

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

**EFFECTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN
EL CULTIVO DE REPOLLO; OLOPA, CHIQUIMULA**

TESIS DE GRADO

HOMERO JOSÉ VICTOR PORTILLO VÁSQUEZ
CARNET 30236-05

ZACAPA, JUNIO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

**EFFECTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN
EL CULTIVO DE REPOLLO; OLOPA, CHIQUIMULA**

TESIS DE GRADO

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

POR

HOMERO JOSÉ VÍCTOR PORTILLO VÁSQUEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

**EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS**

ZACAPA, JUNIO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. AQUILES ALBERTO PERALTA OSORIO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. EDGAR AMÍLCAR MARTÍNEZ TAMBITO

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06303-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante HOMERO JOSÉ VICTOR PORTILLO VÁSQUEZ, Carnet 30236-05 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0656-2015 de fecha 18 de mayo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN
EL CULTIVO DE REPOLLO; OLOPA, CHIQUIMULA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de junio del año 2015.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar





UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
SEDE ZACAPA

Zacapa, Junio de 2015

***Honorable comité de tesis, de la facultad de ciencias agrícolas y ambientales.
Universidad Rafael Landívar.***

Por este medio me permito expresarles un cordial saludo y a la vez les deseo éxitos en sus labores diarias, el motivo de la presente es para informarles que el estudiante, **HOMERO JOSÉ VÍCTOR PORTILLO VÁSQUEZ** quien se identifica con carné 30236-05, previo a conferírsele el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura en Ciencias Hortícolas.

Desarrollo la investigación titulada **"EFECTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN EL CULTIVO DE REPOLLO; OLOPA, CHIQUIMULA"**. La cual a mi criterio, dicho trabajo cumple con los requisitos fijados por la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, teniendo a bien la asesoría, supervisión y revisión del documento, por lo que doy mi visto bueno, para su aprobación y finalmente recomiendo que el proyecto sea presentado ante las autoridades respectivas, para su respectiva evaluación y defensa privada de tesis.

Sin otro particular, me suscribo de ustedes.

Atentamente,



Ing. Agr. Aquiles Alberto Peralta Osorio
Colegiado 3552
Vo. Bo. Asesor

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCION	01
II MARCO TEORICO	02
2.1. Origen del repollo	02
2.1.1. Clasificación taxonómica del repollo	02
2.1.2. Fenología del repollo	02
2.1.3. Requerimientos de la temperatura del repollo	03
2.1.4. Requerimiento del suelo para la producción del repollo	04
2.1.5. Fertilización en el cultivo del repollo	04
2.2. Variedades del repollo	04
2.2.1. Green Boy	05
2.2.2. Royal Vantage	05
2.2.3. Blue Vantage	05
2.2.4. Súper Superette yr	05
2.3. Enfermedades que afecta el cultivo de repollo	06
2.3.1. Mancha negra	06
2.3.2. Pudrición blanda	06
2.3.3. Pudrición negra	06
2.4. Plagas que afectan el cultivo de repollo	07
2.4.1. Gusanos cortadores	07
2.4.2. Gallina ciega	07
2.4.3. Polilla del repollo	07
2.5. Antecedentes sobre el uso de fertilizantes en la agricultura	08
2.6. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo aplicando al suelo para determinar su efecto sobre rendimiento en el cultivo de repollo.	09
2.7. Repollo de Invierno: Una alternativa para diversificar la producción en el valle de Comayagua, Honduras, 2012.	10

2.8. Respuesta del repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>) a la fertilización química y orgánica, en la comunidad de Nochán, Olopa, Chiquimula.	13
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
3.1. Definición del problema	14
3.2. Justificación	15
IV. OBJETIVOS	16
4.1. General	16
4.2. Específicos	16
V. HIPOTESIS	16
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	17
6.1. Localización de la investigación	17
6.1.1. Vías de acceso	17
6.1.2. Condiciones Climáticas	17
6.1.3. Condiciones climáticas	17
6.2. Material experimental	18
6.3. Factores a estudiar	18
6.4. Descripción de los tratamientos	18
6.5. Diseño experimental	19
6.6. Modelo experimental	19
6.7. Unidad experimental	20
6.8. Manejo de experimento	21
6.8.1. Preparación del terreno	21
6.8.2. Trasplante	21
6.8.3. Eliminación de malezas	21
6.8.4. Fertilización	21
6.8.5. Control de plagas y enfermedades del repollo	21

6.8.6. Cosecha	22
6.9. Variables respuestas	23
6.10. Análisis de la información	23
6.10.1. Análisis estadístico	23
6.10.2. Análisis económico	24
VII. Presentación de resultados y discusión	25
7.1. Rendimiento del cultivo del repollo	25
7.2. Peso unitario de la cabeza del repollo	28
7.3. Diámetro ecuatorial del repollo	30
7.4. ANÁLISIS ECONÓMICO	33
VIII. CONCLUSIONES	35
IX. RECOMENDACIONES	36
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	37
XI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	39
XII. ANEXOS	40

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN EL CULTIVO DE REPOLLO; OLOPA, CHIQUIMULA”

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto individual de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento y calidad del repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*) mediante la aplicación de fertilizantes químicos. Los niveles que se evaluaron fueron de 150, 250 y 150 kg/ha aplicando las formulas 46-00-00, 00-46-00 y 00-00-60. La investigación se llevó a cabo en la comunidad de El Guayabo, Olopa, Chiquimula. El diseño experimental utilizado fue trifactorial distribuido en bloques completamente al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables respuestas medidas fueron rendimiento (kg/ha), diámetro ecuatorial (cm) y peso unitario del repollo (kg). Los resultados obtenidos mostraron que la interacción nitrógeno combinado con fósforo obtuvo mayor rendimiento, diámetro y peso unitario de la cabeza de repollo. La aplicación de 150 kg/ha de nitrógeno más 250 kg/ha de fósforo resultó ser la mejor alternativa técnica y la aplicación de 150 kg/ha de nitrógeno fue la opción mejor económicamente viable para la producción de repollo. Este tratamiento obtuvo una tasa marginal de retorno de 1,10 lo que significa que por cada quetzal adicional invertido en el tratamiento se obtuvieron 10 centavos de beneficio económico.

“EVALUATION ON THE EFFECT OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM ON THE PRODUCTION OF CABBAGE; OLOPA, CHIQUIMULA”

SUMMARY

The objective of this research study was to evaluate the individual effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and quality of cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) through the application of chemical fertilizers. The evaluated levels were of 150, 250 and 150 kg/ha, applying the following formulas: 46-00-00, 00-46-00, and 00-00-60. The research was carried out in the community of El Guayabo, Olopa, Chiquimula. A trifactorial complete randomized block design with 8 treatments and 4 replicates was used. The response variables measured were: yield (kg/ha), equatorial diameter (cm), and cabbage unit weight (kg). The results showed that the nitrogen-phosphorus interaction showed higher yield, diameter, and unit weight per cabbage head. The application of 150 kg/ha of nitrogen plus 250 kg/ha of phosphorus was the best technical alternative and the application of 150 kg/ha of nitrogen was the most economically viable for the production of cabbage. This treatment obtained a marginal rate of return of 1.10, which means that for every additional *quetzal* invested in the treatment, an economic benefit of 10 cents was obtained.

I. INTRODUCCIÓN

El municipio de Olopa, se ubica en el departamento de Chiquimula, la temperatura promedio anual oscila entre los 18° C a 24° C, la precipitación media anual de 1400 mm y altitud de 1,442 msnm; permitiendo el cultivo de hortalizas, como el repollo; por su ciclo corto de cosecha (Municipalidad de Olopa, 2005).

El ensayo se realizó en la comunidad El Guayabo del municipio de Olopa, debido a la experiencia de los agricultores, además de las condiciones de suelo según análisis de laboratorio como textura arcillosa, pH 5.7, materia orgánica 2.7% y clima favorable, adicionalmente de representar una alternativa para obtener ingresos.

En la comunidad El Guayabo, aproximadamente se establecen 5.25 hectáreas de cultivo entre los meses de mayo a septiembre, un promedio de 20 familias siembran cerca de 880 m²/familia. Los fertilizantes químicos representan la principal fuente de insumos para el manejo del cultivo, siendo la fertilización al suelo relevante para la producción de repollo, por su importancia en el rendimiento y calidad.

Por lo anterior, se evaluó la respuesta del cultivo a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio; para identificar su efecto en el rendimiento y calidad del repollo, además de determinar el tratamiento que representa mayor beneficio al agricultor. Las fuentes utilizadas fueron urea, triple superfosfato, y cloruro de potasio.

Los tratamientos fueron calculados con base a los requerimientos del cultivo en kg/ha (100-225 de N, 225-280 de P₂O₅ y 110-220 de K₂O) y análisis de suelo (ver anexo). Las dosis fueron evaluadas en dos niveles, siendo el primer nivel sin la aplicación de fertilizante y el segundo nivel con la aplicación de fertilizantes, con una relación 1:1.7:1 (150 kg de N, 250 kg de P₂O₅ y 150 kg de K₂O). El objetivo fue evaluar el efecto de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio en la calidad y rendimiento del cultivo de repollo, donde los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo en el incremento del rendimiento del cultivo en estudio.

II. MARCO TEORICO

2.1. Origen del repollo

Esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y Europa. En la actualidad crece en estado silvestre en las costas del Mediterráneo, Inglaterra, Dinamarca, Francia y Grecia. Es la más antigua de las crucíferas, remontándose su origen entre los años 2000 y 2500 A.C. Se cree que los egipcios la utilizaban como planta medicinal. En 1536 los europeos empezaron a explotarla y después los colonizadores la llevaron al continente Americano (Cásseres, 1980).

2.1.1 Clasificación taxonómica del repollo

Clase: Dicotiledónea.

Familia: Crucíferas.

Género: *Brassica*.

Especie: *Oleracea*.

Variedad: Capitana. Pletsch R. INTA (2006).

2.1.2 Fenología del repollo

Las plantas de repollo son bianuales, el primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa y termina con la producción de un tallo ancho y corto. Para la fase reproductiva requiere el estímulo de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales en los que se origina la inflorescencia. La fase de crecimiento vegetativo es lo más importante para los productores y la única que se cumple de forma natural en las condiciones climáticas tropicales. Esta fase se divide en cuatro etapas, útiles para planificar el manejo del cultivo (Pletsch, 2003).

El repollo posee un sistema de raíces muy fibroso y abundante, llegan a medir de 1.50 y 1.05 m de crecimiento lateral; la mayor cantidad de raíces se encuentran a 45 cm de profundidad. El tallo al principio del desarrollo es pequeño, grueso y no se ramifica. Las hojas pueden ser sésiles (sin tallo) o con pecíolo (con tallo) y son más anchas (60 cm de diámetro) de un largo 35 cm longitud. La forma de las hojas es casi redonda, y tienen un color verde claro con nervaduras muy pronunciadas. Las flores son de color amarillo, con cuatro pétalos, el fruto es café o gris y tiene un diámetro de 2 a 3 mm (FAXSA, 2002).

