

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE AGRONOMIA
(FAGRO)**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTES
NPK EN LA PRODUCCIÓN DE MINITUBÉRCULOS DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) EN SEMILLERO, PARA LA
PRODUCCION COMERCIAL, PROVENIENTE DE SEMILLA
SEXUAL, VARIEDAD ATZIMBA.**

Autores:

Br. Saúl Octavio Vivas.

Br. Vilma del Carmen Pérez Pérez.

Asesores:

M.Sc. Leonardo García Centeno.

M.Sc. Mario B. González G.

Managua, Nicaragua 2003.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE AGRONOMIA
(FAGRO)**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTES
NPK EN LA PRODUCCIÓN DE MINTUBÉRCULOS DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) EN SEMILLERO, PARA LA
PRODUCCION COMERCIAL, PROVENIENTE DE SEMILLA
SEXUAL, VARIEDAD ATZIMBA.**

**Presentada a la consideración del honorable tribunal examinador como
requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.**

Autores:

Br. Saúl Octavio Vivas.

Br. Vilma del Carmen Pérez Pérez.

Asesores:

M.Sc. Leonardo García Centeno.

M.Sc. Mario B. González G.

Managua, Nicaragua 2003.

DEDICATORIA

A DIOS por bendecirme en todo momento y por regalarme la dicha de disfrutar este logro.

A mi mamá María del Socorro Vivas Morazán, por su amor y apoyo incondicional.

A mi tío Rito Merardo Vivas Morazán (q. e. p. d)

A mi hermano Rubén Ernesto Vivas.

A mis tías Zoila Isabel, Reyna Lidia y Theonila del Carmen Vivas Morazán.

Saúl Octavio Vivas

A DIOS por ser el eje fundamental de mi vida, por concederme la dicha de poder culminar mis estudios y cumplir una más de mis metas.

A mis padres Justiniano Pérez Treminio y Alejandra Pérez Aguilar, por sus consejos y esfuerzos brindados durante mi vida.

A mis hermanos Leonel, Carlos, Martha María y María Isabel Pérez Pérez.

A mi abuelito Luciano Pérez López.

A mis sobrinos (as) Daniel Josué, Victoria Alejandra, Susana Patricia Pérez; Jemmy María y Silgeam Vanessa Ríos Pérez.

Vilma del Carmen Pérez Pérez

AGRADECIMIENTOS

A nuestros asesores M.Sc. Mario Benito González (INTA) y al M.Sc. Leonardo García Centeno (UNA) por su amistad y apoyo brindado en la parte investigativa, fase de campo y redacción de nuestro trabajo de diploma.

A las autoridades y docentes de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por su desempeño y dedicación durante nuestra etapa estudiantil en esta Alma Mater, colaborando así con nuestra formación profesional.

A la dirección de servicios estudiantiles por habernos facilitado recursos y condiciones para hacer menos difícil nuestra estadía en la universidad.

Al Lic. Joel Morazán Herrera por su amabilidad y disposición a apoyarnos siempre que se lo solicitamos.

Al equipo de trabajo del CENIDA por su apoyo en los momentos que requerimos material bibliográfico, especialmente al Ing. Gabriel Sánchez, Katti y al Br. William Buchsting.

Al personal de la Biblioteca Doctor Vicente Vita (Matagalpa) por su especial atención durante la elaboración del documento dedicándonos tiempo extra con respecto a los demás usuarios; especialmente a la Licenciada Astrid Solórzano por autorizarnos el uso de la computadora, Federico Román, Geraldine Hoot y Selene Aráuz por su amistad y asesoría en el teipeo de nuestro trabajo de diploma.

*Saúl Octavio Vivas
Vilma del Carmen Pérez Pérez*

A:

DIOS, Ser Omnipotente por haberme bendecido con este triunfo, colmar mi camino de amor y poner en mi vida tantas personas que me transmiten optimismo.

Mi mamá María del Socorro Vivas Morazán por ser mi mejor ejemplo de lucha, por su abnegado apoyo y sacrificio para que yo pudiese culminar mi carrera universitaria.

Mi hermano Rubén Ernesto Vivas y mis tías Zoila Isabel, Reina Lidia y Theonila del Carmen Vivas Morazán, por su apoyo moral y económico.

Mis amigos del internado Marvin Molina, Geovanny Morales, Jorge Ballesteros, Winston Meza y Winston Montenegro por brindarme un espacio en el cual poder descansar.

La Fundación Religiosa Vida Joven por apoyarme en mis estudios y ayudarme a formar un carácter de utilidad a la sociedad.

Saúl Octavio Vivas.

DIOS nuestro creador por concederme tantas cosas y entre ellas la dicha de poder culminar mis estudios.

Mis padres Justiniano Pérez T y Alejandra Pérez A. por su apoyo incondicional que me han brindado durante la realización de mis metas y por confiar siempre en mí.

Mis hermanos (as) Leonel, Martha María, Carlos Justiniano y María Isabel Pérez Pérez por su apoyo moral y económico.

Mi abuelito Luciano Pérez López por animarme siempre a seguir adelante en mis estudios con sus consejos.

Mi cuñado Jimmy José Ríos Mendoza por su ayuda brindada durante la realización de mis estudios y por su confianza.

Mi tía Rosa Alpina Pérez Treminio por brindarme sus consejos y apoyo moral.

Mis amigas Leyda Marina Olivera Martínez, Johana Delgado Paiz, Ángela Judith Moreno Tinoco, Karina Julissa Valle Valle y a las personas que de una u otra manera me brindaron su amistad durante mi estadía en el internado.

Vilma del Carmen Pérez Pérez.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE GRAFICOS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. OBJETIVOS	11
IV. MATERIALES Y METODOS	12
4.1 Localización del experimento	12
4.1.1 Ubicación del experimento	12
4.1.2 Área del experimento	12
4.1.3 Preparación del terreno	13
4.2 Diseño	15
4.3 Análisis estadístico	15
4.4 Tratamientos en estudio	15
4.4.1 Variable de crecimiento	16
4.4.2 Variables de rendimiento	16
4.5 Análisis beneficio / costo	17
V. RESULTADOS Y DISCUSION	18
5.1 Comportamiento de la altura a la aplicación de NPK	18
5.2 Comportamiento de las variables de rendimiento la aplicación de NPK	19
5.2.1 Número de plantas por hectárea	19
5.2.2 Número de tubérculos por hectárea	20
5.2.2.1 Número de tubérculos menores de cinco gramos	21
5.2.2.2 Número de tubérculos de cinco a diez gramos	22
5.2.2.3 Número de tubérculos de diez a veinte gramos	22
5.2.2.4 Número de tubérculos mayores de veinte gramos	23
5.2.3 Número de tubérculos totales por hectárea	24
5.2.4 Rendimiento(Kg/ha)	25
5.3 Análisis económico	26
5.3.1 Presupuesto parcial	27
VI. CONCLUSION	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. BIBLIOGRAFIA	31
IX. ANEXOS	34

INDICE DE TABLA	página
Tabla 1. Valor nutritivo de la papa contenido en mil gramos.	3
Tabla 2. Comparación de producción de papa usando semilla sexual de papa (SSP) y tubérculos-semilla.	7
Tabla 3. Resultados del análisis de suelo en finca El Mojón, Jinotega 2002.	12
Tabla 4. Área de cada parcela experimental.	13
Tabla 5. Tratamientos evaluados.	15
Tabla 6. Resultado del análisis de presupuesto parcial, por efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de minitubérculos de papa.	28

INDICE DE GRÁFICOS	Página
Gráfico 1. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre altura final de plantas	19
Gráfico 2. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de plantas por hectárea	20
Gráfico 3. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de tubérculos menores de cinco gramos	21
Gráfico 4. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de tubérculos de cinco a diez gramos	22
Gráfico 5. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de tubérculos de diez a veinte gramos	23
Gráfico 6. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de tubérculos mayores de veinte gramos	24
Gráfico 7. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de tubérculos totales por hectárea	25
Gráfico 8. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el rendimiento de minituberculos de papa (Kg./ha)	26

INDICE DE ANEXOS	Página
Anexo 1. Resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza de altura de plantas (AP), número de plantas (NDP), número de tubérculos menores de cinco gramos (TMCG) y número de tubérculos de cinco a diez gramos (TDCDG), al 0.05 de probabilidad, evaluados en El Mojón 2002	34
Anexo 2. Resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza de número de tubérculos de diez a veinte gramos (TDDV), número de tubérculos mayor de veinte gramos (TMV), número de tubérculos totales (NTT) y rendimiento (RE), al 0.05 de probabilidad, evaluados en El Mojón 2002	35
Anexo 3. Resultado del coeficiente de correlación entre los valores promedios de ocho variables de papa, influenciados por efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes	36

