En el cuadro No. 2, se observa que el suelo presenta un pH medianamente ácido ( $\text{pH} = 6.0$ ) el cual se considera adecuado para la papa. A la vez el pH correlaciona con el fósforo, el calcio y el magnesio.

El fósforo se reporta medianamente bajo y en todo caso se le considera por debajo de un posible punto crítico para el cultivo de la papa.

El potasio se considera alto y no presenta ninguna limitante para el cultivo.

El calcio y el magnesio se reportan adecuado y medianamente bajo respectivamente. Su relación es de 8:1 por lo que se tomó como inadecuada dado el nivel bajo del magnesio. Siendo que el potasio está alto y el magnesio bajo se consideró la aplicación de éste elemento en busca de posibles respuestas.

### 2. De los rendimientos

Las cifras correspondientes a los datos tomados en cada unidad experimental sobre el rendimiento - en Kg. por parcela neta (4 mts<sup>2</sup>), que mostró el cultivo de papa, aparece en el cuadro No. 5. La información fue analizada detenidamente obteniéndose los siguientes resultados.

CUADRO No. 5

RENDIMIENTO: CIFRAS EN Kg. POR PARCELA NETA (4 Mts<sup>2</sup>)

| No. | TRATAMIENTO<br>(Kg/Ha) |    |     | REPETICIONES |       |       | SUMA   | MEDIA |
|-----|------------------------|----|-----|--------------|-------|-------|--------|-------|
|     | N                      | P  | Mg  | I            | II    | III   |        |       |
| 1   | 00                     | 00 | 00  | 5.00         | 2.67  | 3.25  | 10.92  | 3.64  |
| 2   | 00                     | 00 | 200 | 4.55         | 2.73  | 2.33  | 9.61   | 3.20  |
| 3   | 00                     | 40 | 00  | 3.78         | 3.64  | 2.93  | 10.35  | 3.45  |
| 4   | 00                     | 40 | 200 | 2.95         | 2.41  | 2.38  | 7.74   | 2.58  |
| 5   | 00                     | 80 | 00  | 5.23         | 3.41  | 3.41  | 12.05  | 4.02  |
| 6   | 00                     | 80 | 200 | 5.11         | 4.38  | 3.38  | 12.87  | 4.29  |
| 7   | 60                     | 00 | 00  | 4.75         | 4.55  | 3.44  | 12.74  | 4.25  |
| 8   | 60                     | 00 | 200 | 3.18         | 3.41  | 1.96  | 8.55   | 2.85  |
| 9   | 60                     | 40 | 00  | 5.45         | 4.04  | 3.13  | 12.62  | 4.21  |
| 10  | 60                     | 40 | 200 | 4.71         | 3.18  | 3.86  | 11.75  | 3.92  |
| 11  | 60                     | 80 | 00  | 5.68         | 6.59  | 3.52  | 15.79  | 5.26  |
| 12  | 60                     | 80 | 200 | 7.05         | 4.95  | 3.52  | 15.52  | 5.17  |
| 13  | 120                    | 00 | 00  | 5.68         | 2.50  | 3.64  | 11.82  | 3.94  |
| 14  | 120                    | 00 | 200 | 4.04         | 2.95  | 3.74  | 10.46  | 3.49  |
| 15  | 120                    | 40 | 00  | 5.97         | 5.06  | 4.80  | 15.83  | 5.28  |
| 16  | 120                    | 40 | 200 | 4.15         | 4.72  | 3.64  | 12.51  | 4.17  |
| 17  | 120                    | 80 | 00  | 7.05         | 5.03  | 4.20  | 16.28  | 5.43  |
| 18  | 120                    | 80 | 200 | 4.89         | 4.18  | 5.45  | 14.52  | 4.84  |
|     | SUMA                   |    |     | 89.22        | 70.40 | 62.31 | 221.93 |       |
|     | MEDIA                  |    |     | 4.96         | 3.91  | 3.46  |        |       |

Hay que hacer notar que los bajos rendimientos obtenidos son debido a que el cultivo se realizó en condiciones deficientes de humedad (Humedad residual), ya que el cultivo se desarrollo durante la época de siembra de segunda.

Al realizar una comparación de rendimientos - por medio del estudio de las medias de los tratamientos, se puede determinar que los tratamientos más altos se obtuvieron con los tratamientos 17, 15 y 12 respectivamente, los cuales son mayores que los del tratamiento No. 1. De lo anterior se deduce que la papa responde a aplicaciones de nitrógeno y fósforo.