La cuarta etapa se lleva a cabo con la formación de la cabeza de repollo, que se caracteriza por la producción de hojas sin pecíolo que se superponen formando una bola o cabeza llamada pella. Al final de esta etapa las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura. La pella es la parte comestible (Pletsch, 2003).

Existen repollos de diversos colores. Siendo los más comunes los verdes y los morados. El peso oscila de acuerdo al tipo de la variedad. Estos pesos oscilan entre 1 hasta 16 kg (Pletsch, 2003).

2.1.3 Requerimientos de temperatura del repollo

La temperatura mínima para su germinación es de 4.4° C y la máxima de 35° C siendo la óptima de 29.4 °C (FAXSA, 2002). Dependiendo del cultivar se puede producir en climas: cálido, templado y frío, a alturas comprendidas entre los 450 a 3000 msnm y con un rango de temperatura de 15 a 25 °C (Limmongelli, 1979). El repollo se desarrolla preferentemente en lugares frescos y húmedos, por lo regular arriba de los 1500 msnm y temperaturas de 20° C (Cásseres, 1980).

2.1.4 Requerimientos del suelo para la producción de repollo

La mayoría de las coles son moderadamente tolerantes a la salinidad, siendo las coles rojas más sensibles que las blancas. Son ligeramente tolerantes a la acidez, con un rango de pH de 5.5 - 6.8, teniendo como óptimo 6.2 - 6.5. Se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, desde arenosos hasta orgánicos, prefiriendo aquéllos con buen contenido de materia orgánica y drenaje adecuado (FAXSA, 2002).

2.1.5 Fertilización en el cultivo de repollo

Nitrógeno (N): se recomienda una dosis de 100-225 kg/ha, el fertilizante se distribuye en una a tres aplicaciones, en banda a ambos lados del surco, antes del inicio de la formación de las cabezas. Se recomienda la utilización de dosis bajas cuando la col se haya plantado después de un cultivo muy fertilizado, en suelos arcillosos o cuando las condiciones ambientales propician el crecimiento acelerado del cultivo (FAXSA, 2002).

Fósforo (P): en suelos que muestren deficiencias de este nutriente (menos de 15 ppm), se recomiendan de 225-280 kg/ha de P_2O_5 , que se aplican al voleo y antes del rayado de las camas. En suelos medios (15-30 ppm) de 170-225 kg/ha aplicados de la misma manera. Para los suelos con buen contenido de fósforo (+ 30 ppm) se pueden utilizar fertilizaciones no mayores de 90 kg/ha (FAXSA, 2002).

Potasio (K): en suelos que necesiten de este nutriente, es conveniente utilizar dosis de 110-220 kg/ha de K_2O y la aplicación se realiza al voleo para incorporarlo al suelo antes del rayado de camas (FAXSA, 2002).

2.2 Variedades de repollo

En Guatemala debido a la demanda y/o mercado de exportación, los repollos preferidos son de tamaño grande y de similar peso, por lo que se ubican las siguientes variedades dentro de la predilección de los agricultores (Superb, 2001).

2.2.1 Green Boy

Es un repollo de maduración promedio (102 días después del trasplante). De color verde muy estable. Interior muy blanco, forma redonda. Pata larga, lo que permite cultivarla en época lluviosa con menores problemas de pudrición en las hojas inferiores. Es un repollo muy rústico y con gran tolerancia al manejo rudo, por lo que tiene facultades para transportarse a largas distancias (Superb, 2011).

2.2.2 Royal Vantage

Es de madurez intermedia a precoz (90 a 105 días después del trasplante), tiene forma redonda, fuerte sistema radical y vigoroso hábito de crecimiento. Puede ser cultivada durante la época lluviosa. Es de color verde-azul, las hojas se envuelven muy bien en el fruto. Es adecuada para el transporte y resistente al fusarium amarillo *Fusarium sp*, quemadura de la punta de la hoja y la pudrición negra (Superb, 2011).

2.2.3 Blue Vantage

Es de madurez mediana a precoz (90 a 110 días después del trasplante). Su forma es redonda y de color verde-azul a plata. Puede trasplantarse en cualquier momento, pero se desarrolla mejor cuando no hay mucho frío. Es resistente a fusarium amarillo, quemaduras de la punta de la hoja y pudrición negra. Su diámetro es de 17 a 20 cm y su peso de 2.27 a 3.18 kg. La mayor ventaja es su capacidad para no sobre madurarse en el campo (Superb, 2001).

2.2.4 Superette Yr

Es de fácil transporte y uniforme, posee cabezas sólidas y buenas características de almacenamiento en el campo. Se destaca por su cabeza grande de envoltura suave y compacta que además tiene un color azulado. Los días para la cosecha son de 72 a 80, produciendo cabezas de 15 a 20 cm de diámetro y pesos de 1.8 a 3.6 kg (Superb, 2011).

2.3. Enfermedades que afecta el cultivo de repollo

2.3.1 Mancha negra (*Alternaria brassicae*)

Las enfermedades causadas por *Alternaria* se controlan principalmente mediante el uso de semillas tratadas y por medio de aspersiones con fungicidas. Las aspersiones deben iniciarse tan pronto como las plántulas han emergido o han sido trasplantadas y deben repetirse a intervalos de una a dos semanas, dependiendo de la persistencia de la enfermedad (Superb, 2011).

2.3.2 Pudrición blanda (*Erwinia carotovora var. carotovora*)

El manejo de esta enfermedad se basa principalmente en prácticas sanitarias y culturales. Siembre en el área una vez los residuos de cosecha se hayan descompuesto por completo o se hayan eliminado del campo. Lleve a cabo prácticas culturales como la rotación de cultivos con cereales y/o otros cultivos no susceptibles a la enfermedad; siembre en áreas de buen drenaje y a las distancias recomendadas. Como esta bacteria puede diseminarse por las herramientas de labranza y los envases utilizados (durante la cosecha, transporte y almacenamiento), estos deben lavarse y desinfestarse antes de volver a ser utilizados. Controle los insectos y evite causar heridas en las cabezas de repollo (Marquez, 2004).

2.3.3 Pudrición negra (*Erwinia sp.* y *Pseudomonas sp.*)

Se recomienda usar prácticas culturales como la rotación de cultivos (por al menos tres años con cultivos que no sean Brassicas), el uso de riego por goteo, sembrar en bancos y en suelos con buen drenaje. Incorpore los residuos de las plantas tan pronto termine la cosecha para acelerar su descomposición y elimine las malezas hospederas. Mantener los trabajadores y maquinarias fuera del campo cuando las plantas estén húmedas para evitar la diseminación de la bacteria. Las prácticas culturales deben ir acompañadas de un programa de aspersiones con los plaguicidas con permiso de uso para esta enfermedad en el cultivo de repollo (Marquez, 2004).

2.4. Plagas que afectan el cultivo de repollo

2.4.1 Gusanos cortadores

Para prevenir el ataque de gusanos cortadores es recomendable una preparación oportuna del terreno y la eliminación de las malezas, varias semanas antes de sembrar o trasplantar, para destruir los sitios de ovoposición y las plántulas que sirven de alimento a algunas larvas pequeñas. Como medida de precaución es recomendable aumentar la densidad de siembra para compensar las posibles pérdidas así como la aplicación de insecticidas granulados en el suelo, antes de sembrar (MAGA, 1991).

2.4.2 Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*)

Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas, las cuales generalmente mueren. La prevención y control es igual que en el caso de los gusanos cortadores (MAGA, 1991).

2.4.3 Polilla del repollo (*Plutella xylostella*)

Es la plaga de mayor importancia en el cultivo de las brasicas. Las larvas son pequeñas, verdes azuladas y alcanzan hasta 12 mm de longitud; en los primeros estadios se alimenta en el envés de las hojas y producen pequeñas raspaduras aunque la epidermis superior queda intacta. Las larvas mayores perforan las hojas, el corazón y otras partes comerciales del repollo que quedan llenas de galerías, excremento y telarañas.

El control de esta plaga es un tanto difícil, debido a que la larva busca los sitios poco expuestos, en la época de verano el riego por aspersión reduce notoriamente la población de la plaga. Es necesario proteger el cultivo de esta plaga desde el semillero. Los siguientes productos han mostrado un control: las permetrinas, cipermetrinas y decametrinas, *Bacillus thuringiensis*, principalmente para usarse en las últimas semanas del cultivo, y otras como clorpirifos y acefato (MAGA, 1991).

2.5 Antecedentes sobre el uso de fertilizantes en la agricultura

En los países desarrollados, se ha focalizado el interés de minimizar los efectos potencialmente adversos del uso de fertilizantes sobre el ambiente. Si se pretende alcanzar sistemas de producción sostenibles, la utilización de fertilizantes adquiere vital importancia para realizar un manejo racional de los nutrientes agregados (Parrado, 2004).

La forma de lograr esta optimización es realizando un plan de fertilización (fuente de fertilizante, dosis, oportunidad de fertilización, tecnología de aplicación, etc.), que permita maximizar el aprovechamiento de los elementos esenciales y al mismo tiempo reduzca al mínimo las pérdidas de nutrientes fuera del sistema suelo-planta (Parrado, 2004).

Los rendimientos de materia seca de repollo con fertilizantes minerales fueron dos veces más altos que los obtenidos con fertilizantes orgánicos. Esto se debió a que las plantas fueron más desarrolladas y las cabezas fueron más grandes (largas y anchas) y más compactas.

Tei (1999), señaló que la fertilización nitrogenada es crucial para asegurar un buen rendimiento y calidad de productos mercadeables, sin embargo; los costos de los fertilizantes, comparado con los precios de los productos cosechados, reflejan una tendencia a la excesiva aplicación de fertilizantes nitrogenados, la cual muchas veces sobrepasa la demanda real del cultivo.

En lechuga, el rendimiento máximo se alcanzó con dosis entre 158 y 167 kg de N/ha, para dichas cantidades de fertilizante la absorción estimada de N se situó entre 121 y 136 kg/ha.

Kolota y Biesiada (1999), el método más favorable para la fertilización a campo abierto, fue aquel que suministró 30 ton/ha de compost más una fertilización suplementaria de 70 kg de N/ha para lechuga y de 180 kg de N/ha para repollo.

Sin fertilización química de N, incluso dosis muy elevadas de compost no suministraron suficientes nutrimentos para la obtención de altos rendimientos de los cultivos.

En campos dedicados al cultivo de lechuga, los niveles de nitrógeno nítrico en el suelo varían. Los productores suministran un promedio de 170 kg de N/ha en tres aplicaciones y 50 kg/ha antes de plantar o en el agua de riego, con una aplicación media de 220 kg/ha (Bruno y Wilmer, 2001).

Bajo condiciones de sequía moderada en India, Sharma y Arya (2001), determinaron que el rendimiento de cabezas comerciales de repollo aumentó con los incrementos en los niveles de N hasta 160 kg/ha. Sin embargo, la diferencia entre las dosis de 120 y 160 kg/ha no fue significativa (Bruno y Wilmer, 2001).

2.6 Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo aplicado al suelo para determinar su efecto sobre el rendimiento en el cultivo de repollo.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial con cinco repeticiones. Las dosis de NP consideradas fueron las siguientes: 0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha de N. En el caso de P se evaluaron: 0, 45, 90, 135 y 175 kg/ha de P_2O_5 .

Las variables medidas fueron el peso promedio del repollo en gramos de materia verde y expresado en toneladas/ha y la tasa de incremento post trasplante. El análisis de varianza mostró que existieron diferencias significativas en la dosis de fósforo y no así en la de nitrógeno, encontrándose además significancia en la interacción NP, lo cual indicó que a pesar de no existir efecto del nitrógeno, la respuesta a fósforo varía con las diferentes dosis de nitrógeno.

El rendimiento óptimo se alcanzó en los niveles de nitrógeno, con una fertilización fosfatada que varió entre 135 y 175 kg de P/ha, en promedio equivale a 155 kg de P/ha.

El efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y tasa de incremento del repollo en función de diferentes dosis de fósforo, se apreció que de las dosis de 0 a 400 kg de N/ha no condujo a un mejor rendimiento para los suelos andisoles.

La materia seca y verde total, incremento con el aumento de la dosis de fósforo. El rendimiento de materia seca en todos los niveles de nitrógeno considerados, aumentó aproximadamente de 1200 a 3500 kg/ha, cuando la dosis de fósforo se elevó de 0 a 175 kg/ha respectivamente.

2.7 Repollo de invierno: una alternativa para diversificar la producción en el valle de Comayagua, Honduras, 2012.

Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en el año 2010 se cosecharon a nivel mundial 2.08 millones de hectáreas de repollo, obteniéndose una producción de 57.96 millones de toneladas, con un rendimiento promedio mundial de 27.81 Tm/ha. En la región centroamericana, Nicaragua cosechó en ese mismo año la mayor área con 10300 ha, pero obtuvo los rendimientos más bajos con 1.43 Tm/ha. Honduras por su parte, cosechó 2100 ha, con un rendimiento promedio de 30.81 TM/ha. De acuerdo a estas estadísticas, Guatemala es el país que registra los mayores rendimientos por área a nivel centroamericano con 50.50 TM/ha, que es superior incluso al promedio de producción obtenido en México que es de 32.22 Tm/ha (Parrado, 2004).

Cuadro 1. Producción de repollo en Centroamérica y México 2010.

	Área cosechada	Tm	Tm/ha
Nicaragua	10300	14700	1.43
Costa Rica	2400	10300	4.29
Honduras	2100	64700	30.81
Guatemala	1600	80800	50.5
EL Salvador	67	431	6.43
México	6885	221802	32.22

Fuente: (Parrado, 2004).

Con relación al rendimiento comercial, los mayores valores se obtuvieron con el cultivar Bravo (68.72 Tm/ha) y los menores con el cultivar Brigadier (31.09 Tm/ha), cuyo rendimiento es similar al rendimiento promedio obtenido en Honduras (30.81 Tm/ha). Trece de los cultivares evaluados obtuvieron rendimientos comerciales que oscilaron entre 51.99 y 68.72 Tm/ha. Trece cultivares incluyendo Green Boy y Escazú, son de los más utilizados en las zonas tradicionales de producción de repollo en Honduras (Parrado, 2004).

Con el propósito de analizar también la factibilidad económica de producir repollo en el valle de Comayagua, se han registrado costos de producción que indican que para producir una hectárea de repollo en esta zona se necesita una inversión total de L. 84,825.00 (US\$ 4,352.00) (Parrado, 2004).

Cuadro 2. Rendimiento en TM/ha y peso promedio de pella en diferentes variedad de repollo 2012.

No.	Cultivar	Rendimiento comercial (TM.ha ⁻¹)	Peso promedio de pellas (kg)	Descarte (%) (Daño de larvas + rajaduras)
1	Bravo**	68.72	3.31	3.96
2	Cónsul*	67.71	3.25	5.25
3	Toishita*	65.72	3.03	2.40
4	Brady*	64.28	3.47	18.70
5	Green Boy***	63.14	3.02	9.84
6	Misión*	61.85	3.38	15.04
7	Grande**	59.40	3.43	8.34
8	Royal Vantaje***	59.02	2.68	2.60
9	Emblem***	57.09	2.83	7.79
10	Thunder*	55.27	3.20	6.30
11	Ka-Coss*	54.79	3.04	25.92
12	Suki*	53.26	2.65	4.97
13	Escazu***	51.99	2.39	4.08
14	Gideon***	47.58	2.37	16.06
15	Tempo*	45.34	1.82	0.00
16	Cerox*	40.73	1.82	3.84
17	Brigadier*	31.09	2.54	16.19

*** Evaluados en tres ciclos ** Evaluados en dos ciclos * Evaluados en un ciclo.

Fuente: Parrado, 2004

Adicionalmente, se consideró el precio del repollo en el mercado local que en el mes de febrero de 2011 fue de L. 1.00/libra, lo cual coincide con la información proporcionada por el Sistema de Información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras (SIMPAH). Para completar el análisis económico y determinar la rentabilidad de la producción de repollo en el valle de Comayagua, se tomó como dato de producción el promedio obtenido por los 13 mejores materiales genéticos cuyos rendimientos oscilaron entre 51.99 y 68.72 Tm/ha, siendo el promedio de producción de aproximadamente 60.00 Tm/ha (132,000 lb por hectárea) (Parrado, 2004).

En base a los parámetros anteriores, se estima que los ingresos netos que los productores de repollo en el valle de Comayagua pueden obtener son de L. 47,175.00/ha (US\$2,318.00/ha), lo cual representa una rentabilidad de aproximadamente el 56% (Parrado, 2004).

Cuadro 3. Costo de producción por hectárea de repollo en Honduras.

No.	Concepto	Costo por hectárea (L)
1	Preparación del suelo (arado, rastreo, acamado, emplastado).	13,200.00
2	Producción de plántulas (semilla y crecimiento de plántulas).	10,480.00
3	Trasplante (ahoyado, fertilizante iniciador, plaguicidas, mano de obra).	3,180.00
4	Fertilización (fertilizantes varios y mano de obra).	25,277.00
5	Control de malezas (herbicidas y mano de obra).	2,640.00
6	Riego por goteo (45 turnos de riego).	9,408.00
7	Prevención y control de plagas y enfermedades (varios plaguicidas y mano de obra).	14,693.00
8	Cosecha y manejo poscosecha (mano de obra).	1,908.00
	Sub-Total	80,786.00
9	Imprevistos (5%)	4,039.00
Total		84,825.00

(L. 84,825.00 = US\$ 4,352.00; Tasa de cambio: US\$ 1.00 = L. 19.49)

Fuente: Parrado, 2004.

2.8 Respuesta del repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) a la fertilización química y orgánica, en la comunidad de Nochán, Olopa, Chiquimula.

En Guatemala, la producción de repollo tradicionalmente se encuentra en las zonas del altiplano central y occidental. Actualmente es necesario ubicar nuevas aéreas y desarrollar tecnología adecuada a la exigencia del mercado local y nacional (Ramírez, 2009).

En la comunidad de Nochán, del municipio de Olopa; es necesario implementar cultivos de ciclo corto con tecnologías de producción más amigables con el medio ambiente, lo que representa una opción más para generar ingresos adicionales al jornaleo y producción de café (Ramírez, 2009).

Con el objetivo de implementar tecnología al cultivo de repollo, se realizó la investigación utilizando fertilizante orgánico (lombricompost) en combinaciones con fertilizante químico, con el fin de determinar el mayor beneficio económico para el agricultor (Ramírez, 2009).

Encontrando que la aplicación de 2,000 kg/ha de lombricompost (abono orgánico) en interacción con 168N, 210P y 165K kg/ha de fertilizante químico, obtuvo el mayor beneficio económico en el cultivo de repollo, en las condiciones de la comunidad de Nochan, Olopa, Chiquimula (Ramírez, 2009).

Por lo que se recomienda utilizar en el cultivo de repollo una fertilización de 2000 kg/ha de abono orgánico “lombricompost” en interacción con fertilizante químico en dosis de (168N, 210P, 165K) kg/ha. En condiciones de la comunidad de Nochan, Olopa, Chiquimula (Ramírez, 2009).

Finalmente se recomienda realizar la investigación en otras épocas del año, diferentes a las utilizadas en la presente investigación, para establecer si bajo nuevas condiciones climáticas se obtienen los mismos resultados (Ramírez, 2009).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Definición del problema

De acuerdo con la Oficina Forestal Municipal de Olopa (2005) el municipio de Olopa forma parte del área chortí, dicha localidad se caracteriza principalmente por dedicarse a actividades relacionadas con la agricultura, para generar ingresos, donde predomina el cultivo de café y granos básicos.

Los suelos son poco profundos, mal drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica o toba cementada y de color claro, a elevaciones medianas. Ocupan pendientes suaves en regiones de húmedas-secas a relativamente secas, en asociación con pendientes inclinadas y una profundidad alrededor de 10 a 15 cm, de textura franco arcilloso arenoso o franco arcilloso arenoso fino.

La comunidad El Guayabo se encuentra en el municipio de Olopa y la mayoría de empleo generado se debe al cultivo de café, siendo los meses más importantes de octubre a abril, debido a las actividades de cosecha. Después las actividades disminuyen en los meses de mayo a septiembre, lo que implica que los agricultores busquen otras alternativas de subsistencia, como por ejemplo la agricultura semi-comercial.

Algunos agricultores de la comunidad cuentan con experiencias debido a la iniciativa propia, las cuales han sido dirigidas sin asesoría técnica. El repollo representa una opción para obtener ingresos, identificando un aproximado de 5.25 Ha, utilizadas para el cultivo en la comunidad, con un rendimiento promedio de 37,143 kg/ha destinado para su venta en el mercado local con un precio promedio de Q.3.50 por cabeza de repollo. Dentro de las limitaciones detectadas en el manejo del cultivo, se identificó el uso de fertilizante, el cual es importante para determinar el rendimiento y la calidad del repollo.

Los agricultores de EL Guayabo desconocen las recomendaciones más adecuadas para la fertilización del repollo con aplicabilidad en la comunidad, identificando que hacen tres aplicaciones de fertilizante de forma empírica, utilizando urea (46-00-00) y 15-15-15 respectivamente, con dosis de 15 g aproximadamente. Por lo anterior se realizó la evaluación sobre el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio, con el propósito de identificar el elemento o la combinación de elementos que proporcionan los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad del repollo.

3.2. Justificación

De acuerdo con Ramírez (2009), El Guayabo se encuentra ubicado en el municipio de Olopa, Chiquimula, sus coordenadas geográficas son las siguientes: Latitud Norte 14° 41' 47.3" y Longitud Oeste 89° 23' 6.6" y con una altitud de 1442 msnm. Se caracteriza por ser una zona agrícola del área chortí, estableciendo cultivos como: café, banano, granos básicos, hortalizas entre otros.

Tomando en cuenta la crisis económica y los bajos ingresos de las familias rurales que afronta Guatemala, los agricultores se ven en la necesidad de buscar nuevas alternativas agrícolas de producción, que les proporcionen ingresos a un menor costo.

Los agricultores de la comunidad usan tecnología para la producción del cultivo de repollo, sin embargo; se hace necesario investigar sobre la fertilización, para que puedan disponer de la dosis más adecuada de fertilizante química que incremente sus rendimientos y que contribuya a la conservación del suelo. Actualmente aplican hasta tres fertilizaciones de forma chuzeada con un promedio de 15 g de fertilizante/planta en cada fertilización, lo que representa hasta 744 kg/ha. Utilizando fuentes químicas como: urea y 15-15-15, sin analizar la eficiencia que pueda tener su aplicación y su efecto en el costo de mano de obra e insumos. Es por ello que se identificó la importancia de determinar el efecto de nitrógeno, fósforo y potasio en la calidad del repollo y rendimiento del cultivo, para las condiciones de la localidad El Guayabo, además determinar la relación beneficio costo en la producción del cultivo.

IV. OBJETIVOS

4.1. General

Evaluar la respuesta a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en términos de calidad y rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea var. capitata*), para proponer recomendaciones en su fertilización, en la comunidad EL Guayabo, Olopa, Chiquimula.

4.2. Específicos

Determinar el efecto de los niveles de N-P-K sobre la calidad de repollo.

Determinar el efecto de los niveles de N-P-K sobre el rendimiento del cultivo de repollo.

Calcular la tasa de retorno marginal para identificar el tratamiento con mayor beneficio económico para las condiciones de El Guayabo, Olopa, Chiquimula.

V. HIPOTESIS

Al menos uno de los niveles de N-P-K influirá significativamente en la calidad del repollo.

Por lo menos uno de los niveles de N-P-K mostrará diferencias significativas sobre el rendimiento del cultivo de repollo.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1. Localización de la investigación

El experimento se llevó a cabo en la comunidad de El Guayabo, ubicado en el municipio de Olopa, Departamento de Chiquimula. Se encuentra a una latitud norte de 14° 41' 47.3" y longitud oeste 89° 23' 6.6", su altitud es de 1424 msnm. Tiene una extensión aproximada de 2 km², lo que es equivalente a un área aproximada de 90 hectáreas (Díaz Suchini, 2007).

6.1.1 Vías de acceso

Se comunica con la cabecera municipal de Olopa por medio de una vía asfáltica a una distancia de 5 kilómetros y 42 kilómetros a la ciudad de Chiquimula (Díaz Suchini, 2007).

6.1.2 Condiciones climáticas

La comunidad El Guayabo se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado), con una temperatura promedio anual que oscila entre 18° C a 24° C y una precipitación media anual de 1400 mm, siendo el período de lluvias de mayo a noviembre.

6.1.3 Condiciones edáficas

Según Simmons Tarano y Pinto (1959), los suelos de la región pertenecen a la serie Subinal (sub), con un material madre calizo o mármol. Su relieve es escarpado, drenaje intermedio, color café muy oscuro a negro y textura arcillosa friable, presentando un subsuelo de roca sólida con una profundidad alrededor de 10 cm, con contenidos de arcilla café, que es plástica cuando está húmeda. El contenido de materia orgánica es alrededor de 8%.

6.2 Material experimental

Se utilizó el híbrido, Green Boy. Es un repollo de maduración promedio (102 días después del trasplante). De color verde muy estable. Interior muy blanco, forma redonda. Se puede cultivar en época lluviosa con menores problemas de pudrición en las hojas inferiores.

6.3 Factores a estudiar

Los factores estudiados fueron tres; específicamente las aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

6.4 Descripción de los tratamientos

Para determinar el efecto de los elementos, se utilizaron las fuentes siguientes: urea (46-00-00), triple superfosfato (00-46-00) y cloruro de potasio (00-00-60). Además de un tratamiento testigo (sin aplicación de fertilizante). El producto se aplicó de forma chuzada al suelo. Con base a los requerimientos del cultivo, las recomendaciones dadas por Ramírez Rivera (2009) y análisis de suelos (ver anexo), se plantearon las dosis utilizadas que se muestran en el cuadro 4 de la manera siguiente:

Cuadro 4. Niveles de NPK evaluados en el cultivo de repollo.

Factores	Nivel 0/elemento	Nivel 1/elemento	Fuentes	Formula
Nitrógeno (N)	000 kg/ha	150 kg/ha	Urea	46-00-00
Fósforo (P ₂ O ₅)	000 kg/ha	250 kg/ha	Triple superfosfato	00-46-00
Potasio (K ₂ O)	000 kg/ha	150 kg/ha	Cloruro de potasio	00-00-60

Cuadro 5. Cantidad de fertilizante por aplicación en el cultivo de repollo.

Fenología Niveles/aplicación	Plántula 15 días	Formación 45 días
N0P0K0	00 g	00 g
N0P0K1	07 g	07 g
N0P1K0	08 g	08 g
N0P1K1	15 g	15 g
N1P0K0	08 g	08 g
N1P0K1	15 g	15 g
N1P1K0	16 g	16 g
N1P1K1	23 g	23 g

En el cuadro 2 se observó g/planta y etapa fenológica aplicados respectivamente, se tomaron solo números enteros. Para el cálculo de las dosis se consideraron los siguientes aspectos: fuente fertilizante y cantidad a cubrir por efecto del tratamiento. En el caso del elemento nitrógeno se convirtieron los 150 kg/ha a g/ha, dando como resultado 150,000 g/ha seguidamente se dividió por la concentración de nitrógeno, es decir, 46% de nitrógeno que posee la urea, obteniendo un valor de 326,087 g de urea, finalmente se relacionó el número de plantas por hectárea y el área experimental, es decir, los 326,087 g de urea se dividió entre 20000 plantas por hectárea dando un resultado de 16 g/planta dicha cantidad se dividió en dos aplicaciones. El mismo procedimiento se realizó para fósforo y potasio.

6.5 Diseño experimental

La investigación tuvo un diseño de bloques completamente al azar en un arreglo factorial 2^3 , distribuido en 4 repeticiones y 8 tratamientos (Reyes Castañeda, 1980). El área del experimento midió 1280 m². Se consideró como factor (A), (B) y (C) a los elementos nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

6.6 Modelo experimental

$$Y_{ijkl} = U + B_i + N_j + P_k + K_l + NP_{jk} + NK_{jl} + PK_{kl} + NPK_{jkl} + E_{ijkl}.$$

En donde:

Y_{ijkl} = Variable respuesta.

U = Efecto de la media general.

B_i = Efecto de los bloques.

N_j = Efecto de la dosis de nitrógeno.

P_k = Efecto de la dosis de fósforo.

K_l = Efecto de la dosis de potasio.

NP_{jk} = Interacción de las dosis de nitrógeno y fósforo.

NK_{jl} = Interacción de las dosis de nitrógeno y potasio.

PK_{kl} = Interacción de las dosis de potasio y fósforo.

NKP_{jkl} = Interacción de nitrógeno, fósforo y potasio.

E_{ijkl} = Error experimental asociado a la unidad experimental.

6.7 Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo constituida por una parcela bruta de 40 m², conformada por 4 surcos separados a 1 m y una longitud de 10 m en donde se estableció un nivel de nitrógeno, fósforo y potasio. La parcela neta fue de un área de 12 m², que fue resultado de la eliminación de dos surcos laterales, por lo que se cosecharon únicamente dos surcos centrales, considerando una longitud de 6 m por surco, lo que representó un total de 24 plantas por parcela neta. El distanciamiento de siembra fue de 1.0 m entre surco y 0.5m entre planta, haciendo un total de 2,560 plantas.

Figura 1. Croquis de campo en la comunidad El Guayabo, Olopa.

I	1	2	5	4	7	8	6	3	10 m 40 m
II	5	3	1	7	2	8	4	6	
III	7	6	4	3	1	5	2	8	
IV	3	7	5	2	4	6	8	1	
4.0 m 4.0 m 32 m									

Cuadro 6. Tratamientos evaluados en el cultivo de repollo.

no.	Tratamiento
1	N0P0K0
2	N0P0K1
3	N0P1K0
4	N0P1K1
5	N1P0K0
6	N1P0K1
7	N1P1K0
8	N1P1K1

6.8 Manejo de experimento

Con el propósito de evitar posibles efectos confundidos en el ensayo, se llevó a cabo un manejo particular del ensayo que se describe a continuación:

6.8.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en forma manual. El ensayo se hizo en una parcela con topografía plana, iniciando la preparación con un proceso de mezcla del suelo (azadón) a una profundidad de 30 cm aproximadamente.

6.8.2 Trasplante

El trasplante se hizo cuando la planta tenía entre 3 a 4 hojas verdaderas y de 10 a 12 cm de altura. Se hizo luego de que el suelo tenía suficiente humedad. La siembra se realizó utilizando pilones, con un marco de plantación de 0.5 m entre plantas y 1.0 m entre surcos. El material genético utilizado fue el híbrido green boy.

6.8.3 Eliminación de malezas

Se realizó en forma manual utilizando herramientas como azadones y partiendo de una adecuada preparación del suelo que se inició a los 30 días antes de la plantación, de manera que fue necesario voltear el suelo 2 veces para reducir sensiblemente la población de malezas.

6.8.4 Fertilización

Esta se realizó con base a los tratamientos de nitrógeno, fósforo y potasio que se determinaron para la investigación. Se realizaron dos análisis de suelo tomando las muestras antes y después de la siembra.

6.8.5 Control de plagas y enfermedades del cultivo de repollo

Son varios los tipos de insectos que pueden dañar a las plantas de repollo en cualquiera de las etapas del cultivo, entre las que afectaron al cultivo están:

- **Lepidópteros *Agrotis spp.*, *Spodotora spp.*:** se presentó en los primeros días de realizado el trasplante. Para disminuir la intensidad del ataque del gusano se realizó la labranza del suelo antes de la siembra. Seguidamente se hizo el control químico, utilizando productos como: Carbaril a una dosis de 1.5 kg/ha en 250 litros de agua.
- **Pulgones del repollo *Brevicoryne brassicae (L)*:** se observaron plantas con amarillamiento, y formación de ampollas en las hojas. Para su control se utilizó el producto pirimicarb diluyendo 60 gramos en 100 litros de agua, éste producto es específico para pulgones.
- **Podredumbre negra *Xanthomonas campestris*:** debido al período de lluvia, se observó en las hojas más viejas un amarillamiento que inició en los bordes, avanzando hasta el centro de la misma. Para su control se utilizaron productos bactericidas como Sulfato de cobre pentahidratado, usando una dosis de 50 cc por 16 litros de agua.
- **Mal del talluelo *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.*:** se presentó por exceso de humedad, debido al periodo de lluvias y días nublados. Para su control se utilizó el ingrediente activo mancozeb, diluyendo 20 gramos en 10 litros de agua.

6.8.7 Cosecha

La cosecha inició a los 70 días después de la siembra. Como síntoma de maduración de una planta de repollo, los bordes de las hojas más externas se enroscan hacia fuera, mostrando además un cambio de coloración a un verde más claro, las hojas más viejas adquieren una posición abierta y tienden a tocar el suelo con los bordes. La cosecha se hizo con el mayor cuidado para no producir daños de ningún tipo durante la cosecha.

6.9 Variables respuesta

Diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo: se hizo la medición en centímetros del diámetro de las cabezas de repollo, utilizando un vernier, en el momento que se cosecho la parcela neta.

Peso promedio por unidad: se cosecharon las cabezas de repollo en cada parcela neta de cada tratamiento en la unidad experimental y se determinó el peso por unidad y luego el promedio respectivo por tratamiento. Los resultados fueron expresados en kg.

Rendimiento: luego de cosechadas fueron pesadas cada una de las cabezas de repollo por tratamiento, para determinar su peso por área experimental y se realizó su conversión en kg/ha.

Beneficio-Costo: se determinó el costo de producción por hectárea de cada tratamiento determinando los costos fijos y variables, además del ingreso neto; para calcular la tasa marginal de retorno.

6.10 Análisis de la información

6.10.1 Análisis estadístico

Con los datos obtenidos de las variables diámetro de cabeza, peso medio por unidad y rendimiento, se realizó un análisis de varianza con un 95% y 99% de confianza para comprobar si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; se hizo una prueba de media, utilizando para el efecto Tukey (95% de confianza).

6.10.2 Análisis económico

Consistió en la elaboración del presupuesto parcial de los tratamientos, para estimar el beneficio neto y costos de producción los cuales fueron separados en fijos y variables. Para determinar el ingreso se multiplicó el rendimiento en kg/ha por el valor del kg. El costo variable fue la suma de los gastos por insumos y mano de obra incurridos en cada uno de los tratamientos.

Posteriormente se ordenaron los tratamientos colocando los beneficios netos de mayor a menor con su respectivo costo variable y se comparó cada una de las alternativas, tomando como comparador el costo variable. Finalmente se aceptaron todos aquellos tratamientos que presenten un costo variable menor (NO DOMINADOS). Con los tratamientos no dominados se procedió a calcular el diferencial en ingreso neto y costo variable, con ellos se calculó la tasa de retorno marginal por tratamiento. La fórmula a emplear fue la siguiente: $TMR = (\text{Incremento BN} / \text{Incremento de CV}) * 100$.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 RENDIMIENTO DE REPOLLO

El análisis de varianza se hizo con el propósito de determinar el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento del cultivo de repollo. La variable fue expresada en kg/ha y la cosecha se realizó a los 70 días después del trasplante. Los resultados del análisis se muestran de la manera siguiente:

Cuadro 7. Análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) del cultivo de repollo, con diferentes niveles de fertilización, El Guayabo, Olopa, Chiquimula 2012.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F _c	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Repeticiones	3	17535964.89	5845321.63	1.25	3.07	4.87	NS
Tratamientos	7	2444400586	349200084	74.87	2.49	3.64	**
Nitrógeno (N)	1	636051539	636051539	136.37	4.32	8.02	**
Fósforo (P)	1	1275415050	1275415050	273.46	4.32	8.02	**
Potasio (K)	1	3334769.455	3334769.45	0.71	4.32	8.02	NS
N x P	1	315324484.1	315324484	67.61	4.32	8.02	**
N x K	1	177429945.8	177429946	38.04	4.32	8.02	**
P x K	1	25380405.46	25380405.5	5.44	4.32	8.02	*
N x P x K	1	11464391.59	11464391.6	2.46	4.32	8.02	NS
Error	21	97945182.9	4664056.33				
Total	31	2559881734					
% C. V.	7.9						

El análisis de varianza del cuadro 7 indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Se determinó que la aplicación de nitrógeno, fósforo, la interacción nitrógeno más fósforo, nitrógeno más potasio y fósforo más potasio; influyeron en el rendimiento, considerando que la asimilación de éstos por el cultivo, representó mejor crecimiento del repollo. Por lo anterior se interpretó que los elementos nitrógeno y fósforo aplicado individualmente contribuyen al incremento de la producción, maximizando su efecto cuando se presenta la interacción de ambos.

En la figura 1 se observa la tendencia de los resultados de los tratamientos evaluados. Apreciando en el cuadro 8 que la interacción nitrógeno más fósforo y fósforo más potasio cuantificaron mayor rendimiento, obteniendo 37425 y 33652 kg/ha respectivamente. Por lo anterior se interpretó que el efecto del fósforo es fundamental para lograr mejores resultados.

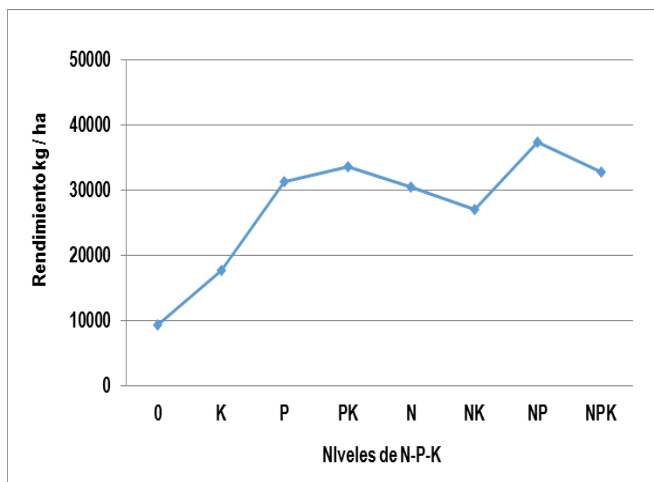


Figura 1. Efecto N-P-K y rendimiento en kg/ha del cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

Cuadro 8. Prueba de Tukey del rendimiento en kg/ha del cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

Elementos	Rendimiento kg/ha	Agrupación por Tukey
NP	37426	a
PK	33652	ab
NPK	32778	c
P	31275	c
N	30493	c
NK	27014	c
K	17725	d

Se considera que el rendimiento del cultivo de repollo está influenciado por las características genotípicas del material y por factores ambientales, sin embargo; el manejo del cultivo y en este caso la fertilización es determinante para la producción del mismo. Observando para este caso que el rendimiento fue influido mayormente por el elemento fósforo, debido a que se encuentra presente en las interacciones más significantes, como se observa en el cuadro 8 por lo que se asume que su presencia se relacionó con el diámetro y peso unitario del repollo.

El uso de una fuente fosfatada fue determinante para el cultivo bajo las condiciones que ofrece la comunidad de EL Guayabo, Olopa; evidenciando que el peso fresco de las cabezas de repollo, está estrechamente vinculado con la satisfacción de la demanda de este nutriente.

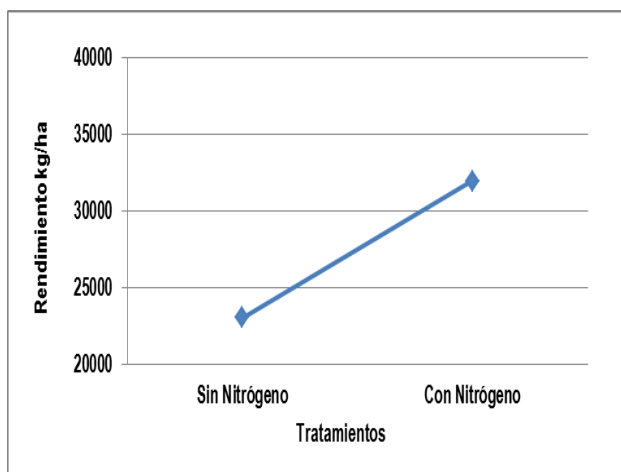


Figura 2. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento en kg/ha en el cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

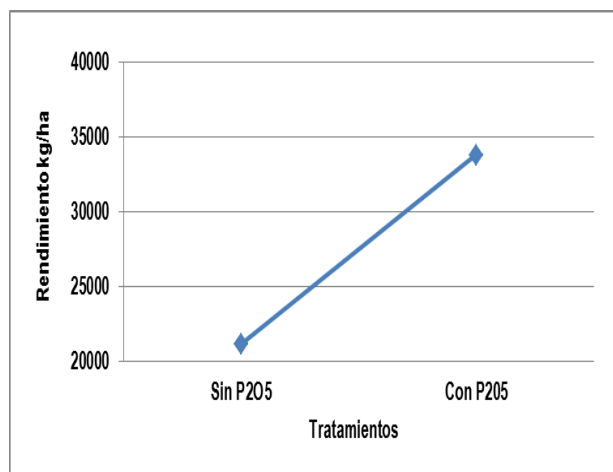


Figura 3. Efecto del fósforo sobre el rendimiento en kg/ha en el cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

La figura 2 muestra la respuesta del nitrógeno en el rendimiento, observando los siguientes resultados 23,000 (sin N) y 32,000 (con N) kg/ha respectivamente, representando un incremento del 39%. En la figura 3, se identificó que el fósforo también influyó significativamente en el rendimiento, obteniendo 21,200 (sin P₂O₅) y 33,700 (con P₂O₅) kg/ha respectivamente, generando un incremento del 59%. En la figura 4 se observó que el fósforo, generó mayor efecto sobre el rendimiento, en comparación al nitrógeno. Finalmente, en la figura 5 se muestra la interacción nitrógeno más potasio, observando que la aplicación de ambos elementos produjo menor rendimiento; interpretando que la relación 1:1 dada entre ellos, en combinación con las propiedades del suelo; probablemente redujeron el rendimiento, debido a que comúnmente en la mayoría de cultivos la porción de potasio es mayor a la de nitrógeno.

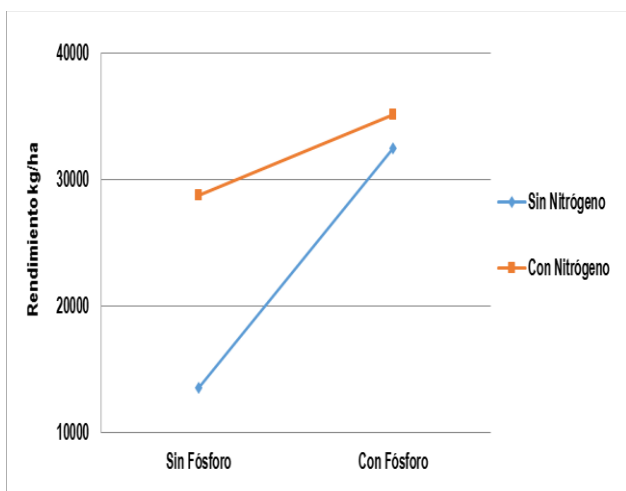


Figura 4. Efecto del fósforo y nitrógeno e interacción sobre el rendimiento en kg/ha en el cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

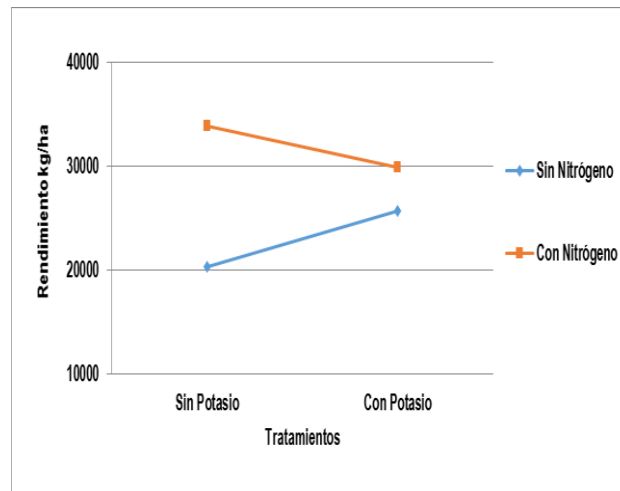


Figura 5. Efecto del nitrógeno y potasio sobre el rendimiento en kg/ha en el cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

7.2 PESO UNITARIO DE LA CABEZA DE REPOLLO

Se muestran los resultados del peso unitario de la cabeza de repollo, con diferentes niveles de fertilización; expresado en kg, utilizando la parcela neta de cada repetición, para obtener el valor promedio de cada tratamiento.

Cuadro 9. Análisis de varianza del peso unitario (kg) de la cabeza de repollo, con diferentes niveles de fertilización, El Guayabo, Olopa, Chiquimula 2012.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumatorio de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Repeticiones	3	0.36	0.12	1.17	3.07	4.87	NS
Tratamientos	7	30.95	4.42	42.73	2.49	3.64	**
Nitrógeno (N)	1	8.78	8.78	84.83	4.32	8.02	**
Fosforo (P)	1	15.02	15.02	145.10	4.32	8.02	**
Potasio (K)	1	1.43	1.43	13.80	4.32	8.02	NS
N x P	1	5.04	5.04	48.71	4.32	8.02	**
N x K	1	0.21	0.21	2.01	4.32	8.02	NS
P x K	1	0.32	0.32	3.13	4.32	8.02	NS
N x P x K	1	0.16	0.16	1.52	4.32	8.02	NS
Error	21	2.17	0.10				
Total	31	33.49					
% C. V.	10.3						

El análisis de varianza del cuadro 9 indica que existen diferencias altamente significativas entre los niveles de nitrógeno, fósforo y su interacción. Para el caso del potasio en la figura 6 refleja que individualmente contribuyó al incremento del peso de repollo. Sin embargo, su respuesta fue menor en comparación a fósforo y nitrógeno. Determinando que la mejor respuesta para el peso unitario fue ejercida por el elemento fósforo tanto de forma individual como y en su interacción con nitrógeno y potasio.

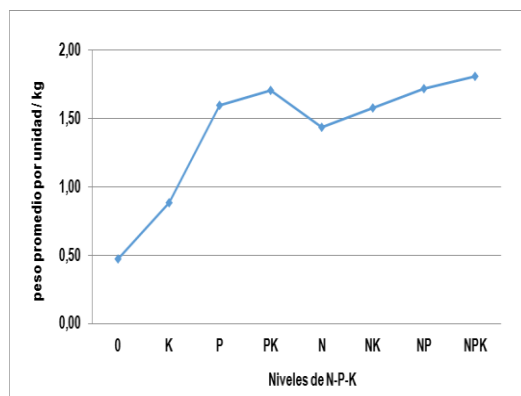


Figura 6. Efecto de los niveles de N-P-K sobre el peso unitario de la cabeza de repollo (kg), El Guayabo, Olopa, Chiquimula 2012.

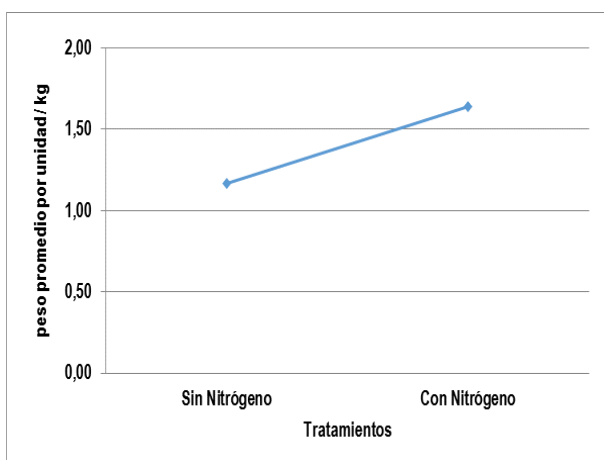


Figura 7. Efecto del nitrógeno sobre el peso unitario de la cabeza de repollo (kg), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

Cuadro 10. Prueba de Tukey del peso unitario en kg de la cabeza de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

Elementos	Peso unitario (kg)	Agrupación por Tukey
NPK	1,81	a
NP	1,72	a
PK	1,71	a
P	1,60	b
NK	1,58	b
N	1,43	b

Las figuras 7 y 8, muestran la respuesta individual de nitrógeno y fósforo en el peso unitario del repollo, observando un incremento del 33% (con N) y 55% (con P_2O_5) respectivamente, determinando que la aplicación de éstos influyó significativamente en el cultivo de repollo. El cuadro 10 muestra la prueba de medias por Tukey de los tratamientos, con un intervalo de confianza del 95%, observando que las interacciones más significantes fueron aquellas donde se presentó el elemento fósforo, evidenciando su efecto sobre el incremento del peso.

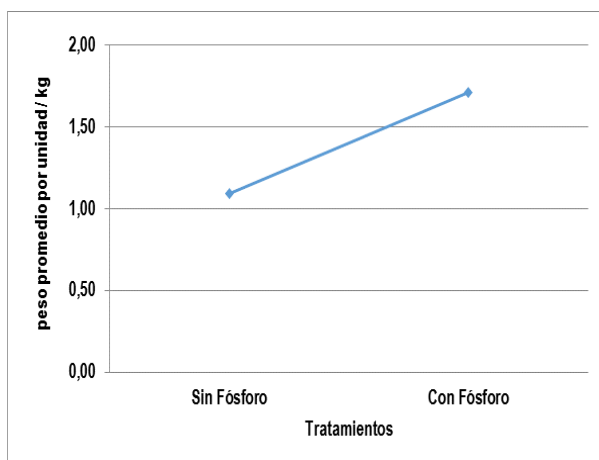


Figura 8. Efecto del fósforo sobre el peso unitario de la cabeza de repollo (kg), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

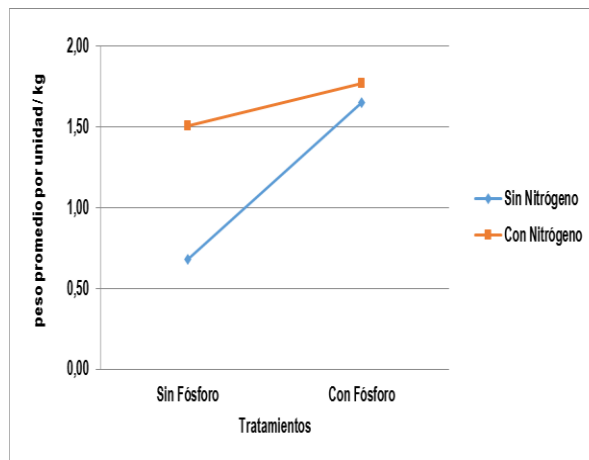


Figura 9. Efecto del fósforo y nitrógeno e interacción sobre el peso unitario de la cabeza de repollo (kg), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

La figura 9 muestra la interacción entre nitrógeno y fósforo, observando que la aplicación conjunta contribuye a incrementar significativamente el peso promedio de la cabeza del repollo, hasta en un 17% superando los resultados obtenidos cuando se comparó el efecto individual de cada uno de dichos elementos.

7.3 DIAMETRO ECUATORIAL DEL REPOLLO

Se presenta el análisis de varianza de los resultados del diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo, con diferentes niveles de fertilización. Se realizó la medición en cada una de las cabezas de repollo establecidas en la parcela neta de cada repetición para estimar el valor promedio por tratamiento. Los resultados fueron expresados en cm.

Cuadro 11. Análisis de varianza del diámetro ecuatorial (cm) del repollo, con diferentes niveles de fertilización, El Guayabo, Olopa, Chiquimula 2012.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Repeticiones	3	0.94	0.31	0.65	3.07	4.87	NS
Tratamientos	7	214.24	30.61	63.08	2.49	3.64	**
Nitrógeno (N)	1	128.00	128.00	263.82	4.32	8.02	**
Fosforo (P)	1	58.86	58.86	121.32	4.32	8.02	**
Potasio (K)	1	2.31	2.31	4.76	4.32	8.02	NS
N x P	1	0.50	0.50	1.03	4.32	8.02	**
N x K	1	8.00	8.00	16.49	4.32	8.02	*
P x K	1	11.76	11.76	24.24	4.32	8.02	**
N x P x K	1	4.80	4.80	9.90	4.32	8.02	NS
Error	21	10.19	0.49				
Total	31	225.37					
% C. V.	4.4						

El análisis de varianza del cuadro 11, indicó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, observando en la figura 10 que los mayores diámetros corresponden a los tratamientos con solo nitrógeno y su interacción con los elementos fósforo y potasio, respectivamente.

Por lo anterior, se interpretó que una planta adecuadamente fertilizada presenta mejor vigor, más tolerancia a la incidencia de plagas y enfermedades, además de expresar mayor potencial de rendimiento. En el caso del diámetro ecuatorial del repollo, en la figura 10 se pudo determinar que el nitrógeno, fósforo y la interacción entre ambos; ejercieron una diferencia significativa sobre el diámetro, peso unitario y rendimiento del repollo.

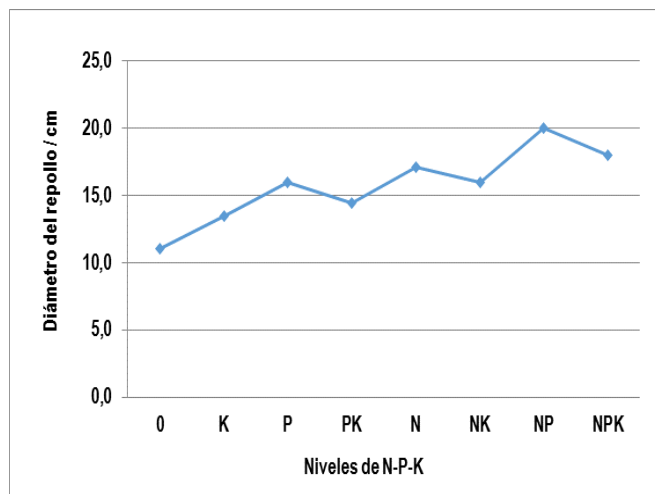


Figura 10. Efecto de los niveles de N-P-K sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo (cm), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

La medición del diámetro ecuatorial contribuye a definir la forma y a la vez también el peso de la cabeza de repollo. Las figuras 11 y 12 muestran que la aplicación de nitrógeno y fósforo de forma individual influyen en el incremento del diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo, con un promedio de 17 cm (con N) y 18 cm (con P_2O_5) respectivamente. Por lo que se puede apreciar que la aplicación de estos elementos produce un efecto significativo en el diámetro ecuatorial del repollo. En cuanto a potasio su respuesta mostro un efecto menor, determinando cabezas de 13,5 cm de diámetro aproximadamente con menor peso unitario.

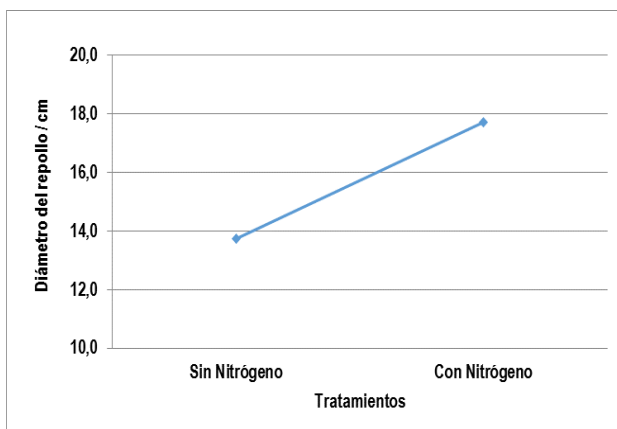


Figura 11. Efecto del nitrógeno sobre el diámetro de la cabeza de repollo (cm), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

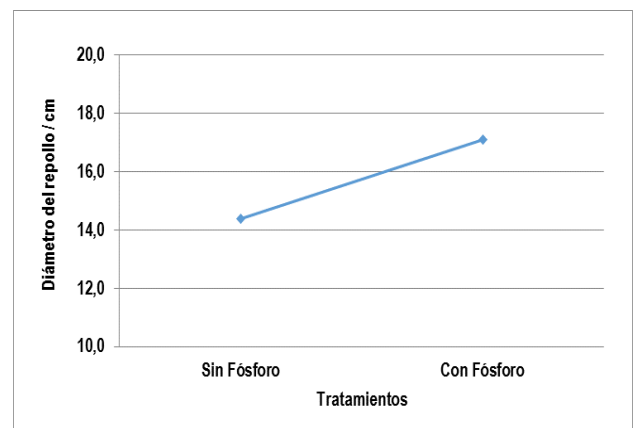


Figura 12. Efecto del fósforo sobre el diámetro de la cabeza de repollo (cm), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

Con base a los resultados del análisis estadístico efectuado a los datos, se encontraron diferencias significativas en el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo entre las dosis de fertilización nitrogenada y el testigo (sin aplicación).

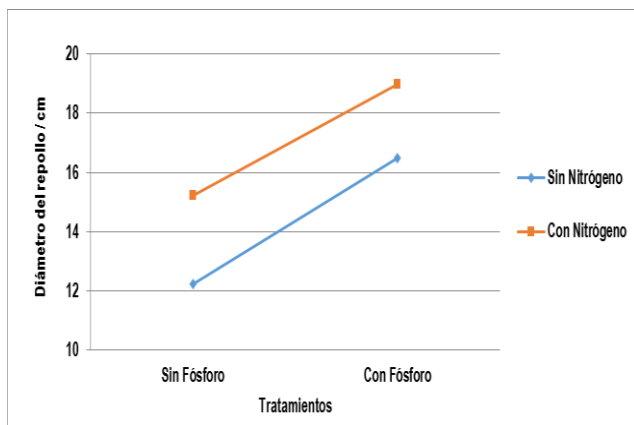


Figura 13. Efecto del nitrógeno y fósforo e interacción sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo (cm), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

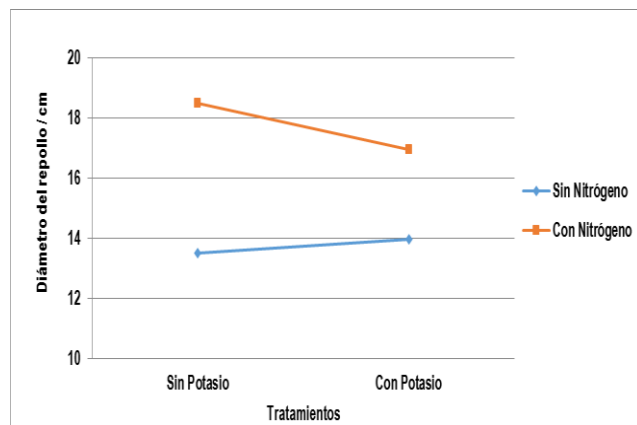


Figura 14. Efecto del potasio y nitrógeno e interacción sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo (cm), El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

La figura 13 muestra la interacción nitrógeno-fósforo la cual obtuvo un diámetro ecuatorial de 19 cm superando a todos los tratamientos. En la figura 14 se muestra la interacción nitrógeno y potasio, observando una disminución en el diámetro de la cabeza de repollo; debiéndose probablemente el pH (5.7) y la textura (arcillosa) de la unidad de producción. Además de indicar que posiblemente la relación 1:1 entre nitrógeno y potasio en combinación con las fuentes de fertilizante utilizadas hayan minimizado la función entre dichos elementos.

En el cuadro 12 se muestra la prueba de medias por Tukey con intervalo de confianza del 95% observando que de forma individual el nitrógeno obtuvo mejor resultado en comparación al fósforo, sin embargo; la interacción de nitrógeno y fósforo mostró mayor diferencia estadística significativa evidenciando su efecto en el diámetro de la cabeza de repollo.

Cuadro 12. Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo, El Guayabo, Olopa. Chiquimula 2012.

Elementos	Diámetro ecuatorial (cm)	Agrupación por Tukey
NP	19,95	a
NPK	17,98	b
N	17,05	c
P	15,98	d
NK	15,95	d
PK	14,45	e
K	13,475	e

7.4 ANALISIS ECONOMICO

A continuación se presenta en el cuadro 13 el costo de producción del cultivo de repollo por tratamiento, donde se determinaron los costos totales, siendo divididos en costos fijos y variables, los cuales fueron utilizados para calcular el ingreso neto. Los resultados están proyectados para una hectárea.

Cuadro 13. Costos totales para el manejo y producción del cultivo de repollo, con diferentes niveles de fertilización, El Guayabo, Olopa, Chiquimula 2012.

Concepto por hectárea	N0P0K0	N0P0K1	N0P1K0	N0P1K1	N1P0K0	N1P0K1	N1P1K0	N1P1K1
Rendimiento (kg/ha)	9391,89	17725,23	31274,77	33651,58	30493,24	27013,51	37425,56	32777,70
Peso promedio kg/unidad	0,47	0,89	1,60	1,71	1,43	1,58	1,72	1,81
Precio de venta promedio	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Ingreso por ventas	50000,00	50000,00	48928,82	49278,69	53135,79	42744,12	54339,27	45224,67
Costo total	19100,00	20480,00	22110,00	22940,00	20590,00	21220,00	23050,00	23480,00
Total de costos fijos	18450	18450	18450	18450	18450	18450	18450	18450
Preparación del terreno	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Pilón (20000)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Agroquímicos	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Plaguicidas	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Fungicidas	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Fertilización foliar	300	300	300	300	300	300	300	300
Herbicidas	350	350	350	350	350	350	350	350
Mano de obra	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350	7350
Trasplante	600	600	600	600	600	600	600	600
Control de plagas	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Control de enfermedades	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Aplicaciones foliares	250	250	250	250	250	250	250	250
Control de malezas	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Total de costos variables	650,00	2030,00	3660,00	4490,00	2140,00	2770,00	4600,00	5030,00
Fertilizante granulado	0	630	1860	2490	540	1170	2400	3030
Mano de obra/fertilización	0	600	600	700	600	700	700	700
Mano de obra/cosecha	650,00	800,00	1200,00	1300,00	1000,00	900,00	1500,00	1300,00
Ingreso neto	30900,00	29520,00	26818,82	26338,69	32545,79	21524,12	31289,27	21744,67

Con base a los resultados del cuadro 13, se observó que los tratamientos con mayor beneficio neto, corresponden a la aplicación de nitrógeno y la combinación nitrógeno más fosforo. Lo anterior permite interpretar que dichos tratamientos, además de ser influyentes en la productividad del cultivo, su aplicación representa una opción económicamente rentable para el agricultor.

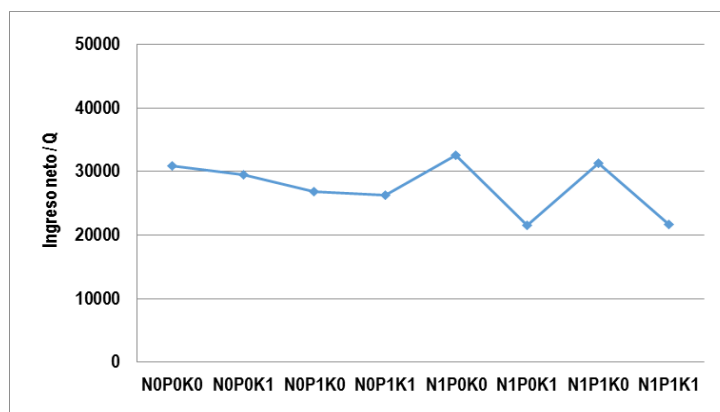


Figura 15. Relación ingreso neto y niveles de fertilización, en el cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa, Chiquimula 2012.

En la figura 15, se muestra el comportamiento de los tratamientos con relación al ingreso neto expresado en quetzales, identificando los mayores beneficios económicos en las dosis de nitrógeno y nitrógeno más fósforo, determinándose como los tratamientos que generan mayor ganancia para el agricultor.

Cuadro 14. Análisis de dominancia y tasa de retorno marginal sobre diferentes niveles de fertilización, para el manejo y producción del cultivo de repollo, El Guayabo, Olopa, Chiquimula 2012.

Tratamiento	Ingreso neto (Q.)	Costo variable (Q.)	Dominancia
N	32546	2140	ND
NP	31289	4600	D
TESITGO	30900	650	ND
K	29520	2030	D
P	26819	3660	D
PK	26339	4490	D
NPK	21745	5030	D
NK	21524	2770	D
Tratamiento	Δ Ingreso Neto (Q.)	Δ Costo variable (Q.)	TMR
N	1646	1490	1,10

En el cuadro 14 se muestran los tratamientos ordenados de mayor a menor en función de su ingreso neto con su respectivo costo variable. Con base al cálculo de la tasa de retorno marginal, se determinó que la aplicación únicamente de nitrógeno generó el mayor beneficio económico para el agricultor, con una tasa de 1.10 lo cual indico la obtención de Q.1.10 por cada quetzal adicional invertido en el tratamiento.

VIII. CONCLUSIONES

El diámetro ecuatorial está asociado a la forma y tamaño de la cabeza de repollo, siendo estos factores indicadores de la calidad en el mercado local. Los mayores resultados se observaron en la aplicación de los elementos, nitrógeno, fósforo y su interacción. El efecto de la interacción nitrógeno-fósforo, produjo el mayor diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo, con 19 cm.

Los elementos nitrógeno, fósforo y su interacción mostraron un efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo de repollo, debido a que su aplicación incrementó en un 90% el mismo en comparación con los tratamientos donde no se aplicaron estos elementos.

Con relación al peso unitario de la cabeza del repollo, los elementos nitrógeno y fósforo mostraron ser más significantes, debido a obtener 1.64 y 1.73 kg respectivamente. Adicionalmente el análisis estadístico también indicó que la interacción nitrógeno más fósforo mostró diferencias altamente significativas en comparación con los demás tratamientos, obteniendo un resultado de 1.77 kg por cabeza de repollo producida, lo que representó un incremento del peso del 17%.

La fertilización del cultivo de repollo aplicando 16 gramos de nitrógeno en dos aplicaciones, a los 25 y 45 días después del trasplante, es una opción rentable para el agricultor, dado a que el fertilizante nitrogenado tiene menor precio en el mercado en comparación al fosforo y potasio, representando la obtención de Q.1.10 por cada quetzal adicional invertido sobre los costos totales.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda el establecimiento, manejo y producción del cultivo de repollo, en la época lluviosa de la comunidad de El Guayabo, Olopa, Chiquimula, debido que representa una alternativa de subsistencia y complemento, para los agricultores que se dedican como mano de obra al cultivo de café y en los meses en los cuales las actividades de manejo de dicho cultivo se reducen, lo cual incide en el ingreso familiar del agricultor.