RESUMEN

La papa es una fuente de alimentación importante a nivel mundial, en Nicaragua los altos costos de importación de semilla de buena calidad, tiene como efecto, la dificultad de los productores de aumentar áreas de siembra y el bajo consumo con respecto a otros países por el costo de este producto. La falta de un programa nacional de producción de semilla contribuye al problema, ya que muchos productores no tienen acceso a semilla, pero al introducir la semilla botánica de papa para producción de minitubérculos, hace que el productor demande nuevos conocimientos, por tanto hay que desarrollarlos, uno de estos conocimientos es la dosis de fertilización adecuada en semillero de papa para la producción de minitubérculos. Existen estudios en otros países como Perú, pero no son adaptables a nuestras condiciones, por tal motivo se estableció un ensayo en el Mojón, Jinotega, el cual comprendió de septiembre a diciembre del 2002, el diseño utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (BCA), donde se evaluaron cinco dosis de fertilizantes. El área experimental fue de 105 m² la comparación de medias se realizó por Duncan al 0.05 de probabilidad. Los objetivos del ensayo fueron: objetivo general: Evaluar el efecto de distintos niveles de fertilización sobre la producción de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en semillero, proveniente de semilla sexual o semilla verdadera. Objetivos específicos: Estudiar el efecto de diferentes dosis de fertilizantes en almacigo para la producción de minitubérculos de papa, determinar la dosis con las que se obtienen los mejores rendimientos en la producción de minitubérculos de papa, y realizar un análisis Beneficio – Costo de los resultados obtenidos para determinar cual es el tratamiento que económica y productivamente es el más rentable. Los parámetros evaluados fueron: altura de plantas, plantas cosechadas, cuatro categorías de peso de tubérculos y número de tubérculos totales por hectárea, además el rendimiento de minitubérculos de papa. No se encontró evidencia estadística que alguna dosis aumente el número de tubérculos por hectárea, pero, se demostró que la aplicación de 300 a 450 kilogramos de urea, 270 a 420 kilogramos del fertilizante 18-46-00 y 80 a 130 kilogramos de sulfato de amonio aumenta el rendimiento en peso de minitubérculos, y la ganancia de los productores aumenta de 133 000 a 139 300 córdobas por hectárea. Aplicaciones mayores de fertilizantes causan pérdidas hasta en 41 600 córdobas por hectárea con respecto a la aplicación de los productores.

I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) como fuente de alimentación ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo. Es superado solamente por gramíneas como el trigo (*Triticum sativum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), y maíz (*Zea mays* L.). Sin embargo, el rendimiento de proteína por unidad de área excede al trigo en 2.02 %, al arroz en 1.33% y al maíz en 1.20% (Cabrera y Escobal, 1993)

Como cultivo, la papa tiene gran potencial para contribuir a solucionar problemas de escasez de alimentos a corto plazo, con mayor ventaja y rentabilidad sobre otros productos tradicionales debido a que su productividad por unidad de superficie en términos de caloría es más elevada que el arroz y el trigo (Christiansen, 1980).

El cultivo de la papa tiene un alto potencial de rendimiento de 30 - 50 ton / ha. (Mateu, 1998), pero en Nicaragua los promedios son de alrededor de 16 ton / ha (MAGFOR, 1999), lo que significa que sólo se aprovecha el 40 % de su capacidad productiva. En el primer semestre del año 2003, Nicaragua importó 3.4 millones de kilos de papa, a diferencia del año 2002 que importó 14.3 millones de kilos (La Prensa, 2003).

La principal zona productora en Nicaragua es la zona alta de Estelí y Jinotega. Esta zona se caracteriza por tener un clima de trópico húmedo donde las precipitaciones oscilan entre 1200 - 1500 mm. anuales y una altura de 1300 msnm.

Tradicionalmente los tubérculos son empleados para plantar el cultivo de la papa. Esta práctica en el país, es el principal factor limitante, debido a que los tubérculos - semilla representan de 40 - 60 % de los costos de producción del cultivo. Se necesitan 2 toneladas métricas de tubérculo - semilla por hectárea, por otro lado los costos de almacén son muy altos (CIP, 1994).

El uso de semilla botánica para la producción de minituberculos-semilla, reduce los costos y simplifica las labores de almacenamiento y transporte para la producción. Con la semilla botánica

los costos disminuyen por que se obtienen en las propias áreas de siembra y se calcula que 100 g de semilla botánica sustituye a 2 toneladas métricas de tubérculo semilla (CIP, 1985).

En la búsqueda de alternativas para mejorar la productividad de la papa en países en desarrollo, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha investigado la posibilidad del uso de la semilla sexual de papa. La tecnología generada ha sido evaluada en más de 50 países y a la fecha, en China, India, Bangladesh, Filipinas, Egipto, Nicaragua, Paraguay y Perú, están utilizando la semilla sexual en producción comercial de papa (Torres & Lanuza, 1996).

Otro aspecto que limita grandemente los rendimientos de la papa, son las recomendaciones de fertilización, las que hasta la fecha se han realizado de manera empírica sin tomar en cuenta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y los costos que los fertilizantes representan en el cultivo de la papa (Rugama & Gómez, 1992). No existen, en nuestro país, trabajos de investigación que especifiquen o recomienden dosis de fertilizantes basados en análisis de suelo para la producción de minituberculos de papá. (González, 2004), por esa razón se planteo el presente estudio, con el propósito de estimar si la fertilización a base de los resultados de los análisis de suelo son útiles para las condiciones de las zonas paperas de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

General

- . Evaluar el efecto de distintos niveles de fertilización NPK sobre la producción de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en semillero, proveniente de semilla sexual o semilla verdadera, utilizando la variedad Atzimba

Específicos

-. Estudiar el efecto de diferentes dosis de fertilizantes NPK en almácigo de papa, para la producción de minituberculos, proveniente de semilla sexual o semilla verdadera.

- . Determinar la dosis con las que se obtienen los mejores rendimientos en la producción de minituberculos de papa en almacigo.

-. Realizar un análisis Beneficio – Costo de los resultados obtenidos para determinar cual es el tratamiento que económica y productivamente es el más rentable.

III. REVISION DE LITERATURA

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo altamente energético, de su materia seca total un 75-80% esta constituida por carbohidratos. Las síntesis de estos carbohidratos requiere la presencia de los elementos mayores nitrógeno, fósforo y potasio además de calcio, azufre hierro, zinc, boro, manganeso, magnesio y de enzimas específicas (Montaldo, 1984).

Tabla 1. Valor nutritivo de la papa contenido en mil gramos.

Elementos	Contenido
Carbohidratos	18 g
Proteínas	20 g
Grasa	1 g
Calcio	80 g
Hierro	7 g
Riboflavina	0.3 g
Niacina	14 g
Tiamina	1 g
Vitamina C	100 u.i
Energía	760 cal.

(Roa & Rayo, 1990)

El crecimiento de la papa depende del suministro de nutrientes tales como: fósforo, nitrógeno, potasio y otros, la carencia de estos origina retardos del proceso de crecimiento y disminuye los rendimientos, por lo que es necesario reemplazar los nutrientes, ya que cuando se realiza la cosecha se extrae gran parte de éstos. Según productores de la zona, uno de los problemas en el manejo del cultivo de la papa es la fertilización, ya que no están seguros de cuánto aplicar y que fertilizantes aplicar para completar los requerimientos del cultivo, aunque cabe mencionar que se han realizado trabajos de investigación en la determinación de niveles de fertilidad del cultivo, por ejemplo Urbina et al. (1999) evaluando niveles de fertilización en la producción comercial en tres comunidades de Jinotega encontró que la aplicación de 106 y 70 Kg./ha de Nitrógeno y Fósforo

respectivamente aumentaron los rendimientos en un 20.2% y obtuvieron un valor costo beneficio de 14.6 lo que significa que esta aplicación es muy rentable.

Tradicionalmente los tubérculos son empleados para plantar el cultivo de la papa. Esta práctica en el país, es el principal factor limitante, debido a que los tubérculos - semilla representan de 40 - 60 % de los costos de producción del cultivo. Se necesitan 2 toneladas métricas de tubérculo - semilla por hectárea, por otro lado los costos de almacén son muy altos (CIP, 1991).

El uso de semilla botánica para la producción de minituberculos-semilla, reduce los costos y simplifica las labores de almacenamiento y transporte para la producción. Con la semilla botánica los costos disminuyen por que se obtienen en las propias áreas de siembra y se calcula que 100 g de semilla botánica sustituye a 2 toneladas métricas de tubérculo semilla (CIP, 1985).