Así también, se observó que la diferencia de rendimiento entre repeticiones fue superiores la repetición I, justamente la sobre suelos con el mayor contenido de materia orgánica. Esta diferencia de contenido de materia orgánica, se debe primordialmente a que - posteriormente se averiguo que esta parte servia de depósito de gallinaza de donde la recogian para ser incorporada en terrenos cercanos.

Referente al caso del magnesio, se observó que no tubo ningún efecto debido a que el contenido de potasio es alto (680 Kg/Ha), el cual puede haber inhibido la obsorción del magnesio; o bien por haber sido incorporado al momento de la siembra no tubo suficiente tiempo de intercambiarse.

También pudo establecerse que el coeficiente de variación obtenido se encuentra entre los permisibles (18.08%), para este tipo de trabajo.

## 2.1 Análisis Estadístico de los Rendimientos

Se realizó el análisis de varianza para todos los resultados obtenidos en este estudio, los cuales fue

ron anotados en el cuadro No. 5. Al analizar los datos se pudo establecer que no existe significancia entre las interacciones de los elementos en cuestión.

Con el análisis de los rendimientos se puede inferir que el diseño de Bloques al Azar permitió controlar los gradientes de fertilidad, humedad, pendiente u otros que pudieron afectar los tratamientos evaluados. Los datos del análisis de varianza para los rendimientos se presentan a continuación.

Cuadro No. 6

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS OBSERVADOS EN LOS 18 TRATAMIENTOS.

| Fuentes de Variación | G.L. | S.C.   | C.M.  | $F_c$ | $F_t$ | Sig.  |
|----------------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Bloques              | 2    | 100.32 | 50.16 | 18.64 | 1.97  | *     |
| Tratamientos         | 17   | 172.33 | 10.14 | 3.77  | 1.97  | *     |
| Nitrógeno            | 2    | 43.97  | 21.99 | 8.17  | 3.28  | *     |
| Fósforo              | 2    | 71.98  | 35.99 | 13.38 | 3.28  | *     |
| Magnesio             | 1    | 20.77  | 20.77 | 7.72  | 4.13  | *     |
| NP                   | 4    | 20.27  | 5.08  | 1.88  | 2.66  | N. S. |
| NMg                  | 2    | 1.10   | 0.55  | 0.20  | 3.28  | N. S. |
| PMg                  | 2    | 6.08   | 3.04  | 1.13  | 3.28  | N. S. |
| N P Mg               | 4    | 8.16   | 2.04  | 0.76  | 2.66  | N. S. |
| Error                | 34   | 91.53  | 2.69  |       |       |       |
| TOTAL                | 53   | 364.18 | 6.87  | 2.85  | 1.75  |       |

\* Significancia a un nivel de Probabilidad de 0.05.  
N. S. No Significativo.



Como se puede observar en el cuadro anterior y en donde se aplico el análisis de varianza para los rendimientos, estadísticamente existe significancia tanto entre tratamientos, bloques y elementos evaluados individualmente, a un nivel de confianza de 0.05.

En base a lo anterior discutido, se determinó, cuales de los 18 tratamientos evaluados fueron los que mostraron diferencia significativa, de los cuales se obtuvieron las recomendaciones para el presente estudio, Para esto, se hizo necesario aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Tukey, de donde se obtuvieron los mejores tratamientos evaluados en cuanto a producción.

Cuadro No. 7

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY APLICADAS SOBRE EL N EN LA PRODUCCION DE PAPA.

|                | N <sub>3</sub><br>9.95 | N <sub>2</sub><br>9.42 | N <sub>1</sub><br>7.83 | Niveles presentación a un Nivel de N del 0.05 de probabilidad. |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| N <sub>1</sub> | 7.83                   | 2.12*                  | 1.59*                  | N <sub>3</sub> a   |
| N <sub>2</sub> | 9.42                   | 0.53 <sup>NS</sup>     | -----                  | N <sub>2</sub> a   |
| N <sub>3</sub> | 9.95                   | -----                  | -----                  | N <sub>1</sub> b   |

W = Comparador Obtenido 1.36

De lo anterior se deduce que la papa responde a las aplicaciones de nitrógeno, observándose que en-

tre los tres niveles de nitrógeno, el nivel 2(60 Kg/Ha) - y el 3 (120 Kg/Ha) estadísticamente tienen un comportamiento similar en rendimiento y significativamente superior al nivel 1 (0 Kg/Ha).