Se recomienda que para planificar la fertilización granular del cultivo de repollo, se haga priorizando los requerimientos en los elementos de nitrógeno y fósforo, para la comunidad de El Guayabo, Olopa, Chiquimula, debido a que éstos de forma individual y como también su interacción, mostraron los mejores resultados en cuanto a diámetro ecuatorial y peso unitario de la cabeza de repollo, además de incrementar su rendimiento.

Se recomienda la fertilización basada en la aplicación de nitrógeno y fósforo respectivamente, para la producción del cultivo de repollo, en la comunidad de El Guayabo, Olopa, Chiquimula. Dado a que la interacción de estos dos elementos (150 kg de N y 250 kg de P_2O_5) en la unidad de producción, de la comunidad El Guayabo, Olopa, Chiquimula mostraron mayor rendimiento en comparación con los demás tratamientos evaluados.

Con base al análisis económico, se recomienda realizar el plan de fertilización basado en la aplicación de nitrógeno (150 kg/ha de N) para la producción de repollo en la comunidad de El Guayabo, Olopa, Chiquimula; debido a representar una opción que requiere menor costo variable, lo que se interpretó como mayor beneficio económico para el agricultor.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amaya, F; Calvache M. (2002). Evaluación de dos láminas de riego y dos niveles de fertilización en el cultivo de col de bruselas (*Brassica oleracea var. Lunet*) El Quinche, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Ecuador.
- Bruno. A y Wilmer E. (2001). Respuesta de la lechuga y del repollo a la fertilización química y orgánica. Santiago: Chile. Universidad de Los Andes. 10 p.
- Cásseres, E. (1980). Producción de hortalizas. San José: Costa Rica. 387 p.
- Cardona, D. (1991). Introducción a la edafología. Guatemala: Universidad Rafael Landivar. 254 p.
- Donohue, J. (1987). Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. México: Prentice hall 142 P.
- FAXSA. (2002). Col repollo, información general y de cultivo. México: En línea, disponible en: <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60cl001.htm>.
- Fuentes. J. (2003). Centro de tecnología agropecuaria y forestal. 36 páginas.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2006). “Estación Experimental Agropecuaria, Proyecto Regional de Pequeños y Medianos Productores, cultivo de repollo”. Autor. 95 páginas.
- Kolota, E; Biesiada, A. (1999). Suitability of municipal soil waste compost at different stages of maturity in vegetable crops production. Acta Horticulturae. 506: 187-192.
- Limmongelli J. (1979). El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. 3ra edición. Buenos Aires: Argentina. Hemisferio sur. 144 p.
- MAGA (1991). Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Costa Rica. En línea disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-repollo.pdf.
- Marquéz E. (2004). Conjunto tecnológico para la producción de repollo, enfermedades. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez. Colegio de ciencias agrícolas. 10 p.
- Oficina forestal municipal de Olopa. (2005). Diagnóstico con enfoque de ambiente y política de uso y manejo de los recursos naturales en el municipio de Olopa, Chiquimula. Página 67.

- Parrado, F. (2004). Evaluación de la aptitud de las tierras para los cultivos de repollos, maíz y zanahoria bajo diferentes tecnologías en la microcuenca soledad, valle de ángeles, Honduras. CATIE. Turrialba: Costa Rica. 119 p.
- Pletsch, R. Cultivo de Repollo. En línea disponible en http://www.inta.gov.ar/corrientes/info/documentos/doc_pagina/EI%20cultivo%20del%20Repollo.pdf
- Porras, A. (2007). Evaluación de dosis de fertilización nitrogenada y densidades de siembra sobre el rendimiento del cultivo de repollo (Brassica oleraceae, var. Capitata L.) Híbrido Izalco, Nicaragua. Departamento de la facultad de producción vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- (Superb, 2001). Manual agrícola superb. 7ma ediciones, Guatemala. 590p.
- Reyes Castañeda, P. (1980). Diseños de experimentos aplicados. México: Editorial Trillas. 344 p.
- Reyes Villatoro, R. (1988). Evaluación de cuatro niveles de fertilizante orgánico en el cultivo de repollo híbrido green boy y actividades de extensión y servicios en la aldea Cojaj, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Investigación inferencial EPSA. Guatemala: FAUSAC. 31p.
- Ramírez Rivera, A. (2009). Respuesta del repollo a la fertilización química y orgánica en Nochán, Olopa, Chiquimula. Investigación inferencial EPSA. Guatemala: FAUSAC. 40 p.
- Simmons, T. y Pinto. J. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. 997 p.
- Tei, F. 1999. Nitrogen fertilization of lettuce, processing tomato and sweet pepper: yield, nitrogen uptake and the risk of nitrate leaching. en Acta Horticulturae. 506: 61-67.
- Valdez Chen, A. (1997). Comparación de tres fuentes de fertilización orgánica y una química, su influencia en el rendimiento de una variedad y un híbrido de repollo. Investigación inferencial autor EPSA. Guatemala: CUNOR, Facultad de Agronomía. 42 p.

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

La investigación se planteo para iniciarse en el periodo de junio a octubre de 2012.

Mes	Abril				mayo				junio				julio				agosto				septiembre				octubre			
Actividad/Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación de información																												
Realización del perfil																												
Visita al área experimental																												
Muestreo de suelo																												
Establecimiento del cultivo																												
Manejo Agronómico																												
Fertilizaciones																												
Cosecha																												
Medición de rendimientos Kg/ha																												
Análisis de la información																												
Elaboración de informe final																												
Presentación de resultados																												

VI. ANEXOS



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
LABORATORIO DE SUELOS

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Homero Portillo Vasquez	No. Muestra: 01-2011
Nombre de Finca: El Guayabo	Fecha: 03/05/2012
Localización: Olopa	
Identif. de la muestra:	
Cultivo: Repollo	

ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura		Arcillosa	
% Arcilla	47.7%		
% Limo	25.3%		
% Arena	27.2%		

MATERIA ORGANICA (%)

Resultados	2.71	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	5.7	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N %	-	-			
Fósforo P ppm	6.37	20 - 40			
Potasio K ppm	75	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs	3.7	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs	1.25	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	36.7	30 - 50			
Cobre Cu ppm	2.6	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	30.5	30 - 50			
Zinc Zn ppm	2.5	3 - 6			

RECOMENDACIONES

CULTIVO: REPOLLO
155 KG DE NITROGENO
200 KG DE FOSFORO
170 KG DE POTASIO



Coordinador de Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

VI.1. Anexo: 1 Localización geográfica del municipio de Olopa.

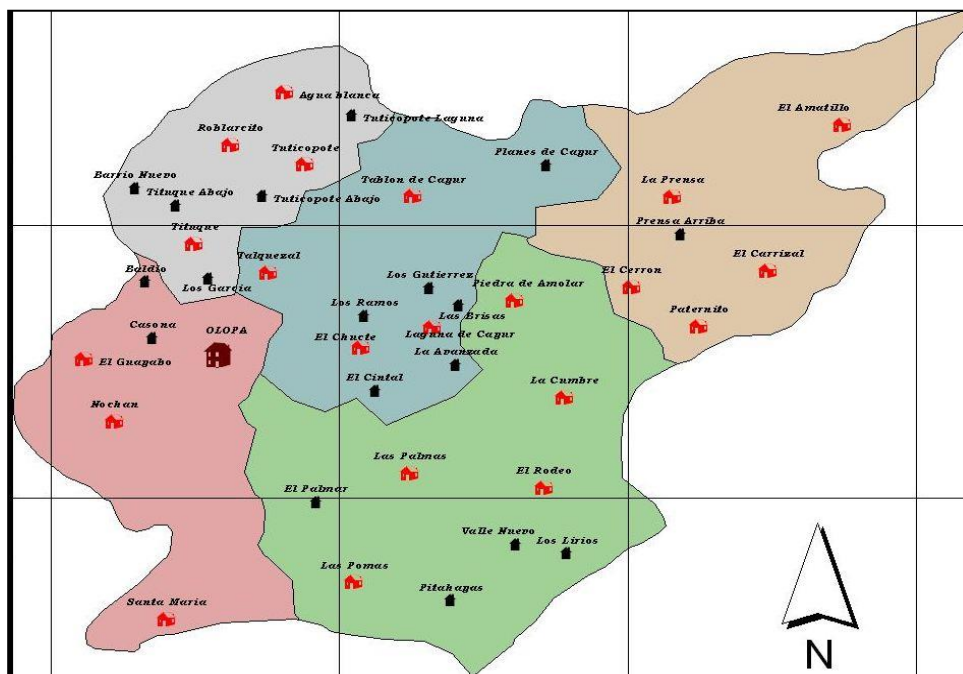


Figura. 1 Mapa del municipio de Olopa, Chiquimula

VI.2 Anexo: 2 Localización geográfica de la región 5 de las comunidades de Olopa, Chiquimula.

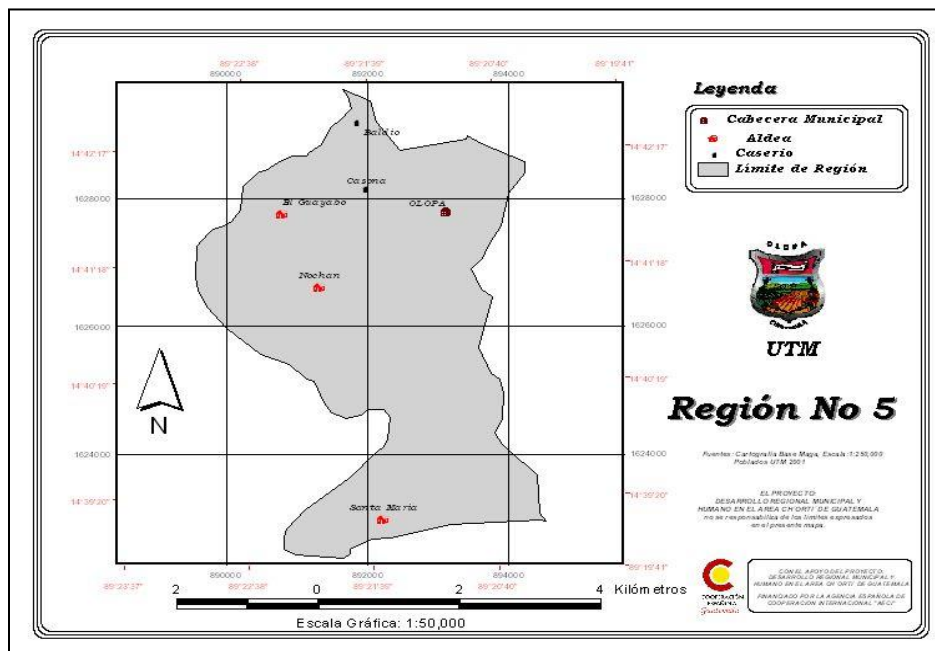


Figura 2. mapa de la región 5, del municipio de Olopa, Chiquimula.