La propagación a escala comercial del cultivo de la papa mediante su semilla sexual (semilla botánica), constituye una alternativa para la propagación a través de tubérculo o semilla. Desde 1976 el CIP realiza investigaciones en las áreas de genética, fisiología, agronomía y sanidad de cultivo relacionado con esta tecnología. El objetivo es desarrollar un sistema de producción de papa de bajo costo para países donde no se produce este cultivo o se importan tubérculos semilla a un precio muy elevado (Golmirzaier et al, 1990).

En Nicaragua, el cultivo de la papa fue introducido al país hace aproximadamente 40 años, por agricultores privados que se abastecían de semilla proveniente de Guatemala, México, Canadá y Holanda. Hasta los años 70 la papa era producida por unos pocos productores de la zona de Matagalpa y Jinotega, se puede decir que era un cultivo de lujo por lo caro y escaso de la semilla. (MAGFOR, 1999).

Los factores del medio ambiente que influyen en la tuberización (ya que la producción de tubérculos es el principal objetivo de la papa) son temperatura, fotoperiodo, agua y suelo.

El cultivo de la papa en su hábitat original va desde temperaturas promedio de 11°C, lluvias de 2000 mm y fotoperiodo de 15 a 16 horas hasta alturas de 3500 msnm.

Temperatura

Para Bushnell la formación es óptima a 17°C y sobre esta temperatura los rendimientos decrecen siendo 26-27°C el límite de desarrollo de tubérculos.

Fotoperiodo

Todas las especies y variedades crecen más en días más largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan. Sin embargo, esta condición no es muy marcada en el trópico donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parece sobreponerse al fotoperiodo.

La papa como regla general, florece favorablemente cuando los días son más largos. En el trópico se ha observado que esta condición ha sido modificada por la calidad de la luz y la temperatura.

Agua

La disponibilidad de agua en el suelo sea proveniente de riego o de lluvia influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis y absorción de nutrientes por la planta. Una escasa precipitación produce bajos rendimientos y una alta precipitación muchas veces es dañina, especialmente si los suelos no tienen buen drenaje.

Suelo

Los mejores suelos son los francos, francos-arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, de textura liviana, con buen drenaje y con una profundidad efectiva mayor de 0.50 m, que permitan el libre crecimiento de los estolones y tubérculos y faciliten la cosecha.(guía INTA, 2004).

pH

El pH óptimo del suelo es de 5.5 a 6.0 (guía INTA, 2004). Sobre pH 5.4 en suelos largamente cultivados de papa se tiene el problema del ataque del organismo que provoca la sarna común (*Streptomyces scabies*) en los tubérculos (Blanco, 1992).

Fertilización

Según el Instituto de la Potasa y el Fósforo (sf), para un rendimiento de 40 toneladas por hectárea se utilizan aproximadamente 175 kilogramos de nitrógeno, 80 kilogramos de $P_2 O_5$, 310 kilogramos de K_2O , 40 kilogramos de MgO y 20 kilogramos de azufre.

Reproducción

Existen en la papa dos formas de reproducción, sexual por medio de la semilla botánica y asexual a través de esquejes, nudo brote, nudo hoja, brotes, etc (Blanco, 1992).

Semilla sexual

La papa es de la familia Solanáceae al igual que el tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) (Solanaceae) normalmente se cultiva para obtener sus tubérculos subterráneos, que son también la semilla utilizada en su propagación. La papa produce frutos pequeños y de color verde llamado bayas que contienen la verdadera semilla o semilla sexual, con un promedio de 200 semillas por bayas.

Estas semillas se pueden utilizar con la finalidad de producir nuevas plantas, como en el caso de otros cultivos hortícolas tales como ají (*Capsicum frutescens*, Bailey) y zanahoria (*Daucus carota*, L). Para distinguirla de los tubérculos usados normalmente para la producción de papa, se ha denominado a esta semilla como semilla sexual, semilla botánica o semilla verdadera.

El proceso de formación de la semilla sexual se inicia con la fertilización de la flor con polen de la misma planta o de otra, lo cual puede ocurrir en forma natural o en forma controlada por el hombre o a través de cruzamiento entre variedades (padres) previamente seleccionados. En esta última situación los investigadores han aprendido a utilizar las mejores combinaciones de los padres para producir una semilla sexual híbrida.

Las plantas nacidas de semilla y de tubérculo, no son idénticas. De la semilla, nace una plántula con una raíz principal y dos o tres cotiledones. La planta originada de un tubérculo, es un clon, no tiene raíz principal ni cotiledones ya que nace de una yema. Las raíces de un clon son por tanto, adventicias y éstas nacen en grupos de 3 a 4 de los nudos de los estolones (MAG, 1991). Las

diferencias de producción entre ambos tipos de semilla Golmirzaier et al (1990), se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2. Comparación de producción de papa usando semilla sexual de papa (SSP) y tubérculos-semilla.

	Semilla Sexual (Botánica) de Papa	Tubérculos-semillas
1	30 a 50 g/ha de semilla según densidad de transplante	1 a 2 tn/ha según el tamaño del tubérculo y la densidad de plantación.
2	Libre de nemátodos, insectos, bacterias, hongos y la mayoría de virus	Puede estar infectada por nemátodos, bacterias, hongos o virus.
3	Requiere de mayor labor en la fase inicial del cultivo	Exige menos labor y la plantación puede ser mecanizada.
4	En las etapas iniciales de crecimiento, la plántula es vulnerable a la competencia de malezas, plagas y estrés. En esta etapa requiere de irrigación artificial	En las etapas iniciales es menos vulnerable al estrés, debido al mayor vigor y crecimiento uniforme.
5	Menor uniformidad en aspectos de calidad comercial de tubérculos	Uniforme en cuanto a calidad comercial de tubérculo
6	Tubérculos menos adecuados para el procesamiento industrial	Algunas variedades se adaptan muy bien para su procesamiento industrial
7	Costo de almacenamiento y transporte extremadamente bajo	Costo de almacenamiento y transporte muy caro
8	El costo total de producción se reduce por eliminación de los costos en tubérculos-semilla, transporte y almacenamiento	El costo total de producción es mucho más alto
9	Es fácil de almacenar por mucho tiempo. Su distribución es fácil y económica. Se adapta fácilmente a los sistemas de cultivo debido que la época de siembra no depende del envejecimiento de los tubérculos	Exige conocimientos especiales para un buen almacenamiento y tiene poco margen de adaptación a los sistemas de cultivo.

(Golmirzaier et al., 1990)

Ventajas del uso de la semilla sexual:

1) Rendimiento

Pruebas de rendimiento realizadas en campos de agricultores en diferentes países demuestran resultados ampliamente favorables de esta tecnología comparada con el cultivo tradicional.

2) Menor costo de producción

Cuando se usa semilla sexual, para producción comercial de papa, se necesita como máximo 100 g de semilla para plantar una hectárea del cultivo (1 g contiene alrededor de 1500 semillas). Lo anterior contrasta con los 2000-3000 Kg. de tubérculos-semilla que se utilizan con el sistema tradicional. En general, el costo de la semilla sexual corresponde a un 10-20 % del costo de la semilla tubérculo. Además, el volumen de papa que se economiza como semilla puede utilizarse directamente como alimento. Esta consideración es de importancia para agricultores de pequeña escala.

3) Aumento de la sanidad del cultivo

Las enfermedades de la papa que son transmitidas por los tubérculos – semillas de una temporada a otra y de un lugar a otro, se reducen o eliminan, debido a que la semilla sexual no es portadora de los virus más importantes, tales como el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) y los virus X (PVX), virus Y (PVY). La excepción la constituyen cuatro virus (PVT, APLV, PBRV y AVB-O) y un viroide (PSTVD) sin importancia económica.

Las enfermedades fungosas, como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), o el carbón de la papa (*Tecaphora solani*, Barrus), y bacterianas, como la marchites bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*, Smith) de gran importancia económica, no se transmiten mediante la semilla sexual. La semilla sexual actúa como filtro de estos microorganismos, lo cual constituye una ventaja fundamental sobre el sistema convencional de siembra con tubérculos asexuales.

4) Menor costo de almacenamiento y transporte

El agricultor puede almacenar la semilla por varios años en un mínimo de espacio, observando ciertos cuidados básicos. Esta ventajosa situación contrasta con la necesidad de construir

infraestructuras de almacenamiento que requiere la conservación de altos volúmenes de tubérculos para la plantación, como también la mantención de un capital inmovilizado.

El transporte de semilla sexual de papa (SSP) presenta las mismas ventajas que las otras semillas de hortalizas, es fácil y económico debido al escaso volumen que ocupa, lo que evita la utilización de medios de transporte y posibilita su distribución a lugares de difícil acceso o áreas donde la producción de tubérculos - semilla de buena calidad es difícil por razones de clima y/o suelos poco apropiados.

5) Flexibilidad en las fechas de siembra

La capacidad de la semilla sexual de ser almacenada por largos periodos (más de 5 años) permite a la agricultura una flexibilidad de producir papa para consumo o para tubérculos – semilla de acuerdo a las mejores condiciones de mercado o a las mejores condiciones climáticas. El agricultor podrá programar la fecha de siembra, adelantándolas o retrasándolas respecto a la época habitual con el objeto de producir papa cuando su sistema de producción así lo indique o cuando los precios sean más convenientes.

6) Facilita la expansión del cultivo

La utilización de semilla sexual puede hacer posible la rápida expansión de este cultivo en áreas donde a pesar de poseer condiciones agrícolas favorables, actualmente no se utilizan para cultivar papa debido a la escasa disponibilidad de tubérculos – semilla de buena calidad. Esto es especialmente válido en los países tropicales.

7) Aumenta la seguridad alimentaría

En periodos de crisis alimentaría en países donde la población ha hecho uso del tubérculo – semilla como alimento se han producido pérdidas de semilla en la plantación del año siguiente. La semilla sexual permite superar este tipo de crisis debido a que puede estar disponible por varios años almacenada en un reducido espacio.

Formas de uso

Se recomienda usar semilla sexual por lo siguiente:

1. Producir tubérculos – semilla en camas que pueden ser posteriormente plantadas en el campo.
2. La semilla puede ser sembrada en almácigos para producir plántulas que posteriormente serán trasplantadas al campo.
3. Una tercera alternativa es la siembra directa de la semilla sexual, que implica la utilización del equipo especializado.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del experimento

4.1.1 Ubicación del experimento

Este ensayo se estableció en la finca El Pantanal del productor Carlos Paz Zeledón, de la comunidad El Mojón ubicada a 35 Km. al noreste del municipio de Jinotega. La zona se considera húmeda, entre 1200 a 1500 mm/año de precipitación, temperatura promedio de 22⁰C y una altura de 1312 msnm. Según el análisis del suelo, este presenta un pH clasificado como muy fuertemente ácido, presenta materia orgánica media, bajo contenido de fósforo y alto en potasio (García, 2001).

Tabla 3. Resultados del análisis de suelo en Finca El Mojón, Jinotega 2002

Textura	pH	M.O	K	Ca	Mg	Al	H	P	Cu	Zn	% de saturación de bases
		%	Meq/ 100g de suelo					Ppm			
Franco	4.9	2.77	1.32	8.06	2.62	0.49	0.07	3.18	5.00	14.3	95.54

Laboratorio de suelos, aguas y plantas. UNICAFE

4.1.2 Área del experimento

El experimento tuvo un área de 105 m², cada parcela constó de treinta surcos de 1 m de longitud, la distancia entre surco y planta es de 10 cm., para la parcela útil se consideró los veinte surcos centrales, todas las especificaciones del área del experimento se indican en la tabla 4.

Tabla 4. Área de cada parcela experimental.

Característica	Unidades
Número de bloques.	3
Número de parcelas por bloques.	5
Número de surcos por parcela.	30
Longitud de surcos (m).	1
Distancia entre surcos (cm.)	10
Número de surcos por parcela útil.	20
Longitud de surcos de la parcela útil (cm.)	80
Distancia entre bloques (m)	1
Distancia entre plantas (cm.)	10
Número de plantas por golpe.	1
Número de plantas por surco.	10
Número de plantas por parcela.	300
Área de la parcela útil (m ²)	1.6
Área de la parcela (m ²)	3
Área de bloque (m ²)	15
Área total del experimento (m ²)	105

4.1.3 Preparación del terreno

FAO (1995) plantea que para siembras en canteros, antes de iniciarlas es conveniente emparejar, nivelar y humedecer ligeramente la superficie de los canteros, con el objetivo de lograr un buen marcaje y que las semillas queden sembradas a una profundidad uniforme.

Tomando en cuenta las recomendaciones antes citadas se procedió a remover el suelo haciendo uso del azadón, para mullir mejor el área del ensayo, eliminando piedras y otros residuos sólidos que pudiesen obstruir el desarrollo radical de la semilla; se trazaron bancos de almácigo de 1.20 metros de ancho y 0.2 metros de alto; se paso sobre la superficie una regla con el fin de nivelar mejor el área del ensayo.

Se utilizó suelo franco desinfectado con faiton en dosis de 2 onzas por banco de siembra con un área de 15 metros cuadrados.

Considerando las recomendaciones de siembra citadas por Cabello (1983), se procedió a la siembra manual en los diferentes bancos, se utilizó semilla de la variedad Atzimba cuyo origen es México, tiene buena adaptación a nuestras condiciones, las plantas son de porte mediano (70-80 cm), la floración es profusa y su color es morada. Los tubérculos son color amarillento, de forma alargado y ligeramente aplanado, ojos superficiales. El ciclo de cultivo es de 120 días, lo que indica que es una variedad tardía. Su tolerancia al tizón tardío es susceptible. (Guía INTA, 2004).

Comentario: Consultar Cultivo de papa INTA, Guía.

La siembra se realizó a chorrío el día 03 de septiembre de 2002, se utilizaron 100 g de semilla de la variedad Atzimba, obteniendo así una alta densidad de siembra, por lo que se procedió a raleo con el fin de dar a cada planta la distancia óptima para su desarrollo, la que fue de 10 cm. entre plantas y 10 cm. entre surcos.

A los 23 días después de la siembra se hicieron las aplicaciones en la base de la planta, de NPK (12-30-10) con una dosis de 730 Kg./ha (73 g/m²) para el tratamiento 2, que es la dosis que usa el productor; NPK (18-46-00) con una dosis de 420 Kg./ha (42 g/m²) para el tratamiento 3, que es lo recomendado en base al análisis de suelo; NPK (18-46-00) con una dosis de 570 Kg./ha (57 g/m²) para el tratamiento 4 que es el extremo superior a la dosis recomendada en el análisis de suelo; NPK (18-46-00) con una dosis de 270 Kg./ha (27 g/m²) para el tratamiento 5 que es el extremo inferior a la dosis recomendada en el análisis de suelo.

A los 15 días después de la aplicación de completo se procedió a la aplicación de la urea y el sulfato de amonio realizado en tres momentos con un intervalo de tiempo de 15 días entre aplicación, sin variar la dosificación de cada tratamiento. Para el tratamiento 2 se aplicaron 130 Kg./ha de urea (13 g/m²), al tratamiento 3 se le aplicó 450 Kg./ha (45 g/m²) de urea y 130 Kg./ha (g/m²) de sulfato de amonio, para el tratamiento 4 se aplicaron 600 Kg./ha (60 g/m²) de urea y 180 Kg./ha (18 g/m²) de sulfato de amonio, para el tratamiento 5 se aplicaron 300 Kg./ha (30 g/m²) de urea y 80 Kg./ha (8 g/m²) de sulfato de amonio.

4.2 Diseño

El diseño experimental usado fue en Bloques Completos al Azar (BCA), con un total de 5 tratamientos y 3 repeticiones, las dosis de los tratamientos se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Tratamientos evaluados. (Kg/ha)

Tratamiento	12-30-10	Urea	18-46-00	Sulfato de Amonio. (NH ₄) ₂ SO ₄
T1 (Testigo)	00	00	00	00
T2	730	130	00	00
T3	00	450	420	130
T4	00	600	570	180
T5	00	300	270	80

Donde el T₂ es la fertilización tradicional del productor, el T₃ es lo recomendado según el análisis de suelo y el T₄ y T₅ son los dos extremos para realizar la curva de respuesta a los fertilizantes, el T₁ es el testigo.

4.3 Análisis estadístico

A los datos obtenidos de las diferentes variables se les efectuó el análisis de varianza (ANDEVA). La prueba de Duncan, cuadrados medios del análisis de varianza a los datos obtenidos de las variables de rendimiento y coeficiente de correlación entre los valores promedios de las ocho variables estudiadas.

4.4 Tratamientos en estudio

Se evaluaron variables de crecimiento y rendimiento., con el fin de recomendar, en base al análisis de datos, conclusiones que soporten lo planteado en las hipótesis,

4.4.1 Variable de crecimiento

Altura de planta

Esta variable se midió al momento de la cosecha, se escogieron aleatoriamente 5 plantas en cada parcela útil y haciendo uso de la cinta métrica, se midieron desde el cuello de la planta hasta la yema terminal, la altura de la planta se determinó en centímetros.

4.4.2 Variables de rendimiento

Número de plantas cosechadas

Se realizó tomando en cuenta todos los golpes presentes en la parcela útil al momento de la cosecha, se delimitó el área de la parcela útil midiéndola en 1.6 metros cuadrados y contando las plantas existentes en dichas áreas.

Número de tubérculos

Después de cortar la parte aérea (tallo, hojas) de la planta se procedió a la cosecha de los tubérculos producidos para obtener la cantidad de tubérculos por metro cuadrado, posteriormente se clasificó en cuatro categorías considerables según su peso para producir semillas, el proceso para determinar a que categoría correspondía cada tubérculo cosechado consistió en colocar en la balanza uno a uno los tubérculos, de este modo fue posible ubicarlos de acuerdo a su peso en la categoría correspondiente, este proceso fue hecho en cada bloque cosechado según el tratamiento al que pertenecían. Las categorías usadas para la clasificación de los tubérculos se describen a continuación:

Categoría 1: Tubérculos con peso menor a 5 g

Categoría 2: Tubérculos con peso entre 5 a 10 g

Categoría 3: Tubérculos con peso entre 10 a 20 g

Categoría 4: Tubérculos con peso mayor a 20 g

Rendimiento de tubérculos (Kg. / ha)

Después de realizar la cosecha y obtener el número de tubérculos por parcela útil se realizó la suma de todas las categorías para determinar el rendimiento total, tomando en cuenta su peso y la cantidad de tubérculos producidos por tratamiento.

4.5 Análisis Beneficio/Costo

Para realizar el cálculo del costo de cada tratamiento se tomo en cuenta el precio actual de cada minituberculo y se multiplicó por el rendimiento (minituberculos totales por hectárea) obteniendo de este modo el beneficio bruto al que se le restó el valor del fertilizante (costo que varía) aplicado para conocer el beneficio neto.

Posteriormente se procedió ha realizar el análisis de los tratamientos y así determinar cual de los tratamientos aplicados era el más indicado, además de brindar al productor una dosis de fertilización que le ayude a evitar gastos innecesarios al incurrir en aplicaciones excesivas de fertilizantes lo que se traduce en perdidas financieras.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Comportamiento de la altura a la aplicación de N, P, K

La altura de la planta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores elementales: Luz, Temperatura, Humedad y Nutrientes (Yagodin et al, 1982).

En investigaciones realizadas (Roa y Rayo, 1990) se observó que la mayor altura de la planta se encontró con una dosis de nitrógeno en forma de nitrato potásico de 45 gramos por metro cuadrado (450 Kg./Ha).

El análisis estadístico de esta variable refleja que existe significancia estadística entre los tratamientos evaluados, el criterio utilizado en el gráfico es el de curva de crecimiento y decrecimiento basado en los resultados obtenidos de cada tratamiento.

La altura promedio resultante de la aplicación de las dosis de fertilizantes oscila entre 23.83 a 36.16 cm.; resultando el tratamiento 3 y 5 con las mayores alturas (gráfico 1), esto coincide con el análisis de suelo (Tabla 3), el cual muestra que en la zona donde se realizó el experimento existe 2.77 % M. O., 3.18 ppm de fósforo y 1.32 meq / 100 g de suelo de potasio, los suelos son considerados según INTA FAO (sf.) Medio, muy bajo y bajo respectivamente. Cabe mencionar que el contenido de Nitrógeno del suelo varía ampliamente según el contenido de materia orgánica (M.O) oscilando en términos medios entre 0.02 y 0.4%. Sin embargo, en los suelos de Nicaragua los contenidos pueden variar entre 1 y 9%, con un valor promedio de 4%, según datos recopilados de análisis de suelo hechos entre 1991 y 1996 (García, 2001).

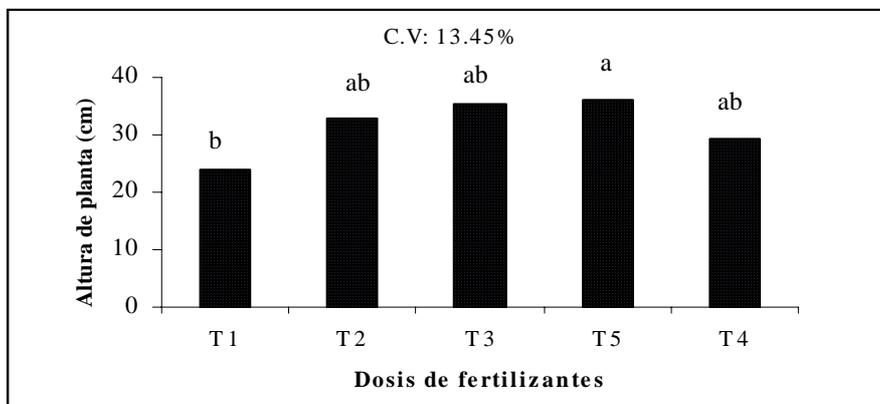


Gráfico 1. Efecto de la aplicación de 5 dosis de fertilizantes sobre la altura final de las plantas.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.2 Comportamiento de las variables de rendimiento a la aplicación de N, P, K

El criterio utilizado, en los gráficos de las variables de rendimiento, es el de curva de crecimiento y decrecimiento basado en los resultados obtenidos de cada tratamiento.

5.2.1. Número de plantas por hectárea

Según Wiersema (1983), una población alta de plantas tiene un efecto positivo sobre el número de tubérculos utilizables producidos por unidad de área. Los estudios de la densidad de población en el CIP muestran que la población óptima de plantas después del raleo debería ser por lo menos de 100 plantas/m²; para obtener esta densidad de población, se puede sembrar la semilla botánica a 10 cm. de distancia entre hileras y a dos o tres centímetros entre semillas. Luego se procede a hacer el raleo dejando un espacio de 10 cm. entre hileras y 10 cm. entre las plantas, con el propósito de dar la distancia óptima para un mejor desarrollo de las plantas.

En esta variable todas las fuentes evaluadas, alcanzaron significación estadística, los promedios de los tratamientos oscilaron en un rango de 470,000 a 650,000 plantas por hectárea, para los tratamientos cuatro y tres respectivamente (gráfico 2).

El tratamiento tres fue el que dio los mejores resultados con un total de 656 600 plantas por hectárea, lo que indica que la dosis aplicada en base al análisis de suelo resultó efectiva por satisfacer los requerimientos del cultivo.

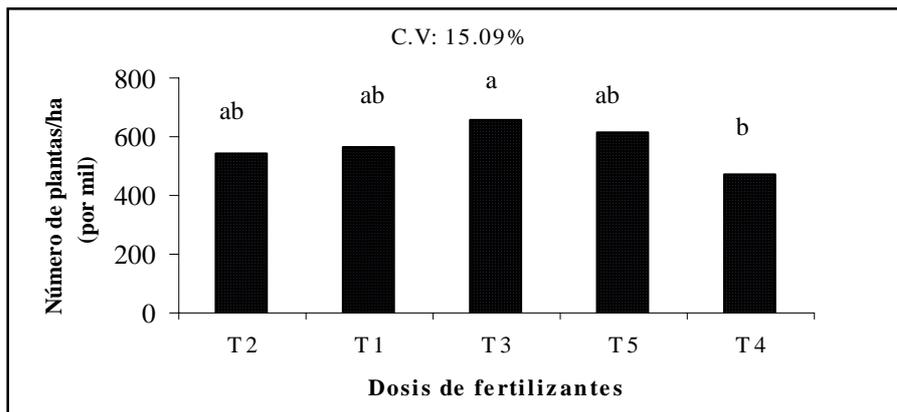


Gráfico 2. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de plantas por hectárea.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.2.2 Número de minituberculos por hectárea

La clasificación de los minituberculos puede ser hecha antes del almacenamiento utilizándose los criterios de diámetro o peso. Para diámetro pueden ser utilizadas zarandas o clasificadores con diámetro de 18, 23, 28 y 35 milímetros. Para peso pueden ser clasificados en categorías de minituberculos: menores de 5 gramos, de 5 a 10 gramos, de 10 a 20 gramos y mayores de 20 gramos. Lo mismo podría hacerse en la selección de minituberculos con coloración diferente o con otros problemas graves como son las pudriciones (Amauri, 1997).

Según Almekinders et al (1996, citados por Domech, 1997), una característica importante del uso de la SSP en un sistema de producción de papa, es su flexibilidad tecnológica, ya que puede ser sembrada directamente en el campo o en canteros y las posturas pueden ser trasplantadas al campo o continuar creciendo y los tubérculos cosechados (tuberculillos) pueden ser enviados al mercado o usarse como tubérculos- semilla.

Wiersema (1986) expresó que en experimentos realizados y probando dos densidades de población de 50 y 100 plantas/m², obtuvo el mayor número de minituberculos totales con 100 plantas/m² de diferentes calibres en gran número, excepto mayores de 40 g, en el cual el número de minituberculos fue igual al número de plantas.

5.2.2.1 Número de minituberculos menores de 5 g

Uno de los beneficios de tener mayor número de minituberculos con peso menor de cinco gramos es la facilidad con la que se puede manejar la semilla.

En esta categoría no se observó significancia estadística entre tratamientos y los promedios oscilaron entre 1, 736,700 a 2,536,700 minituberculos por hectárea (gráfico 3), es importante mencionar que a pesar que no se encuentran diferencia entre los tratamientos, los tratamientos 3 y 5 obtuvieron los mejores promedios.

Los resultados en esta categoría tienen correlación con el número de plantas cosechadas (anexo 3), ya que existe la tendencia de que al aumentar el número de plantas se aumenta la producción de minituberculos menores a 5 g.

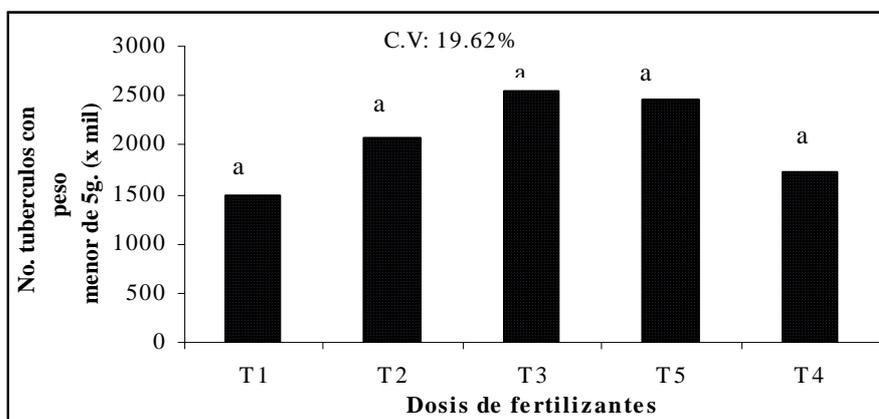


Gráfico 3. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de minituberculos de papa menor de cinco gramos.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.2.2.2 Número de minituberculos entre 5 a 10 gramos

Roa y Rayo (1990) obtuvo con dosis de 30 gramos de nitrato potásico más 60 gramos de superfosfato triple por metro cuadrado, la mayor cantidad de tubérculos clasificados de 1 a 10 gramos aunque no encontró significancia estadística entre los tratamientos aplicados, estos resultados estadísticamente se asemejan a los del presente estudio.

El análisis de varianza demostró que no existe significancia estadística entre los tratamientos. La comparación de medias por Duncan (Gráfico 4), presenta que el número de minituberculos de 5 a 10 gramos esta entre 296 700 a 653 300 tubérculos por hectárea. Cabe mencionar que a pesar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, los que se destacaron con mayores promedios fueron el 4 y 5 con 653 300 y 603 300 tubérculos por hectárea respectivamente. Esto con relación al testigo el cual alcanzó 296 700 tubérculos por hectárea.

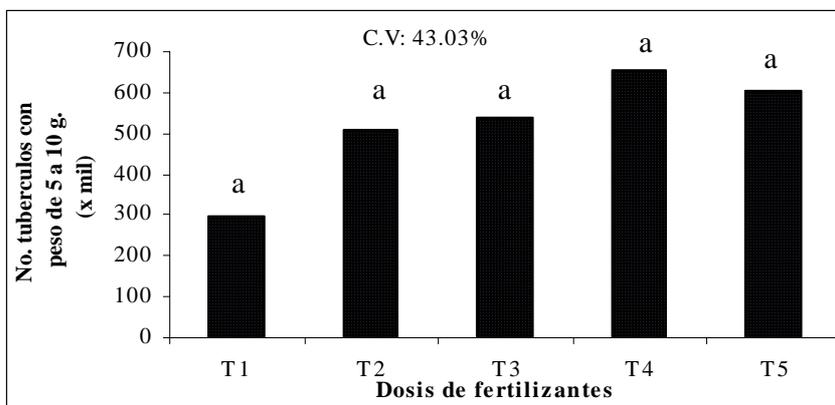


Gráfico 4. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de minituberculos de cinco a diez gramos

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.2.2.3 Número de minituberculos entre 10 a 20 gramos

Roa y Rayo (1990) encontró los mejores resultados al aplicar dosis de 300 Kg./ha (30 g/m²) de nitrato potásico más 60 Kg./ha (60 g/m²) de superfosfato triple, aunque no obtuvo diferencia significativa entre tratamientos.

Mediante el análisis de varianza se pudo determinar que no existe significancia estadística entre los tratamientos. Además la comparación por Duncan, muestra que el número de minituberculos de 10 a 20 gramos osciló entre 200 000 a 333 300 tubérculos por hectárea. (Gráfico 5). Los mejores promedios lo obtuvieron los tratamientos 5 y 3 con 333 300 y 303 300 minituberculos por hectárea respectivamente, superando en promedio al tratamiento sin fertilizar y al del productor, los cuales alcanzaron 200 000 y 243 300 tubérculos por hectárea respectivamente, debido a que estas aplicaciones se hicieron sin tomar en cuenta el análisis de suelo.

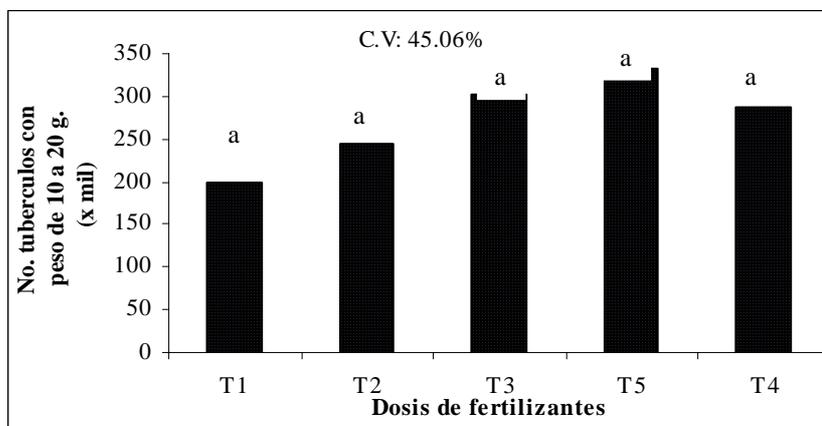


Gráfico 5. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de minituberculos de diez a veinte gramos.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.2.2.4 Número de minituberculos mayores de 20 gramos

En el número de minituberculos mayor de 20 gramos no se encontró significancia estadística entre los tratamientos, y los promedios oscilaron entre 36 600 a 83 300 minituberculos por hectárea (Gráfico 6), donde los tratamientos 2 y 4 tienen la tendencia de superar al tratamiento sin fertilización pero no a los fertilizados ya que la diferencia entre el número de minituberculos en los tratamientos 2, 4, 3 y 5 es mínima, en cambio el numero de minituberculos para el tratamiento 1 es el doble menos que el de los otros tratamiento.

En investigaciones realizadas por Roa y Rayo (1990) el número de minituberculos con peso mayor de 20 gramos osciló entre 32 y 14 (32 000 y 14 000 Kg./ha), a la aplicación de 30 (300 Kg./ha) gramos de nitrato potásico y 60 (600 Kg./ ha) gramos de superfosfato triple por metro cuadrado.

Se considera que la falta de respuesta del cultivo de papa al fertilizante podría estar provocada por las altas temperaturas, ya que la papa experimenta un desarrollo óptimo a los 20°C y una tuberización óptima a los 45°C.

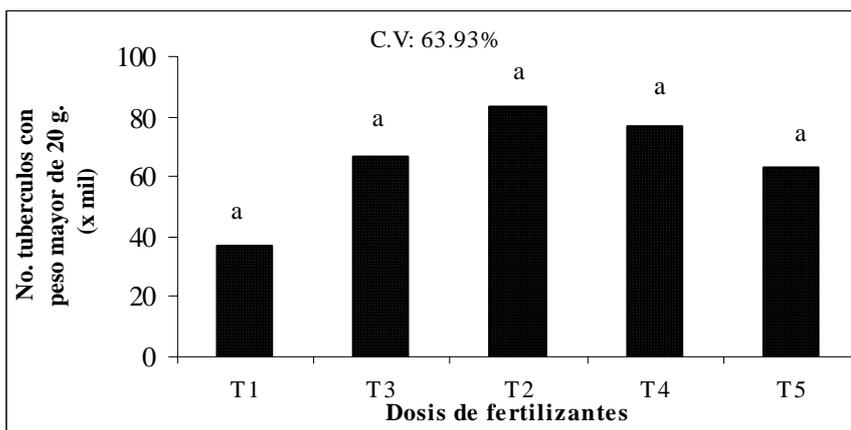


Gráfico 6. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de mituberculos mayores de veinte gramos.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.2.3 Número de minituberculos totales por hectárea

No existen en nuestro país trabajos de investigación que especifiquen o recomienden dosis de fertilizantes basados en análisis de suelo para la producción de minituberculos de papa. En esta variable todas las fuentes de variación no alcanzaron significancia estadística, y los promedios de los tratamientos oscilaron en un rango de 2 473 300 a 3 466 600 minituberculos por hectárea (Gráfico7).

A pesar que no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos se pudo observar que los tratamientos 5 y 3 produjeron la mayor cantidad de minituberculos totales por hectárea con un total de 3 466 600 a 3 446 600 minituberculos respectivamente, lo que indica que al cambiar el tipo de fertilizante y la cantidad, existe la tendencia de aumentar el numero de minituberculos especialmente aquellos minituberculos menores de 5 gramos, de 5 a 10 y de 10 a 20 gramos, ya que existe una correlación respecto al número de minituberculos totales (Anexo 3).

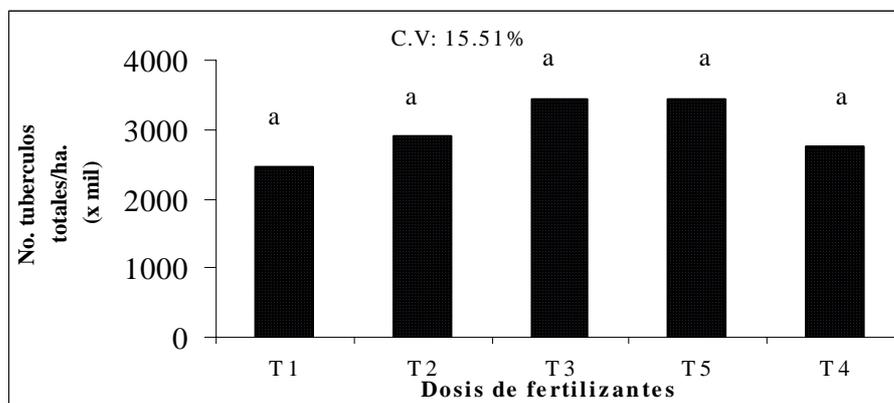


Gráfico 7. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes sobre el número de minituberculos totales por hectárea.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

Las diferencias entre los tratamientos con promedio menor de 2 473 300 minituberculos por hectárea y promedio mayor de 3 466 600 minituberculos por hectárea, es del 28.6% mayor que el tratamiento sin fertilizar y el 15.9 % mayor con respecto al tratamiento del productor el cual es de 2 913 300 minituberculos por hectárea (Gráfico 7).

5.2.4 Rendimiento (Kg. /ha)

El ANDEVA demostró, que existe significancia estadística entre los tratamientos. Y la comparación de medias por Duncan determina que los mayores rendimientos lo indujeron los tratamientos 5 y 3, ambos con rendimientos promedios de 36, 364.00 kg. / ha. El menor rendimiento (22, 727.00 Kg. / ha) se produjo con el testigo, es decir, sin la aplicación de fertilizantes (Gráfico 8).

Es un hecho que los tratamientos en que se aplicaron fertilizantes superaron considerablemente al tratamiento que no se aplico fertilizante; pero, los mejores rendimientos se obtienen cuando se aplican 420 Kg/ha de 18-46-00, 450 Kg/ha de urea y 130Kg/ha de sulfato de amonio; similares

resultados se obtienen cuando se aplican 270 Kg/ha de 18-46-00 ,300 kg. / ha de, urea y 80 Kg/ha de sulfato de amonio respectivamente (Gráfico 8).

Esto coincide con Urbina et al. (1999) quienes estudiando diferentes niveles de fertilización en la producción de papa comercial encontraron que la aplicación de 106.00 y 70.00 kg. de nitrógeno y fósforo aumentaron el rendimiento en un 20.2 % y un beneficio – costo de 14.6.

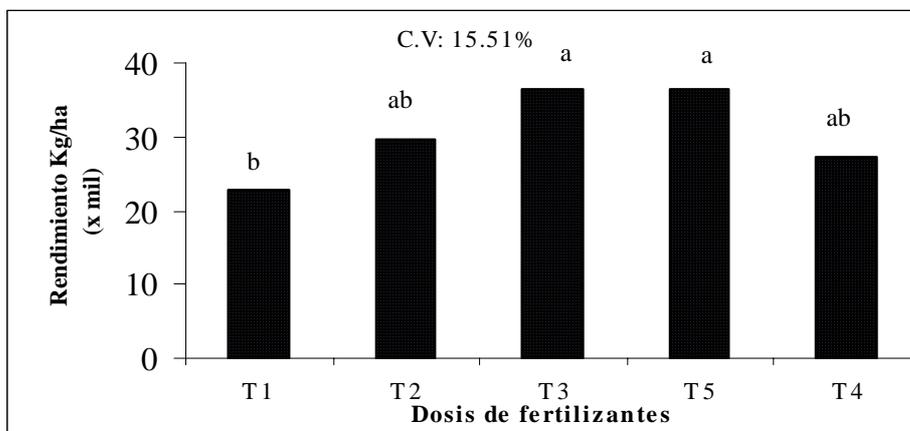


Gráfico 8. Efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizante sobre el rendimiento de minituberculos de papa.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

5.3 Análisis económico

Si bien el costo en el precio de la semilla se reduce grandemente cuando se comparan las plantaciones de papa, cuando se usan tubérculos-semilla y semilla sexual ocurre todo lo contrario con el consumo de fertilizantes químicos, que se incrementa algo más que las dosis que se emplean en la producción de papas a partir de tubérculos-semilla.

5.3.1 Análisis de presupuesto parcial

Al realizar el análisis de beneficio parcial (tabla 6), se encontró que los tratamientos T5 y T3 aumentan las ganancias por hectárea en 139 300 y 133 000 C\$ respectivamente, con relación a las aplicaciones tradicionales del productor.

Es un hecho que la aplicación de mayores cantidades de Nitrógeno y Fósforo, y la disminución de potasio es más rentable, pero hasta cierto punto ya que si observamos en el cuadro 5, el T4 que no es mas que la aplicación de 600 Kg. de urea, 570 Kg. de 18-46-00 y 180 Kg. de sulfato de amonio por hectárea; disminuyó el beneficio en 41 600 córdobas/hectárea (4.16 C\$ por metro cuadrado) con respecto a la aplicación del productor.

En Nicaragua, la experiencia con SSP ha dado resultados tres veces mayores que los obtenidos con tubérculos-semilla y se redujo el costo a menos de la mitad, mientras que en Egipto, usando minituberculos obtenidos de plántulas de SSP por cada \$1 invertido, se ganan \$ 2.86 y con tubérculos-semilla sólo se ganan \$1.68 (CIP, 1994).

Tabla 6. Resultado del análisis de presupuesto parcial por efecto de la aplicación de fertilizante en la producción de minituberculos de papa.

Concepto.	Tecnología.				
	T1 (Testigo)	T2	T3	T4	T5
Rendimiento (Tubérculos/ha)	2473300	2913300	3446600	2753300	3466600
Precio de tubérculo (C\$/Unidad)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Beneficio bruto (C\$/ha)	618325	728325	861650	688325	866650
Costos que varían (C\$/ha)	0.00	3400	3700	5000	2400
Fertilizantes (C\$/ha)	0.00	3400	3700	5000	2400
Beneficio neto (C\$/ha)	618325	724925	857950	683325	866410

1 \$ = 14.8053 C\$

El tratamiento cinco es el tratamiento que económica y productivamente domina a los cuatro restantes porque presenta la mayor cantidad de minituberculos por hectárea en la misma cantidad de área y con un costo menor al de los otros tratamientos en los que se aplicó cierta dosis de fertilizante lo cual se refleja en el beneficio neto en el que ningún otro tratamiento supera al beneficio (C\$/ha) obtenido por el tratamiento cinco, en este tratamiento no se recurrió a aplicaciones excesivas de nutrientes sino a optimizar la cantidad de fertilizante que el cultivo necesita, basados en el análisis de suelo.

VI. CONCLUSION

En altura de plantas, el mejor resultado lo obtuvo el T5, siendo éste la aplicación de 300 Kg./ha de Urea, 270 Kg./ha de 18-46-00 y 80 Kg./ha de sulfato de amonio. Contrario a esto el T4 (600Kg./ha de urea, 570Kg./ha de 18-46-00 y 180 Kg./ha de sulfato de amonio) no se convirtió en un aumento de altura de planta sino en un consumo de lujo.

El número de plantas por hectárea y el número de minituberculos con peso menor de cinco gramos, tuvieron su mejor resultado con la dosis recomendada según el requerimiento de suelo T3 (450Kg de urea, 420 Kg. de 18-46-00 y 130 Kg. de sulfato de amonio).

Con la dosis aplicada en el T4 se obtuvo un ligero aumento en la cantidad de minituberculos cosechados con peso de cinco a diez gramos.

El número de tubérculos con peso de diez a veinte gramos resulto ser superior con la aplicación de las dosis del T5 (300 Kg. Urea, 270 Kg. de 18-46-00 y 80 Kg. de sulfato de amonio).

En el número de minituberculos con peso mayor de veinte gramos el tratamiento que brindó los mejores resultados fue el T2 utilizando 730 Kg. 12-30-10 y 130 Kg. de urea (fertilización tradicional del productor).

El número de minituberculos totales por hectárea el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento cinco (T5) seguido del tratamiento tres (T3).

Los tratamientos tres y cinco coinciden en la variable rendimiento (Kg. /ha) dando los mejores resultados con respecto a los otros tratamientos.

El T5 obtuvo la mejor relación beneficio costo, lo que nos permite asegurar que es el más rentable para el cultivo y la economía de los productores.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar una o más repeticiones del presente estudio para determinar la repetitividad de los resultados obtenidos.
2. Hacer ensayos evaluando las dos mejores dosis de fertilizantes que resultaron del presente estudio con diferentes densidades de siembra.
3. Establecer ensayos en diferentes zonas productoras de papa de nuestro país para determinar cuales son las mejores dosis respecto a rendimiento y costos de producción haciendo uso del análisis de suelo para definir las dosis a utilizar.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AMAURI B., J.** 1997. Producción de batata utilizando semilla botánica. Curso internacional de producción de hortalizas. EMBRAPA. Brasilia, Brasil. 6p.
- BLANCO N. M.**1992. Raíces y tubérculos. Managua, Nicaragua. 242p.
- CABELLO, R.**1983. Producción rápida de semilla tubérculo a partir de semilla botánica. CIP. Lima, Perú. 9p.
- CABRERA H., H.; ESCOBAL V., F.** 1993. Cultivo de la papa en la región de Cajamarca. Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA. Manual N° 5-93. 128 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP).**1985. Circular. Lima, Perú.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP).**1991. Bibliografía de papa y batata. Lima, Perú. 81p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP).** Circular. 1994. Trabajo del CIP con la Semilla Sexual. Lima, Perú.
- CHRISTIANSEM, T. A.** 1980. La papa. Producción de semilla mejorada. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 64p.
- DOMECH, R. V.** (1997) Estudio de la dinámica de crecimiento y la productividad en la producción de semilla básica de papa (*Solanum tuberosum* Un.) a partir de semilla sexual. [Tesis de Maestría]. Cuba: Universidad de Matanzas, 1997.
- FAO.** 1995. Producción de papa a partir de semilla sexual: Manual Técnico. CIP-INIA. Santiago de Chile, 70 p.

GARCIA C, L. 2001. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Managua, Nicaragua. 144 p.

GOLMIRZAIER, A.; R. ORTIZ Y F. SERQUÉN. 1990. Genética y mejoramiento de la papa mediante semilla (sexual). Centro Internacional de la Papa, CIP. 35 p.

GONZÁLES G., M. B. 2004. Evaluación de variedades de papa sexual. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Comunicación Personal.

INTA, FAO sf. Potasa: su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna. Canadá. 44p

LA PRENSA. 2003. Revista Campo & Agro. Managua, Nicaragua.

MAG. 1991. Guía de aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. Consulta de Internet.

MAGFOR. 1999. Revista Agricultura y Desarrollo. Managua, Nicaragua. N° 48. 20 p.

MATEU M., W. A. 1998. Evaluación de clones avanzadas de papa procedente del CIP en Ayacucho. INDOAGRO, Perú, N° 5. 18-19 p.

MONTALDO, A.1984. Cultivo y mejoramiento de papá. San José, Costa Rica.676 p.

ROA G, F. J.; RAYO M. G. 1990. Evaluación de rendimiento con tres dosis de nitrógeno en plantas de papa (*Solanum tuberosum*) provenientes de semilla botánica. Estelí, Nicaragua 43 p.

RUGAMA J, A; GÓMEZ, S. N.; MORENO, A. L.; GARMENDIA C., C.; FLORES, E. J.; PICADO, C.; JIMENEZ, A. N.; POSTMA, T.; RODRIGUEZ, L.; URBINA, L.; VALENTE, J. F.1992. Efecto de la aplicación NPK y de una mezcla de S (Azufre) y micronutrientes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) región uno: Estelí. Managua, Nicaragua. 20p.

TORRES CASTILLO, H; LANUZA CASTILLO, C. 1996. Evaluación de semilla sexual de papa proveniente del CIP e India en la zona de Mirafior, Estelí. Estelí, Nicaragua .42 p.

URBINA, L. M.; CUADRA, S. A.; RUGAMA, J. A.; GONZALEZ, G.; ZELEDON, I. 1999. Evaluación de diferentes niveles de fertilización NPK en la producción de papá. Informe Técnico Anual POA 2000 INTA. 381p.

WIERSEMA, S. G. 1986. A Method of producing seed tubers from True Potato Seed. Potato Research, vol. 29, p. 225-237.

WIERSEMA, S. G. 1983. Evaluación de tecnología para la producción de tubérculos semilla de semilla botánica de papá. Lima: Centro Internacional de la Papa. 14 p. Serie Evaluación de Tecnología, No.8.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza de altura de plantas (AP), número de plantas (NDP), número de tubérculos menores de 5 g (TMCG) y número de tubérculos de 5 a 10g (TDCDG), al 0.05 de probabilidad, evaluados en El Mojón, 2002.

<i>F. Var.</i>	<i>G.L.</i>	<i>AP</i>	<i>NDP</i>	<i>TMCG</i>	<i>TDCDG</i>
<i>R</i>	2	24.1920ns	295.2ns	13385.2ns	1027.4ns
<i>T</i>	4	68.2107ns	349.7ns	17932.2ns	10254.06ns
<i>Error</i>	8	21.0486	169.5	3987.6	10144.21
<i>Total</i>	14				

Coefficiente V. (%): 13.45 15.09 19.62 43.03

F= Fuente, Var. = Variación, G.L.= Grados de libertad.

Anexo 2. Resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza de número de tubérculos de 10 a 20 gramos (TDDV), número de tubérculos mayores de 20 g (TMV), número de tubérculos totales (NTT), y rendimiento (RE), al 0.05 de probabilidad, evaluados en El Mojón, 2002.

<i>F.Var</i>	<i>G.L.</i>	<i>TDDV</i>	<i>TMV</i>	<i>NTT</i>	<i>RE</i>
<i>R</i>	2	533.4ns	63.26ns	28081.87ns	84940847.57ns
<i>T</i>	4	187.16ns	17.56ns	12767.07ns	105371990.1*
<i>Error</i>	8	348.81	38.51	10926.60ns	22329719
<i>Total</i>	14				

Coefficiente V.(%): 45.06 63.93 15.51 15.51

F = Fuente, Var. = Variación, G.L. = Grados de libertad, * = Significativo al 5%.

Anexo 3. Resultado del coeficiente de correlación entre los valores promedios de ocho variables de papa, influenciados por efecto de la aplicación de cinco dosis de fertilizantes.

Variabes	Altura	Plantas cosechadas	Tubérculos < 5 g	Tubérculos 5 a 10 g	Tubérculos 10 a 20 g	Tubérculos >20 g	Tubérculos totales	Rendimiento (peso)
Altura.	1	0.47 ns	0.47 ns	0.29 ns	0.50 ns	0.18 ns	0.49 ns	0.49 ns
Plantas Cosechadas.	0.47 ns	1	0.78**	0.20 ns	0.35 ns	0.04 ns	0.64**	0.49 ns
Tubérculos < 5 g	0.47 ns	0.78**	1	0.52*	0.43 ns	0.44 ns	0.92**	0.70**
Tubérculos 5-10 g	0.29 ns	0.20 ns	0.52*	1	0.74**	0.75**	0.79**	0.35 ns
Tubérculos 10-20 g	0.50 ns	0.35 ns	0.43 ns	0.74**	1	0.68*	0.70**	0.18 ns
Tubérculos >20 g	0.18 ns	0.04 ns	0.44 ns	0.75**	0.68**	1	0.67**	0.25 ns
Tubérculos Totales.	0.49 ns	0.64**	0.92**	0.79**	0.70**	0.67**	1	0.62*
Rendimiento (Peso).	0.49 ns	0.49 ns	0.70**	0.35 ns	0.18 ns	0.25 ns	0.62*	1

*Excede el nivel significación del 5%.

** Excede el nivel de significación del 1%.