Cuadro No. 8

PRUEBAS DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY APLICADAS SOBRE EL P EN LA PRODUCCION DE PAPA.

|                | P <sub>3</sub> | P <sub>2</sub>     | P <sub>1</sub> | Niveles de P   | presentación a un nivel del 0.05 de probabilidad |
|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|--|
| P <sub>3</sub> | 10.64          | 8.67               | 7.81           |                |  |
| P <sub>2</sub> | 2.75*          | 0.78 <sup>NS</sup> | ----           | P <sub>3</sub> | a  |
| P <sub>1</sub> | 1.97*          | ----               |                | P <sub>2</sub> | b  |
| P <sub>3</sub> | 10.64          | ----               |                | P <sub>1</sub> | b  |

En el cuadro No. 8 se puede observar que el nivel 3 de fósforo (80 Kg/Ha) produce significativamente - mayores rendimientos que los niveles 2 (40 Kg/Ha) y el 1 (0 Kg/Ha), quienes son iguales entre sí.

En cuanto al magnesio se estudio su nivel y su relación con el calcio y el potasio, por lo que se dedujo que podría encontrarse una posible respuesta a este elemento. Sin embargo, al haberse probado 2 niveles y constatado que el nivel 1 (0 Kg/Ha) dio mejor resultado se concluye que no es necesario la aplicación de este elemento. Su nivel en el suelo es suficiente para el cultivo

de la papa.

Lo anteriormente discutido, permite inferir que el cultivo de la papa sí responde a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo principalmente, y corrobora las recomendaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) (7), quienes indican que para obtener buenos resultados en suelos deficientes en nitrógeno y y fósforo y alto contenido de potasio, se deben aplicar 117 Kg/Ha de nitrógeno y 78 Kg/Ha de fósforo.

En base a lo anterior, los mejores rendimientos se obtienen cuando se aplican los siguientes tratamientos:

|        | N        | P   |
|--------|----------|-----|
| Kg/Ha  | 60 - 120 | 80  |
| Lbs/Mz | 92 - 185 | 123 |

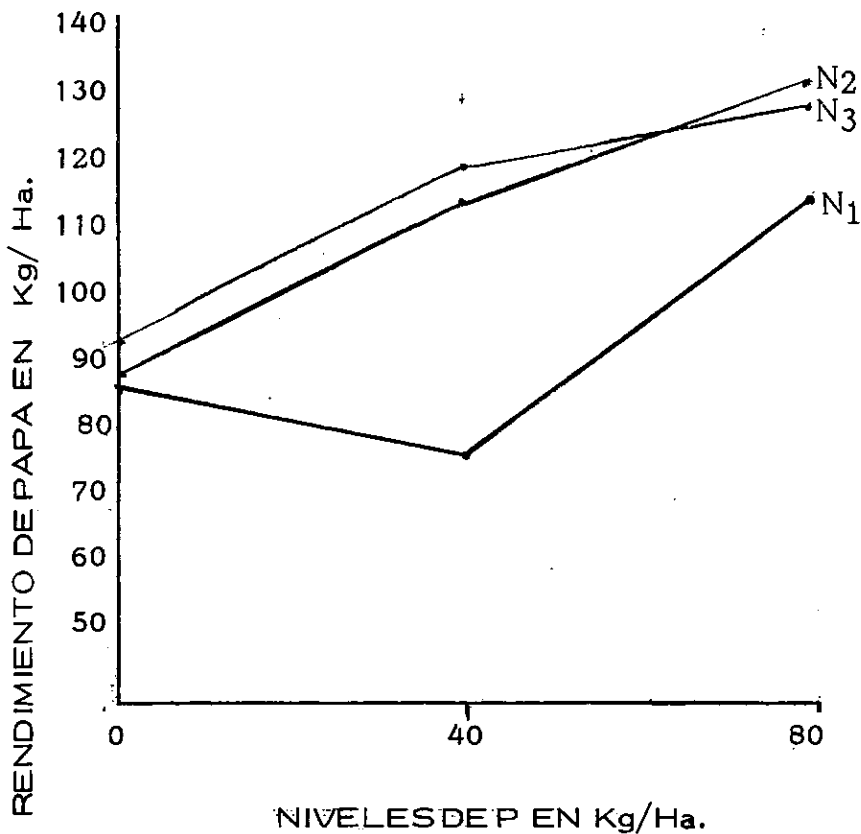
Cuadro No. 9

PRODUCCION EN Kg/Ha EN RELACION  
A LOS NIVELES DE N Y P APLICADOS.

|                | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | TOTAL  | MEDIA  |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|
| P <sub>1</sub> | 87.62          | 88.67          | 92.83          | 269.13 | 89.71  |
| P <sub>2</sub> | 75.38          | 102.08         | 118.05         | 295.50 | 98.50  |
| P <sub>3</sub> | 103.83         | 130.45         | 128.33         | 362.61 | 120.87 |
| Total          | 266.84         | 321.20         | 339.20         | 927.24 |        |
| Medias         | 88.95          | 107.07         | 113.07         |        |        |

# GRAFICA No. 1

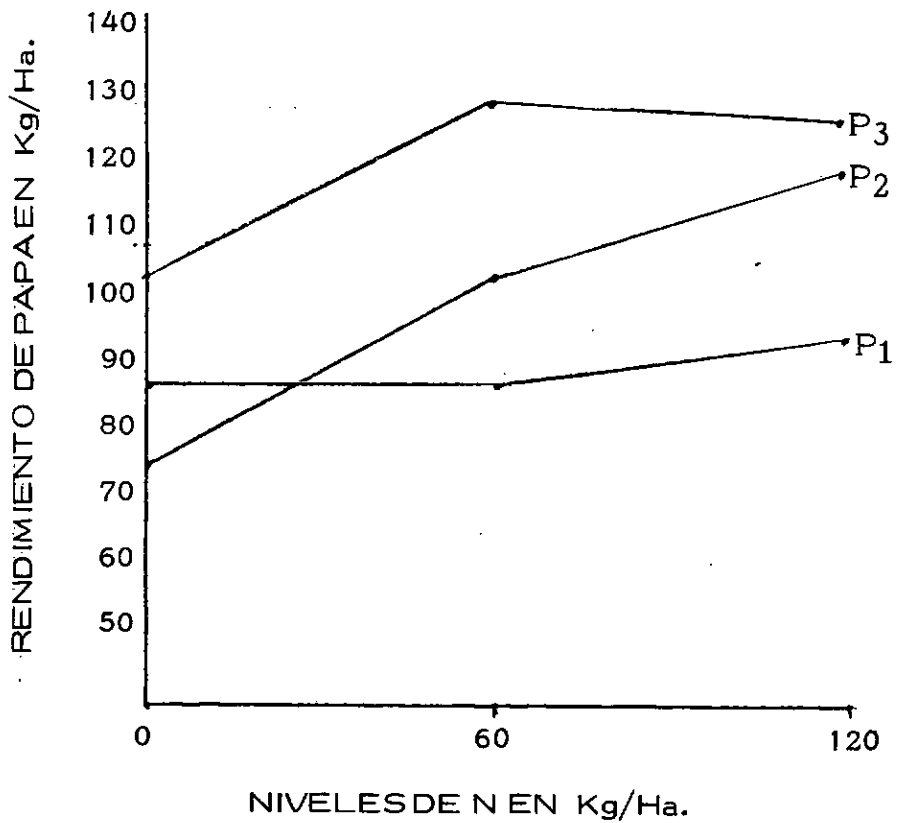
## RESPUESTA DE LA PAPA A LA FERTILIZACION CON N PARA LA LOCALIDAD BAJO ESTUDIO



$N_1 = 00 \text{ Kg/Ha de Nitrógeno}$   
 $N_2 = 60 \text{ Kg/Ha de "}$   
 $N_3 = 120 \text{ Kg/Ha de "}$

GRAFICA No. 2

RESPUESTA DE LA PAPA A LA FERTILIZACION  
CON P PARA LA LOCALIDAD BAJO ESTUDIO



P<sub>1</sub> = 00 Kg/Ha de Fósforo

P<sub>2</sub> = 40 Kg/Ha de "

P<sub>3</sub> = 80 Kg/Ha de "

## VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. Conclusiones

- 1.1 En los suelos de San José Pacúl, Santiago Sacatepéquez, el nitrógeno y el fósforo son limitantes para el rendimiento de papa, no así el potasio.
- 1.2 La papa responde positivamente a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo incrementando el rendimiento, con lo cual se da por aceptada la hipótesis que se planteó al respecto para estos dos elementos, no así para la respuesta del magnesio.
- 1.3 En la zona evaluada, se encontró significancia estadística al 0.05 de probabilidad, tanto para repeticiones como para tratamientos, indicando con ello que a medida que se aumenta la cantidad de fertilizante nitrogenado y fosforado, también se incrementa el rendimiento.
- 1.4 De acuerdo a los análisis estadísticos los niveles de nitrógeno y fósforo más adecuados fueron 60 Kg/Ha de nitrógeno y 80 Kg /HA de fósforo.
- 1.5 En relación a los niveles de nitrógeno, el nivel 2 (60 Kg/Ha) y 3(120 Kg/Ha), tienen un comportamiento similar sobre el rendimiento. Mientras que para el fósforo el nivel 3 (80 Kg/Ha) produce significativamente mayores rendimientos que los otros niveles.
- 1.6 La diferencia encontrada entre los tratamientos es producida en forma independiente por el nitrógeno, fósforo y magnesio. No existe interacción de ningún orden.

## 2. Recomendaciones

- 2.1 Que se efectue otro ensayo, utilizando dosis fijas de fósforo y aplicaciones variables de nitrógeno entre los niveles de 60 y 120 Kg/Ha; hasta encontrar la dosis óptima de nitrógeno. Tal recomendación obedece a que los niveles de nitrógeno aplicados tienen un comportamiento similar sobre la producción. Esto conlleva a la búsqueda de una fórmula balanceada para obtener mejores rendimientos comercialmente.
- 2.2 De los niveles de nitrógeno y fósforo aplicados, se debe utilizar 60 Kg/Ha de nitrógeno y 80 Kg/Ha de fósforo; de acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos. Debe considerarse que la información anterior se refiere a condiciones donde se efectuó el ensayo, usando la variedad Loman.
- 2.3 Se recomienda también, estudiar el efecto de los fertilizantes, tomando en cuenta otros factores del cultivo, tales como, variedad de papa, distancia de siembra, nivel de fertilización u otros para su mejor aprovechamiento.
- 2.4 Es necesario investigar la situación del magnesio comparativamente con otros elementos nutricionales considerando la importancia que tiene la relación Ca: Mg y Mg: K para las plantas.
- 2.5 Así mismo se recomienda estudiar épocas de aplicación de este elemento antes de la siembra para encontrar el tiempo en que las micelas del suelo (CTI) tardan en intercambiar el magnesio.

## VIII BIBLIOGRAFIA

1. COCHRAN, W.G. y COX G.M. Diseños experimentales. México, Trillas, 1974, pp. 40-44.
2. EDMOND, J.B., SENN, T.L. y ANDREWS, F. S. Principios de horticultura. Traducido por Federico Garza Flores, 3a ed. México, Continental, 1978. pp. 469-475.
3. FAUSTO HERNANDEZ, C.F. Consideraciones previas al establecimiento de una bodega experimental de papa comercial (Solanum tuberosum L.) en cooperativas agrícolas del departamento de Chimaltenango. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977.
4. FREESE, F. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1970 pp. 40-44.
5. GUATEMALA, BANCO DE GUATEMALA. Estudio sobre la papa. Informe Económico, - Ene. -Mar., 1977 pp. 1-26.
6. \_\_\_\_\_ DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Rendimiento y tiempo de deshidratación de papas variedad Loman. Guatemala, 1970. 12 p.
7. \_\_\_\_\_ INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. El cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala, 1977. 23 p.



8. \_\_\_\_\_, Programa de Producción de hortalizas. Guatemala, 1977. pp. 45-64.
9. \_\_\_\_\_, Proyecto sobre almacenamiento rústico de la papa. Guatemala, - 1978. pp. 2-6.
10. GUTIERREZ ALVAREZ, A. Efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre la brotación y rendimiento de los tubérculos de papa (Solanum tuberosum L.), Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, - Facultad de Agronomía, 1977. pp. 16-17.
11. KEHR, A.E., AKELEY, R. V. y HOUGHLAND, G.V. Producción comercial de papa. Traducido por el Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos. Mexico, - 1967. 62 p.
12. TARANO, D. Manual de horticultura. 7a. ed. - Barcelona, España. Gustavo Gilli, 1978. pp. 185-187.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA


Ciudad Universitaria, Zona 12.


Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

|                 |
|-----------------|
| Referencia..... |
| Asunto.....     |

"IMPRIMASE"

  
DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
D E C A N O

The seal of the Faculty of Agronomy, University of San Carlos of Guatemala, featuring a circular design with the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" and "FACULTAD DE AGRONOMIA" around the perimeter, and "DECANO" in the center.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis