

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION EN PAPA
(*Solanum tuberosum*) Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD EN
INTIBUCA.**

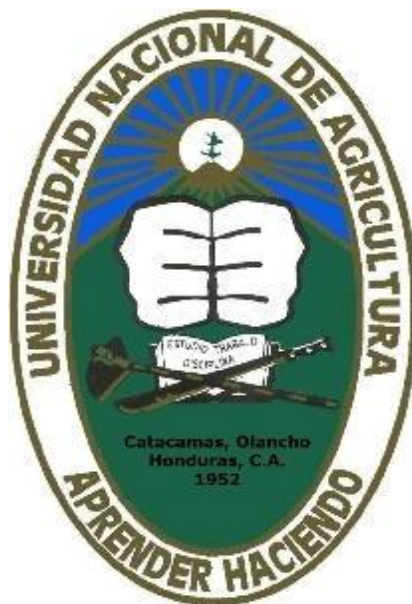
POR

FRANCIS JAVIER GOMEZ DOMINGUEZ

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION EN PAPA
(*Solanum tuberosum*). Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD.**

POR

FRANCIS JAVIER GOMEZ DOMINGUEZ

SANTIAGO MARADIAGA, Ph. D.

ASESOR PRINCIPAL

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2013

DEDICATORIA

A DIOS Todo poderoso por sus múltiples bendiciones, darme paciencia e iluminarme siempre que lo necesite en los momentos difíciles de estudio, trabajo y salud, para poder alcanzar el sueño deseado de ser Ingeniero Agrónomo.

A mis padres **FRANCISCO JAVIER GOMEZ MENDEZ Y MARIA FELIX DOMINGUEZ MENDEZ**, por haberme apoyado en todo momento, tenerme paciencia y aguantado por tanto tiempo. Perdónenme por mis errores si he sido un mal hijo con ustedes pero ahora les digo que valió la pena toda la espera y el sacrificio que hicieron, **GRACIAS LOS AMO CON TODO MI CORAZON**. Son los mejores padres del mundo y son un ejemplo para mí.

A MIS HERMANOS, MERWUIN REYNIERY, KENIA YAMILETH, DILCIA ONEYDA, YENY ROSIBEL, DAYSY MARLENY, WILMER ROONEY, GOMEZ DOMINGUEZ. Por ser los mejores hermanos y ser parte de este proceso de mi vida y que a la vez siempre estuvieron a mi lado para darme motivación cuando más los necesite.

A MIS TIAS MARIA LAURA Y MARIA AMALIA GOMEZ MENDEZ. Por haberme brindado su apoyo cariño motivación y palabras de aliento para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A DIOS todo poderoso por la fortaleza, sabiduría y brindarme la oportunidad de vivir y guiarme en la realización de este trabajo.

A mis padres **FRANCISCO JAVIER GOMEZ MENDEZ Y MARIA FELIX DOMINGUEZ MENDEZ** por su apoyo, amor, sacrificio, comprensión y por ser mi inspiración para la realización de mis metas.

Al PhD. Santiago Maradiaga, asesor principal por su valiosa asistencia y colaboración durante el desarrollo de esta investigación.

Al MSc. Emilio Javier Fuentes y **MSc.** Oscar Ferreira como asesores secundarios por haberme brindado su tiempo y conocimiento en mi trabajo.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, que es nuestra alma Mater por haberme brindado sus conocimientos y formarme como Ingeniero Agrónomo.

A mis compañeros de clase KAYROS (2013), haber compartido conmigo momentos inolvidables.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General:	2
2.2. Específicos:	2
III. REVISION DE LITERATURA.....	3
3.1. Generalidades del cultivo de la papa.....	3
3.2. Antecedentes de cultivo de papa en el mundo	4
3.3. Producción de papa en Centro América.....	4
3.4. Antecedentes de cultivo de papa en Honduras.....	4
3.5. Situación actual del cultivo de la papa en Honduras.....	5
3.6. Importancia de la semilla de papa	6
3.7. Condiciones agroclimáticas	6
3.7.1. Clima.....	6
3.7.2. Precipitación.....	7
3.7.3. Altitud	7
3.7.4. Suelo.....	7
3.8. Manejo agronómico	8
3.8.1. Preparación del suelo	8
3.9. La Siembra	8
3.9.1. La densidad de siembra	8
3.9.2. Siembra	9
3.10. Fertilización.....	9
3.10.1. Fertilización del suelo para la producción de papa	10

3.11. Principales fertilizantes que necesita la papa	11
3.11.1. Nitrógeno	11
3.11.2. Fosforo	11
3.11.3. Potasio.....	13
3.11.4. Calcio	14
3.11.5. Aporque.....	15
3.11.6. Época de siembra	15
3.12. Plagas y enfermedades	16
3.12.1. Plagas de la papa	16
3.12.2. Mosca minadora (<i>Liriomyza sp.</i>).....	16
3.12.3. Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> o <i>Paratrioza cockerelli</i>)	16
3.12.4. Gallina ciega (<i>Phyllophaga sp.</i>).....	17
3.13. Principales enfermedades.....	17
3.13.1. Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	17
3.13.2. Tizón temprano (<i>Alternaria sp.</i>).....	18
4.14. Investigaciones realizadas.....	18
IV. MATERIALES Y METODOS	19
4.1. Ubicación geográfica del estudio	19
4.2. Materiales y equipo.....	19
4.3. Selección del terreno.....	19
4.4. Selección de Fertilizantes.....	19
4.5. Material vegetal.....	20
4.6. Manejo del experimento.....	20
4.7. Métodos.....	21
4.7.1. Aplicación de fertilizantes.....	21
4.7.2. Establecimiento del experimento	22
4.7.3. Diseño experimental y descripción de tratamientos.....	22
4.8. Variables evaluadas.....	24
4.8.1. Días a floración	24
4.8.2. Numero de tallos por planta	24
4.8.3. Numero de tubérculos por categoría	25
4.8.4. Numero de tubérculos totales.....	25
4.8.5. Numero de tubérculos por planta	25

4.8.6. Rendimiento total por cada categoría.....	26
4.8.7. Rendimiento total	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1. Días a floración	27
5.2. Número de tallos por planta	28
5.3. Número de Tubérculos por planta.....	29
5.4. Número de tubérculos por categoría	31
5.4.1. Tubérculos de Primera	31
5.4.2. Tubérculos de Segunda	33
5.5. Rendimiento Total Por Categoría.....	34
5.5.1. Rendimiento de primera	34
5.5.2. Rendimiento de Segunda.....	37
5.5.3. Rendimiento total	39
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	44
ANEXOS	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Promedios de Tubérculos por planta a diferentes dosis de N P K.	29
Figura 2. Promedio de Tubérculos de Primera a diferentes dosis de N P K.	32
Figura 3. Promedio de Tubérculos de Primera y segunda a diferentes dosis de N P K.	32
Figura 4. Promedio de rendimiento de Primera Kg/ha a diferentes dosis de N.P, K. ...	35
Figura 5. Promedio de rendimiento de Primera y segunda Kg/ha a diferentes dosis de N.P, K	36
Figura 6. Promedio de Rendimiento Total Kg/ha a la aplicación de diferentes dosis de N P K.	40
Figura 7. Promedio de Rendimiento Total Kg/ha a la aplicación de diferentes dosis de N*P*K.	40

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos de fertilización de la papa.....	10
Cuadro 2. Niveles usados en la fertilización.	22
Cuadro 3. Tratamientos utilizados en el ensayo	23
Cuadro 4. Para determinar esta variable se hizo de acuerdo a su peso.....	25
Cuadro 5. Días a floración diferentes aplicaciones de N, P, K.....	27
Cuadro 6. Promedio de número de tallos por planta a diferentes aplicaciones de K.	28
Cuadro 7. Promedio de número de tallos por planta a diferentes aplicaciones de N*K, P*K y N*P*K.	30
Cuadro 8. Tubérculos de segunda a distintas aplicaciones de N, P, K.....	33
Cuadro 9. Rendimientos de primera Kg/ha a distintas aplicaciones de N, P, K.....	36
Cuadro 10. Rendimientos de segunda Kg/ha a distintas aplicaciones de N, P, K.....	38

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número de tallos por planta.....	48
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable Tubérculos por Planta	48
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable para tubérculos de primera.....	49
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable para tubérculos de segunda	49
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable para tubérculos de segunda	50
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable de Rendimiento de Primera	50
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable de Rendimiento de Segunda	51
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable de Rendimiento Total en Kg.....	51
Anexo 9. Análisis de suelo ensayo de niveles de Fertilización	52

Gómez Domínguez F.J. evaluación de diferentes niveles de fertilización en papa (*Solanum tuberosum*) y su efecto en el rendimiento y calidad. Tesis ing. Agro. Universidad nacional de agricultura. Catacamas honduras. 71 paginas.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto **de diferentes niveles de fertilización en papa (*solanum tuberosum*), y su efecto en el rendimiento y calidad.** En la zona de Intibucá, Intibucá. Los factores en estudio fueron tres con tres niveles cada uno, factor A (nitrógeno) (N1, N2, N3.) (362, 302 y 242), factor B (fosforo) (P1, P2 Y P3) (300, 250 y 200), factor C (potasio) (K1, K2 y K3) (717, 528 y 478), y la dosis para el testigo (N, 326, P, 384, K, 416.) todas estas dosis están en Kg/ha. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de parcelas sub divididas donde se estudiaron los tres factores con tres repeticiones cada uno. Las variables de respuesta para medir al efecto de la aplicación de los macronutrientes en el cultivo de papa fueron, días a floración, numero de tallos por planta, numero de tubérculos por planta, numero de tubérculos por categoría, rendimiento por categoría y rendimiento total. Los resultados del experimento indican que las aplicaciones altas de nitrógeno (362 kg/ha) y de fosforo (300 kg/ha) no presentan significancia en el rendimiento mientras que el potasio (717 kg) si se manifestó. Dentro de las aplicaciones el nivel que reporto mayor rendimiento fue (N3, P3, K1) siendo para el caso de nitrógeno y fosforo los niveles más bajos y para el caso del potasio el nivel más alto, donde se alcanzó un rendimiento total de 38953.3 Kg/ha de peso. Para el caso la relación que el productor utiliza donde en nitrógeno es alto, así como también elevadas cantidades de fosforo y dosis bajas para el potasio se encontró un rendimiento de 22462.12 Kg/ha, encontrando un diferencial de 16421.18 Kg de peso en el rendimiento total con respecto a la aplicación más eficiente que resulto en el experimento. Lo más conveniente es la utilización de diferentes fuentes para los macronutrientes que demanda el cultivo, así como la utilización de la relación que resulto más eficiente, siendo al mismo tiempo una relación de que se mantiene los mismos costos para producir.

Palabras claves: variedad, papa, fertilización, rendimiento, nitrógeno, fosforo y potasio.

I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos hortícolas más importantes dentro de la economía de nuestro país y de los demás países productores que se dedican a este rubro. Ocupando el cuarto lugar a nivel mundial y es superado por gramíneas como el maíz trigo y sorgo. Según la (SAG 2008) en nuestro país consume alrededor de 55 mil toneladas métricas de papa al año, hay alrededor de 2,500 productores y se cultivan más de 1,500 manzanas de papa, principalmente en las zonas de Intibucá, Ocotepeque y Francisco Morazán. Actualmente en Honduras los rendimientos por hectáreas oscilan entre 28000 a 31000Kg/ ha, mientras en Guatemala y Costa Rica los rendimientos promedian entre 48000 a 50000 Kg/ha.

En la zona de La Esperanza, la producción de papa no se lleva a cabo de forma Continúa debido a diversos problemas como fertilizaciones inadecuadas, escases de agua en verano enfermedades y plagas. Los niveles de fertilización utilizados por los productores para este cultivo han sido determinados de una forma empírica o se han obtenido de literatura, principalmente de otros países por lo que se requiere encontrar un nivel o niveles de fertilización que nos permita incrementar los rendimientos hasta ahora obtenidos y que los productores obtengan mayores beneficios económicos al reducir los costos de producción.

En vista de lo anterior era necesario hacer una investigación para encontrar un nivel de fertilización que se adecuó a los requerimientos del cultivo y a las condiciones de suelo predominante en la zona, y determinar si el cultivo de papa responde a la aplicación de estos elementos, NPK. El presente trabajo de investigación se realizara con el objetivo de mejorar las fertilizaciones realizadas en el cultivo de papa e incrementar la rentabilidad del cultivo y que sea beneficioso para el productor desde el punto de vista económico.

II. OBJETIVOS

2.1. General:

Evaluación de diferentes niveles de fertilización en papa (*Solanum tuberosum*) y su efecto en el rendimiento y calidad.

2.2. Específicos:

Identificar el efecto de la aplicación de los diferentes niveles de fertilización en el rendimiento y desarrollo de la planta.

Comparar el efecto de la fertilización usado por el productor con las diferentes dosis de cada uno de los niveles de aplicación a través del rendimiento de producción.

Identificar el nivel de fertilización que presente un mayor peso en el tubérculo, mayor número de tubérculos por planta, menores días a cosecha, mayor número de tallos por planta menor días a floración y un mayor rendimiento.

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

III. REVISION DE LITERATURA

3.1.Generalidades del cultivo de la papa

La papa es una planta herbácea anual con hábitos de crecimiento según la especie o variedad, puede ser de tipo arrochetado, semi-arrochetado, rastrero, erecto; perteneciente a la familia de las solanáceas. Entre las ocho especies cultivadas solamente *Solanum tuberosum* es cultivada en el ámbito comercial en el mundo. Es una planta con un sistema radicular débil por eso se necesita de un suelo de muy buenas condiciones varia de delicado a fibroso a profundo. Las semillas verdaderas (sexual) solo pueden producir un tallo mientras que los tubérculos (semilla) tienen capacidad de producir varios tallos (DICTA, 2007).

Los brotes ocurren cuando comienzan a emerger las yemas de los tubérculos; dura dos a tres meses, luego la papa está apta para sembrarse; es ideal que los tubérculos presenten por lo menos tres brotes cortos y fuertes (Cortés y Hurtado, 2002). Los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo de suelo a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos. La longitud de los estolones es uno de los caracteres varietales importantes (Franco *et al.*, 2002).

Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal que se denomina talón y el extremo que se llama extremo apical o distal. Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis y varios folíolos. En cuanto a la inflorescencia, el pedúnculo está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cual se subdivide en otras dos ramas de esta manera se forma la inflorescencia llamada cimosa (DICTA, 2007).

3.2. Antecedentes de cultivo de papa en el mundo

Según el origen muchos botánicos concuerdan en que la papa se originó en los Andes en las Regiones de Perú y Bolivia que están a altitudes de 1200-1829 msnm donde se conservan algunas variedades muy parecidas botánicamente (The Potato Association of América Handbook, 2002).

La papa ha significado la subsistencia para millones de personas durante los últimos tres siglos, ocupando así el cuarto lugar como cultivo más importante utilizado como alimento de la población mundial después del trigo, arroz y maíz y su producción anual asciende a más de 300 millones de toneladas, procedente en una tercera parte de los países en desarrollo que junto con la yuca, se encuentra entre los diez alimentos más importantes en términos de volumen de producción anual y constituye una fuente importante de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales como la lisina (Estrada, 2000).

En la década de los 90, la producción de papa se expandió rápidamente y superó los 100 millones de toneladas producidas en los sesenta. Durante estos diez últimos años la producción ha aumentado en un promedio anual del 4.5% con un aumento en área sembrada del 2.4%. (Castillo y Tapia, 1998.)

3.3. Producción de papa en Centro América

A nivel de Centro América el líder de papa es Guatemala (10,500 hectáreas y 283,000 TM/año), seguido de Costa Rica (3,200 hectáreas y una producción de 80,000 TM. Honduras ocupa el cuarto lugar de producción de papa en centro América (1,300 hectáreas en producción y 21,400 TM). (EDA, 2006 citado por Pineda 2010).

3.4. Antecedentes de cultivo de papa en Honduras

En nuestro país se producen 55 mil toneladas métricas de papa al año, alrededor de 2,500 productores en más de 1,500 manzanas de papa cultivadas, principalmente en las zonas de Intibucá, Ocotepeque y Francisco Morazán. En Ocotepeque han alcanzado mejores niveles

de producción que las otras zonas ya que se ha impulsado el uso de la tecnología mejorar las condiciones de suelo para el cultivo de la papa. (Valladares, 2011).

En nuestro país aproximadamente 3,500 familias se dedican al cultivo de papa sembrando unas 4,000 ha de terreno con un rendimiento promedio de 13.6 tm.ha-1 lo cual es insuficiente para satisfacer la demanda nacional y por lo tanto, es necesario importar papa, especialmente de Guatemala. (Ávila, 2010).

3.5. Situación actual del cultivo de la papa en Honduras

Actualmente consume 55 mil toneladas métricas de papa al año, hay alrededor de 3000 productores y se cultivan más de 1,050 hectáreas de papa, en las zonas occidental de país principalmente en los departamento de Intibucá, Ocotepeque, La Paz y Francisco Morazán. (DICTA, 2007).

Datos proporcionados por (setas 2006), aportan que actualmente la mayor producción de papa para consumo se da en los departamentos de Intibucá (787.5 Ha), Ocotepeque (119 Ha) y La Paz (49 Ha), estos representan el 95% de la producción a nivel nacional. En total son 1004.844 Ha a nivel nacional complementando con los departamentos de Lempira, Francisco Morazán, Santa Bárbara, Copan y El Paraíso que siembran áreas en pequeña escala.

Los productores del Departamento de Ocotepeque han alcanzado mayores niveles de producción que las otras zonas ya que se ha impulsado el uso de la tecnología y a mejorar las condiciones de suelo que requiere el cultivo de la papa (DICTA, 2007).

Según (DICTA, 2007), el Departamento de Intibucá, es una zona de gran importancia en la producción de este cultivo, en esta zona la problemática que los productores viven se debe a la falta de apoyo por parte del gobierno que se traduce en la falta de disponibilidad de semilla.

3.6. Importancia de la semilla de papa

Los mejores rendimientos del cultivo de papa se deben fundamentalmente al uso de semilla de excelente calidad, influyendo en la incidencia de plagas y enfermedades. Esta semilla puede ser de origen local, producida bajo sistemas de certificación de semilla y llamarse semilla certificada, o ser simplemente producida bajo un mejor manejo agronómico y sanitario y llamarse semilla controlada, mejorada, etc. La producción y uso de semilla de calidad dependerá principalmente del conocimiento técnico, manejo del cultivo y recursos económicos. La semilla de buena calidad son tubérculos que tienen elevado nivel de pureza varietal y estado sanitario, con una gran capacidad de brotación al momento de la plantación (Accatino s.f)

Los países en desarrollo, cuentan con metodologías y técnicas de producción de semilla de papa, adaptadas a sus condiciones y el objetivo es producir volúmenes suficientes de semilla de papa de calidad para abastecer las necesidades de la gran mayoría de los productores en los países de desarrollo (Accatino s.f). La semilla de calidad tiene bajo nivel o ausencia de enfermedades, especialmente causadas por virus, que provoca el degeneramiento de los tubérculos de papa; además, fisiológicamente esta semilla es apta para desarrollar una planta vigorosa y productiva (Accatino s.f).

3.7. Condiciones agroclimáticas

3.7.1. Clima

La papa es un cultivo adaptado a climas fríos y templados con temperaturas que van entre 12 a 24 °C. Normalmente esto se logra a altitudes superiores a los 1400 msnm. En lugares más calientes el agricultor puede producir papa usando variedades adaptadas y buen manejo de fertilización, riego y prácticas básicas a tiempo (USAID_RED, 2008).

La papa puede sembrarse en zonas de clima cálido pero con las condiciones que la temperatura del suelo sea menor a los 20 °C; si esta condición no se cumple la tuberización no se da o la misma es muy pobre y como consecuencia los rendimientos que se obtienen son muy bajos. En este tipo de condiciones se debe tener mucho cuidado debido a que los problemas de plagas insectiles y enfermedades serán más serios y los tubérculos

pueden desarrollar desorden fisiológico que pueden demeritar su valor comercial (Franco *et al*, 2002).

3.7.2. Precipitación

El cultivo de papa no tolera excesos de agua, las zonas ideales para cultivarlo presentan una precipitación anual que va entre los 500 y 1,200 mm/año. La planta necesita 21000 litros para una hectárea hasta la madurez fisiológica, es muy importante el suministro de agua constante durante los 60 días después de siembra. (USAID_RED, 2008).

La precipitación o cantidad óptima de lluvias que requiere la papa es de 600 mm, distribuidos en todo su ciclo vegetativo; las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo cual es necesario efectuar riegos suplementarios en los períodos críticos o cuando no se presenta la lluvia. Durante la primera etapa de su desarrollo la planta requiere un poco menos de agua, pero después hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Conforme el potencial de agua del suelo disminuye los rendimientos de tubérculos expresados como peso fresco, también disminuye en una relación lineal (Cortés y Hurtado, 2002).

3.7.3. Altitud

La altitud ideal para el buen desarrollo del cultivo de papa se encuentra entre los 1500 a 2500 m.s.n.m (DICTA, 2007).

3.7.4. Suelo

Según (USAID, 2008). La papa puede adaptarse a una variedad de suelos pero crece mejor en suelos profundos con buen drenaje, de preferencia francos y francos arenosos, fértiles y ricos en materia orgánica obteniendo un alto rendimiento. La papa también puede ser sembrada en suelos arcillosos de buena preparación y buen drenaje. La papa lo sembramos a una profundidad de 25-30cm con una buena preparación del terreno. El pH ideal del suelo para el cultivo de papa es entre 4.5 y 7.5. En la mayoría de los suelos donde se siembra papa en Honduras el pH no es óptimo por lo que es indispensable el encalado.

3.8. Manejo agronómico

3.8.1. Preparación del suelo

El suelo debe tener un buen contenido de nutrientes y estructura suelta para realizar una buena preparación de suelo, con el objetivo de obtener una buena cama con un suelo bien mullido sin terrones en los 30 a 40 cm de profundidad ya que en esta zona es donde se desarrollan los tubérculos (Valladares, 2005)

La preparación del suelo es una de las actividades más importantes ya que es la base de un buen desarrollo radicular. Esta preparación debe tomar en cuenta el grado de compactación del suelo, lo que podría requerir de un subsolado inicial. Luego se procederá a arar a una profundidad entre 30 y 40 centímetros de profundidad y, por último, a rastrear. Las pasadas de rastra varían de acuerdo al tipo de suelo pero se debe dejar el suelo suelto sin exceder los pases que provocarían pérdida de estructura y compactación del suelo. La humedad del suelo al momento de la preparación es muy importante hay que evitar los Extremos.

El surcado con curvas a nivel es muy importante ya que esta actividad retiene la humedad en las épocas más secas y evita la erosión en las épocas de lluvia a la vez que permite el escurrimiento del Exceso de agua. Todas las actividades de preparación de suelo son orientadas a proporcionar a la Raíz un medio de crecimiento óptimo donde la proporción de tierra-agua-aire sea la adecuada, ya que sin una buena producción de raíces es imposible obtener buenos rendimientos. Cuerpos sólidos, como piedras y palos, deben ser evitados ya que pueden interferir con el Desarrollo de los tubérculos dañando su calidad comercial. (USAID, 2008).

3.9. La Siembra

3.9.1. La densidad de siembra

La densidad de siembra está determinada por el mercado ya que hay mercados que solicitan papa “súper” que pesa más de una libra la unidad y otros que piden entre 0.25 a 1 libras por unidad. Otro aspecto importante en la densidad de siembra es la pendiente del terreno donde se sembrará. En pendientes altas el distanciamiento entre hileras tiene que ser

mayor. Pero como regla general el distanciamiento óptimo es de 0.9 a 1.0 metros entre hileras y de 25 a 20 centímetros entre plantas. Respectivamente, esto arroja una densidad entre 44,444 y 50,000 plantas/Ha. Para una hectárea una cantidad entre 2,500 y 2,900 kilogramos de semilla puede ser usada.

3.9.2. Siembra

Una vez definida la densidad de siembra, es muy importante verificar que la densidad sea mantenida adecuadamente durante la siembra, ya que es muy común que el productor vaya surcando “al ojo” lo que al final altera considerablemente la densidad y con ello el rendimiento lo importante es mantener un cuadro de siembra. Como fue discutido antes la densidad de tallos determina el tamaño y rendimiento de la papa y cuando no hay control de la densidad de siembra no hay uniformidad dentro del lote y baja en el rendimiento. También la semilla debe ser protegida en canastas, pues generalmente el tubérculo maltratado no germina o nace muy tarde bajando la producción hasta en un 50%. Otro aspecto a tomar en cuenta durante la siembra es la profundidad a la cual se debe poner el tubérculo. Generalmente la profundidad es 2 veces el diámetro de la semilla y varía entre 10 y 15 centímetros. Aunque ha sido probado que la profundidad de siembra no tiene una incidencia directa sobre el rendimiento, si es importante cuando interactúa con otros elementos.

3.10. Fertilización

La papa se fertiliza (forma granulada) dos veces durante su cultivación 50% durante la siembra en el fondo del surco y 50% durante el aporque. Para suelos a los que este cultivo se adapta se ha determinado que la fertilización media en el cultivo es de 120-200-60 kg de N-P-K/ha, más 60 kg de azufre, empleando para ello 450 kg de 18-46-0; 50 kg de KCL; 125 kg de sulphomag y 100 kg urea/ha. De ser necesario se realizará la fertilización foliar al momento de ejecutar los controles fitosanitarios (Velásquez *et al*, *sf*. 2001)

El balance de los nutrientes es tan importante como las relaciones que deben existir entre el N:K, el K:Ca y el Ca:Mg, con el propósito de evitar tener antagonismo y poder controlar el desarrollo de las plantas y su resistencia a los factores ambientales o enfermedades. Una nutrición bien balanceada permite tener el desarrollo adecuado de la planta para optimizar el Rendimiento. (USAID RED 2008).

La fertilización representa entre el 7 y 10% del costo de producción; en algunos casos hasta un 30% esto va de acuerdo con el grado de tecnificación que se le dé al cultivo. Para tomar decisiones de cómo fertilizar y las cantidades necesarias y adecuadas de nutrición del suelo, es necesario la realización del análisis de suelo (Cortés y Hurtado, 2002)

Cuadro 1. Requerimientos de fertilización de la papa

Elemento	Kg/ha	Lbs/ha	Lbs/Mz
N	468	1030	720
P ₂ O ₅	372	818	573
K ₂ O	880	1936	1355
Ca	367	807	565
Mg	132	290	203
B	1.8	4	2.8

USAID RED (para 1000 qq/ha)

3.10.1. Fertilización del suelo para la producción de papa

El crecimiento de la papa depende del suministro de los diversos nutrientes de la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio y otros. Cada nutrimento tiene funciones específicas dentro del crecimiento de la papa. La carencia de los nutrientes origina retardo del proceso de crecimiento y disminución del rendimiento. El cultivo de papa extrae los nutrientes del suelo y se hace necesario reemplazarlos para mantener la fertilidad del suelo. Los fertilizantes son caros y puede no estar disponible con facilidad, por ello el conocimiento de la acción de los nutrientes en las plantas y el suelo ayuda al agricultor a emplear los fertilizantes en forma más eficiente. (Andrade, 1997).

3.11. Principales fertilizantes que necesita la papa

3.11.1. Nitrógeno

Según (Anonymous, 2001), El nitrógeno (N) es uno de los nutrientes más importantes en la producción de papa. Una baja eficiencia del uso de N promueve la lixiviación volatilización de este nutriente. Tanto el exceso como la deficiencia de nitrógeno afectan la duración del ciclo del cultivo de papa y en consecuencia el rendimiento de tubérculos. La elevada disponibilidad de nitrógeno puede prolongar el crecimiento vegetativo, retrasar el inicio de tuberización y reducir el rendimiento. (Salmeron F, Garcia).

El mayor problema nutricional a resolver es cuanto Nitrógeno aplicar, desde que este nutriente es limitante en la mayoría de suelos y estaciones o épocas de cultivo. El Nitrógeno determina el modelo de crecimiento de la planta. Es el nutriente de mayor incidencia sobre el tamaño y la duración del área foliar. Por otra parte las reservas de nitrógeno no pasan de una estación a otra y para rendimientos satisfactorios se requieren cantidades relativamente grandes. Se requiere aproximadamente 468 kg. De nitrógeno por hectárea. Para un rendimiento de tubérculos de 1540 a 2200 kg/ha. (USAID RED, 2008).

Hay dos formas de asimilables de este elemento (nitrato y amoniacal), contrariamente lo que sucede con el fósforo y el potasio, no se encuentran en su totalidad al principio de la estación ni tampoco se comportan de manera semejante. El nitrógeno de los nitratos, totalmente soluble, está sujeto a la acción del lavado y en consecuencia, las cantidades que se encuentran en un momento dado fluctúan entre límites amplios (Teusher y Adler, 1987). El suelo es la única fuente de nitrógeno para los vegetales superiores lo que limitan mucho su disponibilidad, sobre todo porque no hay rocas nitrogenadas si no que el origen de este elemento es la materia viva que se desintegra en el suelo, excepto por una pequeña fracción fijada en las tormentas eléctricas (Tisdale, 1982).

3.11.2. Fosforo

El fósforo (P) es el fertilizante aplicado en mayor cantidad y es el más limitante para la producción de papa. Para generar una recomendación válida de fertilización fosfatada es necesario conocer la dinámica del P en el suelo y su eficiencia agronómica. Es un elemento

esencial para el crecimiento de las plantas ya que se encuentra en las células de todo ser vivo. El fósforo está envuelto en varias funciones dentro de la planta incluyendo la transferencia de energía, fotosíntesis, transformación de azúcares y almidones, transporte de nutrientes, ayuda al crecimiento radicular y transferencia de características genéticas de una generación a otra. El fósforo se clasifica como uno de los nutrientes primarios, eso significa que los cultivos requieren de él en cantidades altas (Castro. 1985).

El P penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. La absorción también se produce a través de las micorrizas, que son hongos que crecen en asociación con las raíces de muchos cultivos. El P es absorbido por la planta principalmente como ion orto fosfato primario (H_2PO_4^-), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH.

Como el movimiento del P en el suelo es limitado, cuando el nutrimento se adiciona como fertilizante se debe localizar donde las raíces lo puedan interceptar. Por eso, 1) la época de aplicación de P en suelos con alta capacidad de retención del nutrimento debe coincidir con las etapas de mayor absorción del P por la planta, 2) el fraccionamiento de la aplicación de P ha demostrado ser una herramienta eficaz para aumentar la eficiencia del fertilizante y 3) la aplicación de P al voleo sobre la superficie del suelo y la incorporación de fertilizante en el suelo antes de sembrar incrementan el contacto del fertilizante con el suelo y aumentan el riesgo de mayor retención (lo que obliga a utilizar dosis muy altas de P para elevar su disponibilidad). La aplicación de P en banda a un lado de la semilla, o incorporarlo en el fondo del surco u hoyo de siembra es la forma agronómica más eficiente de localizar este nutrimento en suelos de baja fertilidad. Esta técnica disminuye el contacto del fertilizante con las partículas de suelo, haciendo que esté disponible por mayor tiempo. (Jackson *et al.*, 1981).

La presencia del magnesio interviene en la absorción del fósforo por las plantas pues este no es eficiente cuando las cantidades de magnesio son bajo. En consecuencia es recomendable vigilar el contenido de magnesio del suelo cuando se tiene la seguridad o sospecha que la utilización de los fosfatos es incompleta a pesar de que exista en forma aprovechable y en cantidad suficiente. Finalmente si el análisis de suelo ha revelado que este es deficiente en magnésico, debe aplicarse fertilizante magnésico y no fosfático (Teusher y Adler, 1987).

3.11.3. Potasio

El potasio se encuentra en el suelo en forma iónica como K^+ , en solución y como catión Intercambiable. De esta forma es absorbido por la planta el fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico (Barrera, 1994).

Además del suministro de potasio a través del fertilizante, las plantas también utilizan el Potasio de minerales del suelo y de residuos orgánicos. El retorno de los residuos de la Cosecha al suelo, combinado con la fertilización potásica aplicada en ocasiones en exceso a la necesidad de la cosecha, ayuda a mantener una reserva de este elemento en el suelo (Guerrero, 1993).

El potasio es mucho menos móvil en el suelo que el nitrógeno, pero más móvil que el fósforo ICA (1992). Si el potasio llega a moverse, lo hace por difusión en un movimiento lento y a corta distancia, en las películas de agua que rodean las partículas del suelo. Las condiciones de sequía hacen a este movimiento aún más lento. Altos niveles de potasio en el suelo aceleran el proceso de difusión y por lo tanto, su absorción (Potash and Phosphate Institute, 1998).

Deficiencias de potasio pueden ocasionar los siguiente trastornos: disminución de la fotosíntesis, disminución del traslado de los azúcares a la raíz, acumulación de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, pues no se produce una síntesis de proteínas, aparición en las células de las hojas de sustancias catabólicas, como la putrescína, que inicia los procesos de muerte celular y de tejidos, es decir la necrosis de los tejidos vivos, se promueve la susceptibilidad al ataque de los hongos pues disminuye la presión osmótica de las células, favoreciendo la entrada de los patógenos (Rodríguez,1992).

Altos niveles de potasio, pueden reducir el peso específico retrasando la maduración del tubérculo, de esta manera la cantidad de fertilizante aplicada, debe basarse en el conocimiento de los niveles de potasio en la tierra. Las constantes aplicaciones de fertilizante potásicos a los suelos agrícolas, sin antes consultar el resultado de análisis de suelo, hace aumentar el contenido de potasio asimilable hasta de 1, 200 Kg/ha. Aunque en exceso no es tóxico, pero resulta perjudicial a causa de su interferencia con otros elementos. Además esto es una pérdida de dinero por parte del productor esto indica que los análisis de suelo son de mucha utilidad para obtener una fertilización eficiente (Teusher y Adler, 1987)

El potasio interviene además, fisiológicamente en los siguientes procesos: Síntesis de azúcar

Y almidón, traslado de azúcares, síntesis de proteínas, interviene en la estimulación enzimática. La abundancia de este. Se manifiesta en las siguientes características: mayor crecimiento y vigor, buen desarrollo de flores, frutos y semillas, resistencia al frío y enfermedades criptogámicas, aumento en la calidad de los frutos. (Rodríguez, 1992).

3.11.4. Calcio

Lalatta (1988), manifiesta que es un elemento de particular importancia para el desarrollo de la planta, que desempeña una doble función. Es un nutriente esencial de la planta siendo captada por la misma, pero tiene una considerable importancia la acción del calcio sobre el propio suelo, que se halla asociado con la práctica del encalado, la cual es en esencia la incorporación de forma especial del calcio al terreno.

Según Rodríguez (1989), en ciertas circunstancias la cal puede mejorar la estructura y labores de arado en suelos ácidos, pero siempre se ha de evitar un excesivo encalado. En cultivo agrícola susceptible, un exceso de cal puede dar lugar a que se induzca deficiencias de los elementos traza tales como el manganeso, hierro, boro. Los suelos en los cuales la práctica del encalado resulta más bien perjudicial, son en todos aquellos normalmente arenoso.

Deficiencias

Rodríguez (1989), señala que suele ser difícil distinguir los síntomas de deficiencia real de calcio de los que provocan otras carencias, frecuentes en suelo ácido, como la deficiencia de magnesio, de potasio, de fósforo, de molibdeno y efectos tóxicos por exceso de manganeso y aluminio.

Excesos

Lalatta (1988), indica que el exceso de calcio provoca altas deficiencias de Mg, Fe, B. La absorción del calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta. Las condiciones de humedad alta, frío y un bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia del calcio. El aumento de la salinidad del suelo también podría causar deficiencia de calcio, ya que disminuye la absorción de agua por la planta. (Chamba Herrera, L. 1988).

3.11.5. Aporque

Esta es una labor agronómica que consiste en llevar tierra de la base del surco hasta el cuello de la planta. En la siembra directa en camas, el aporque nos garantiza las siguientes ventajas: Aísla los tubérculos de insectos plaga como son las polillas o palomillas. Aísla los tubérculos de la exposición a la luz, evitándose el “verde amiento” de estos. Mejora el drenaje de los surcos o camas. Cumple “control cultural” de malezas. Da mayor anclaje a la planta. Cubre productos aplicados en este momento como fertilizantes, insecticidas, etc. Cuando se levantan las camas después de la siembra y con el aporque (como en la producción tradicional), se causan daños a las raíces del cultivo que reducen generalmente los rendimientos.

Por eso, es importante hacer el aporque con los cultivos que fueron sembrados directamente en camas. Normalmente el aporque es una práctica que por razones económicas solo se hace una vez en el ciclo del cultivo. Se llevará a cabo entre los 20 a 30 días después de la siembra, dependiendo del crecimiento de la planta. En algunas variedades el estolón es corto, se recomienda realizar el aporque a los 35 días después de la siembra, posteriormente si se presentan huevos de gallina ciega (*Phyllophaga sp*) se debe aplicar un control para evitar daños a futuro por esta plaga, sobre todo en épocas de invierno. Es importante no retrasar mucho esta labor ya que cuando hay una masa vegetal abundante los daños mecánicos son altos y aparecen problemas de enfermedades bacterianas. (USAID RED 2008).

3.11.6. Época de siembra

En los departamentos de Intibucá y Ocotepeque puede ser cultivada en toda época del año siempre y cuando se cuente con semilla germinada. En la época de verano la única limitante para sembrar este cultivo es el agua (DICTA, 2007).

3.12. Plagas y enfermedades

3.12.1. Plagas de la papa

Insectos económicamente importantes en Honduras incluyen la mosca minadora, Paratrioza, Gallina ciega, entre otras.

3.12.2. Mosca minadora (*Liriomyza sp.*)

Esta plaga es un ejemplo de una plaga secundaria, donde el uso excesivo de químicos provoca Un brote de otra plaga que se convierte en un problema serio. El monitoreo es en base a muestreo rutinario, el chequeo mayor debe hacerse en las hojas bajas de la planta cuando lo vemos en las hojas jóvenes generalmente el daño es grave e irreversible. El daño es causado de dos maneras, el principal que es por las minas que hacen las larvas que pueden provocar defoliación de hasta el 100%, y la lesiones por los hábitos de alimentación del adulto que pueden ser vía de infestación de enfermedades.

3.12.3. Paratrioza (*Bactericera cockerelli* o *Paratrioza cockerelli*)

Esta plaga, un psílido, se ha convertido en un serio problema en los últimos años, primero por el desconocimiento de ella y luego por su mal manejo. La paratrioza o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli*), se ha convertido en una de las plagas más importantes de la Papa, tomate y chile, no solo por los daños directos que ocasiona al inyectar toxinas, sino También por la transmisión de fitoplasmas como la punta morada en papa y ‘el permanente’ del Tomate.

La Paratrioza causa daños de dos maneras: 1) Durante el proceso de alimentación inyecta toxinas a la planta de papa que ocasiona los síntomas y 2) Que durante la alimentación transmite un fitoplasma que es el causante de la enfermedad en la papa llamada punta morada. En Honduras esto no ha sido comprobado de una manera clara, por lo tanto nos referiremos como síntomas de daño de Paratrioza. Los síntomas visibles son amarilla

miento, enrollamiento de las hojas, color púrpura en las hojas (principalmente las jóvenes) y entrenudos cortos. Todo esto reduce la capacidad fotosintética de la planta por lo que el rendimiento se viene para abajo, dejando tubérculos pequeños de mala calidad comercial (las azúcares acumulan y alteran el sabor). Desde el punto de vista de tubérculos para semilla, estos no son viables porque producen brotes delgados en forma de hilo.

3.12.4. Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)

La gallina ciega en su denominación general abarca un complejo de especies de escarabajos del género *Phyllophaga*. El ciclo completo de esta plaga se extiende por uno a dos años, según la especie. Las del ciclo anual son las que causan el mayor daño en la época lluviosa entre julio y octubre. El problema lo ocasionan las larvas al alimentarse de raíces, por lo general de gramíneas (principalmente maíz y sorgo) pero también de otros cultivos, incluso hortícolas como la papa. Los daños más grandes ocurren cuando las plantas pequeñas mueren y las plantas sobrevivientes tienen un crecimiento raquítico.

3.13. Principales enfermedades

3.13.1. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Esta es la enfermedad de papa más importante en el mundo y Honduras no es la excepción y es sumamente importante conocer el comportamiento del hongo y sus condiciones favorables para poder ejercer un control eficiente. El hongo *P. infestans*, ataca hojas, tallos y frutos en plantas adultas. (EDA, 2008).

El hongo *Phytophthora infestans*, ataca hojas, tallos y frutos en plantas adultas. En plántulas puede causar la muerte de la planta. En las hojas, comienza con lesiones circulares o irregulares que luego se agrandan. Hay un velloso blanco cuando hay humedad. En los tallos, el ataque causa lesiones que pueden llegar a invadir el ápice, causando la muerte de la planta. La humedad, lluvia y hojas nuevas y sanas favorecen el desarrollo de la enfermedad. (USAID RED 2008).

3.13.2. Tizón temprano (*Alternaria* sp.)

El tizón temprano es un hongo patogénico de mucha importancia en la papa. Normalmente, se presenta en la segunda mitad del ciclo del cultivo, sobre todo en las plantas desnutridas, atacadas con otro hongo o insecto, mal regadas o cualquier situación de debilidad de la planta - en términos generales se puede decir que es un hongo oportunista. El hongo ataca los tallos y hojas y no los tubérculos. En las hojas se presentan pequeñas manchas circulares de color café frecuentemente rodeadas de un halo amarillo. Las manchas tienen la característica de tener anillos concéntricos de color oscuro. Usualmente las manchas aparecen en las hojas más viejas y de éstas suben al resto de la planta.

4.14. Investigaciones realizadas

En las investigaciones realizadas por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA. 2010), señalan rendimientos de 20909 Kg/ha al sembrar el cultivo de una manera tradicional, incrementando la producción a 32727.2 Kg/ha, usando la siembra en camas, aplicando fertirriego y un dándole buen manejo agronómico.

(EDA, 2009) reportan rendimientos de 40 Tm/ha, en estudios realizados en Santa Catarina Intibucá. Según (USAID-RED. 2010). Alcanzaron producir 37500 Kg/ha con productores de la zona alta de Intibucá evaluando las curvas de absorción de NPK.

(Rosales, 2012.) Afirma que encontró rendimientos de 36275 y 38355 kg/ha en variedades de papa resistentes al tizón tardío (*phytophthora infestans*). Vega Luna JE (2009). Indica que tuvieron rendimientos de 20045.65 Kg /ha en la microrregión del valle de Sensenti, Ocotepeque.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación geográfica del estudio

La presente investigación se llevó acabo en la comunidad de Malguara, Intibucá, departamento de Intibucá en la empresa campesina de la reforma agraria de Intibucá (ECARAI) situada a una altura de 1985 m.s.n.m. en el período comprendido entre los meses de junio a septiembre del 2013 en donde se registran temperatura media 18 °C, humedad relativa promedio 95% y una precipitación pluvial total de 876 mm. Con un Ph del suelo de 5.2, materia orgánica de 37.6, g/kg. Ladera de 10%, tipo de suelo franco. (FHIA, 2012).

4.2. Materiales y equipo.

Utilizamos bombas de mochila y su respectivo equipo de aplicación para controlar plagas y enfermedades, balanza en libras, canastas, cinta métrica, azadones, semilla, cabuya, libreta, estacas.

4.3. Selección del terreno

Para el establecimiento del experimento se buscó la parcela que presentara al menos cuatro años de no haber sido utilizada para evitar pérdidas por plagas o enfermedades. Además se realizó un muestreo de suelo que fue enviado al laboratorio para un análisis de suelo.

4.4. Selección de Fertilizantes

Para la realización del experimento se seleccionaron algunas fórmulas que los productores de la zona utilizan para sus plantaciones debido a que tienen un bajo costo económico. Entre ellos 12-24-12, nitrato de amonio, KCL, y nutrical granulada. Para regular el pH del suelo.

4.5. Material vegetal

Se utilizaron tubérculos de la variedad billini de origen de Holanda ya que esta variedad está adaptada a la zona y presenta los mejores rendimientos en producción y es la que más demanda tiene en los mercados nacionales e internacionales por sus características de procesamiento para el mercado.

4.6. Manejo del experimento

Preparación del terreno: La preparación del suelo se realizó en forma mecanizada, entre 45-30 días antes de la siembra en campo definitivo, se levantaron camas por lo menos entre 20 y 25 cm, posteriormente se procedió al marcado y la división de los bloques y parcelas.

Siembra: Antes de llevar la semilla de papa a sembrarla se realizó un desbrote para estimular la emergencia de otros brotes. Se le aplicó la primera fertilización en los surcos con las dosis respectivas de cada tratamiento

una vez fertilizado los surcos, realizamos la siembra manualmente a una profundidad de 10 a 15 centímetros colocando la semilla al fondo del surco a una distancia de 20-25 centímetros de distancia luego se procedió a taparlo.

Riego: El riego se realizó por medio del método de riego por goteo.

Aporque: Esta práctica lo realizamos a los 40 días del ciclo del cultivo y también aplicamos la segunda fertilización de KCL y Nitrato de Amonio.

Control de malezas: La papa es un cultivo muy atacada por malezas sobre todo a los primeros 40 días de establecido el cultivo para el control usamos como quemante Basta 15 SL y un sistémico general como Roundup Max 68 GL previo a la siembra.

Control de plagas Se aplicó un insecticida al suelo antes de la siembra para el control de larvas hospederas del suelo a los 15 días después de la siembra se aplicó un insecticida sistémico, Actara 25 WG 13 gr/bomba de 18 lts durante cada semana se realizaron aplicaciones de karate Zeon, 2 copas/bomba de 18 lts, Muralla Delta, 1 copa/bomba 18 lts, Bralic, 2 copas/bomba 18 lts, Agrygent Plus, 36 gr/bomba 18 lts, y Engeo 8 CC/bomba 18 lts, rotando estos productos.

Control de enfermedades: Se realizaron aplicaciones de fungicidas preventivos como Curzate, 4 copas/bomba 18 lts, Alcon, 3 copas/bomba 18 lts, Bellis, 20gr/bomba 18 lts, Serenade, 100 CC/bomba 18 lts. Fulmik 3 copas/bomba 18 lts, y Acrobat CT, 2. 1/2 Copas/bomba 18 lts, rotando estos productos.

Defoliación: Lo realizamos una vez que ha alcanzado su madures fisiológica a los 90 días y aplicaremos un quemante para secar el tallo y lograr una mejor suberizacion y calidad del producto y esperaremos 15 días para efectuar la cosecha.

Cosecha: Una vez que se haya completado el periodo de suberización se realizó manualmente ejerciendo esta labor con mucho cuidado para evitar daños mecánicos.

Selección: Lo realizamos de acuerdo al tamaño del tubérculo seleccionando las categorías de primera, segunda, tercera.

4.7. Métodos

4.7.1. Aplicación de fertilizantes

La fertilización la dividimos en dos etapas una al momento de la siembra con el fin de estimular la producción, crecimientos de raíces y un mejor desarrollo foliar. En esta fase utilizamos la fórmula 12-24-12, y nutrical granulada para regular el pH del suelo con las respectivas dosis para cada uno de los tratamientos depositamos el fertilizante en el fondo del surco. La segunda etapa lo realizamos a los cuarenta días después de la siembra, realizamos una mezcla del nitrato de amonio y el kcl conservando la dosis respectiva para cada factor a estudiar, colocamos el fertilizante a una distancia de cuatro centímetros de los tallos del cultivo para luego cubrirla con el aporque, generalmente estas son las etapas que el productor de la zona realiza al momento del establecimiento de este cultivo.

4.7.2. Establecimiento del experimento

Se hizo el levantamiento de camas a una distancia 0.90m -1m entre cada una de ellas a una altura de 20-25 cm luego hicimos los surcos en medio de las camas a una profundidad de 10-15 cm de profundidad para mejorar el desarrollo radicular. Luego realizaremos la primera etapa de fertilización colocando el fertilizante en el fondo del surco que tendrá cada parcela. Después colocaremos los tubérculos en cada surco a una distancia de 20-25 cm dependiendo el tamaño de la semilla de papa.

4.7.3. Diseño experimental y descripción de tratamientos

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con un arreglo de parcelas sub divididas donde se estudiarán tres factores con tres repeticiones cada uno. En el cuadro 3 se presentan los niveles y las diferentes interacciones, el área del ensayo se dividió en tres bloques conteniendo cada uno de ellos 27 parcelas que midieron un área de 4m², se establecerá dos surcos de dos metros de largo en cada parcela sumando un total de 81 parcelas..

Cuadro 2. Niveles usados en la fertilización.

N ₁	362 kg/ha	nivel alto		
N ₂	302kg/ha	nivel medio		
N ₃	242kg/ha	nivel bajo		
P ₁	300kg/ha	nivel alto		
P ₂	250kg/ha	nivel medio		
P ₃	200kg/ha	nivel bajo		
K ₁	717kg/ha	nivel alto		
K ₂	528kg/ha	nivel medio		
K ₃	478kg/ha	nivel bajo		
		N	P	K
Testigo absoluto		326	384	416
Testigo relativo		0	0	0

Para la realización del experimento se tomaron en cuenta tres factores con tres niveles cada uno tomando en cuenta como base algunos datos de investigaciones de rendimiento en el cultivo de papa realizados en la esperanza Intibucá y Ocotepeque. En el cuadro 4 podemos visualizar los distintos tratamientos. Dentro de ellos el factor A nitrógeno, (parcela principal) 362(N1), 302(N2), 242(N3); factor B fosforo (sub-parcela) 300, 250 y 200 factor C potasio (sub-sub parcela) 717,598 y 478. Y la para la testigo absoluto; 326(N) ,384(P) ,416(K).y testigo relativo sin aplicar nada de fertilizante. Todos estos niveles de N, P, K son en kg/ha. Ca se le aplicara a todos los niveles antemencionados una dosis fija de Ca; 260 Todos los niveles son en kg/ha.

Cuadro 3. Tratamientos utilizados en el ensayo

De acuerdo a las diferentes interacciones los tratamientos los visualizamos en el cuadro

TRATAMIENTOS	INTERACCIONES	TRATAMIENTOS	INTERACCIONES
T1	N ₁ P ₁ K ₁	T16	N ₂ P ₃ K ₁
T2	N ₁ P ₁ K ₂	T17	N ₂ P ₃ K ₂
T3	N ₁ P ₁ K ₃	T18	N ₂ P ₃ K ₃
T4	N ₁ P ₂ K ₁	T19	N ₃ P ₁ K ₁
T5	N ₁ P ₂ K ₂	T20	N ₃ P ₁ K ₂
T6	N ₁ P ₂ K ₃	T21	N ₃ P ₁ K ₃
T7	N ₁ P ₃ K ₁	T22	N ₃ P ₂ K ₁
T8	N ₁ P ₃ K ₂	T23	N ₃ P ₂ K ₂
T9	N ₁ P ₃ K ₃	T24	N ₃ P ₂ K ₃
T10	N ₂ P ₁ K ₁	T25	N ₃ P ₃ K ₁
T11	N ₂ P ₁ K ₂	T26	N ₃ P ₃ K ₂
T12	N ₂ P ₁ K ₃	T27	N ₃ P ₃ K ₃
T13	N ₂ P ₂ K ₁	T28 Testigo absoluto	N-P-K
T14	N ₂ P ₂ K ₂	T29 Testigo relativo	0
T15	N ₂ P ₂ K ₃		

Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + N_j + \text{Error de(a)} + P_k + N_j P_k + \text{Error de (b)} + K + N_j K + P_k K + N_j P_k K + \text{Error experimental}$$

Dónde:

Y_{ijkl} =

μ = Media general

B_i =efecto del bloque.

N_j =efecto del nitrógeno.

Error(a)

P_k = efecto del fosforo

$N_j P_k$ = interacción del nitrógeno con el fosforo.

Error (b)

K = efecto del potasio.

$N_j K$ =interacción del nitrógeno con potasio.

$P_k k$ =interacción fosforo potasio

$N_j P_k K$ = interacción del nitrógeno, fosforo y potasio.

Error experimental

El tamaño de las parcelas a utilizar fueron de 4m² (2m de largo por 2m de ancho) y estuvieron constituidos por dos surco y a una distancia de 25 cm entre planta.

4.8. Variables evaluadas.

4.8.1. Días a floración

El dato se obtuvo del conteo de los días que transcurrieron desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de todo el experimento presentaron floración.

4.8.2. Numero de tallos por planta

Previo a la cuantificación de esta variable se realizó una defoliación una vez que el cultivo alcanzo su madures fisiológica, contando el número de tallo en los surcos seleccionados

luego se determinó un promedio entre los tallos totales por el número de plantas sembrada en el área útil de cada tratamiento.

4.8.3. Numero de tubérculos por categoría

Cuadro 4. Para determinar esta variable se hizo de acuerdo a su peso.

Clasificación	Peso aproximado/ tubérculo
Primera	0.25 a 1.0 lb. (4 a 16 oz.)
Segunda	0.06 a 0.25 lb. (1 a 4 oz.)
Tercera	<0.06 lb. (<1 oz.)

4.8.4. Numero de tubérculos totales

Esta variable fue cuantificada tomando en cuenta el total de tubérculos de las categorías descritas en la variable anterior y a ello se le sumo la cantidad de tubérculos que presentaban daños mecánicos u otros, que no clasificaban a cada uno de las categorías.

4.8.5. Numero de tubérculos por planta

De acuerdo a la cantidad de tubérculos totales que presentaba cada unidad experimental se realizó un promedio entre la cantidad de plantas que fueron cosechadas.

4.8.6. Rendimiento total por cada categoría

Esta variable se cuantifico mediante la clasificación de la variable de numero de tubérculos por categoría, donde fueron pesadas cada una de las categorías de cada unidad experimental luego los promedios se expresaron en kg/ha.

4.8.7. Rendimiento total

De acuerdo al peso que se obtiene de cada una de las clasificaciones de la variable anterior. Se utilizaron los pesos de cada clasificación luego sumados para obtener un peso total por cada uno de las unidades experimentales y a ello se le agrego el peso de los tubérculos que presentaban daños.

$$\text{Rendimiento Kg/ha} = \frac{(\text{peso de campo en kg}) (10000 \text{ m}^2)}{\text{Área útil m}^2}$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de evaluación de los fertilizantes ha sido objeto de estudio en el cultivo de papa en la zona occidental del país para explicar los bajos rendimientos obtenidos en la producción, aun cuando se hacen aplicaciones en grandes cantidades de fertilizante con el fin de incrementar la producción. En este estudio de evaluación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en Intibucá, Intibucá.

Se observó una distribución normal de los datos obtenidos, se aplicó un análisis de varianza para ver el comportamiento del efecto tanto de los bloques como los tratamientos, además se aplicó una prueba de media (Duncan).

5.1. Días a floración

De acuerdo al análisis de varianza realizado para esta variable no presento ningún grado de significancia tanto para los tres factores evaluados así como también para las diferentes interacciones entre sí, esto se debe a que todos los tratamiento alcanzaron la madurez fisiológica al mismo tiempo, debido que se utilizó una sola variedad para el trabajo de investigación.(cuadro 5).

Cuadro 5. Días a floración diferentes aplicaciones de N, P, K.

Factores	Niveles	Días a floración
N	N1	25
	N2	25
	N3	25
P	P1	25
	P2	25
	P3	25
K	K1	25
	K2	25
	K3	25

5.2. Número de tallos por planta

Para el número de tallos por planta se realizó un análisis de varianza, ($p < 0.05$) y no se detectó diferencia estadística significativa para los factores nitrógeno (N) y fosforo (P) así como también para las interacciones N*K, P*K, N*K y N*P*K. Pero si se presentó diferencia estadística significativa para el factor potasio (K), lo que nos indica que el (K) cumple papel muy importante para la formación de tallos, como también tiene que ver con la producción de tubérculos por tallos.

Cuando se realizó la prueba de medias el K1 presenta la cantidad más alta de tallos por planta, donde se le suministro 717 Kg/ha de K, siendo el K3 que se encuentra con la más baja cantidad de tallos planta con una aplicación de 478 Kg/ha de K, en igual escala se mostraron los resultados para la interacción P*K.

Cuadro 6. Promedio de número de tallos por planta a diferentes aplicaciones de K.

K kg/ha	Tallos por planta
717	4,76
528	4,33
478	4,29
CV 7.22	
R ² 0.51	

Según Sánchez Sánchez, J. L. el promedio más alto de tallos que encontró fue de 3.76 donde el realizó aplicaciones de potasio con una dosis de 528 Kg/ha de potasio. Resultados de Erazo Rosales, FA. 2012. obtenidos en la variable número de tallos en el manejo de tizón tardío en 21 variedades de papa, encontró la cantidad de 4.1 tallos el promedio más alto.

5.3. Número de Tubérculos por planta.

De acuerdo al análisis de varianza no hay diferencia estadística significativa de respuesta al número de tubérculos por planta debido al efecto de los tres factores, así como también para las diferentes interacciones entre sí (Anexo 2) Sin embargo los promedios para el factor nitrógeno, el nivel tres presentó una cantidad de 7.26 tubérculos por planta para cada tratamiento, se le aplicó 242 Kg/ha de N, así como también el nivel uno presentó 6.74 tubérculos por planta donde se aplicó 362 Kg/ha de N, esto nos indica que las cantidades altas de nitrógeno no influyen para los altos porcentajes en esta variable (Figura 1).

Para el caso del factor fósforo, el nivel dos fue el que alcanzó una media de 7.24 tubérculos por planta, donde se aplicó 200 Kg/ha de P y el nivel dos presentó una media de 6.96 aplicando 250 Kg/ha de P, siendo el nivel uno que presentó la cantidad más baja de tubérculos donde se aplicó 300 Kg de P, esto significa que las cantidades altas que aplica el productor (nivel uno) no determina esta variable al contrario son las dosis menores (Fig. 2)

El número de Tubérculos está influenciado por las aplicaciones del factor Potasio (K), el nivel uno mostró 7.17 tubérculos por planta donde se le aplicó 717 Kg/ha y el nivel dos alcanzó una media de 7.08 tubérculos por planta se aplicó 528 Kg/ha de K, de manera final el nivel uno presentó la cantidad de 6.94 tubérculos, con la aplicación de 478 Kg/ha de K (Figura 3).

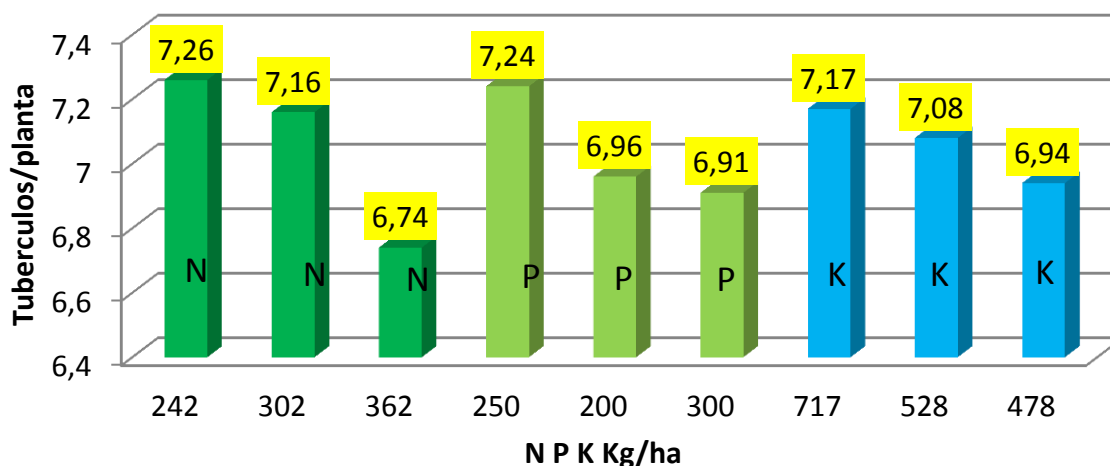


Figura 1. Promedios de Tubérculos por planta a diferentes dosis de N P K.

Dentro de las interacciones que sobresalieron en el número de tubérculos están la (P*K) donde se realizaron aplicaciones de 200 y 717 Kg/ha de P y K, presentó mayor cantidad de tubérculos. Para la interacción (N*K) la relación que presentó mayor número fue 242:478 de N y K. Finalmente la interacción (N*P*K) mostro mayor número de tubérculos utilizando la relación 242:200:528 Kg/ha de NP y K (Cuadro 3).

Cuadro 7. Promedio de número de tubérculos por planta a diferentes aplicaciones de N*K, P*K y N*P*K.

Interacción	Niveles	Aplicación fertilizante kg/ha	Tubérculos por planta
N*K	N3*K3	242*478	7,51
P*K	P3*K1	200*717	7,37
N*P*K	N3*P3*K2	242*200*528	7,8
CV 6.15			
R ² 0.60			

Según los resultados para la variable de número de tubérculos por planta el cultivo de papa muestra no ser muy exigente para los macronutrientes de nitrógeno y fósforo, presentando cantidades altas de tubérculos con aplicaciones bajas, caso contrario sucede con el potasio, ya que este si se necesita aplicaciones altas para obtener un mayor número de tubérculos, siendo la última relación que mejor se desempeña en el incremento de tubérculos totales.

Erazo rosales, FA. 2012. Encontró un promedio de 6.5 tubérculos por planta evaluando la resistencia de 20 variedades de papa al tizón tardío. Vega luna, JE. 2009. Evaluación agronómica de seis variedades de papa Manifiesta que el mayor número de tubérculos por planta que encontró fue de 8 tubérculos por planta en la variedad mundial. En un estudio de manejo tizon tardío de 21 variedades de papa se encontró con una media de 4.3 tallos por planta (Erazo Rosales, FA. 2012).

5.4. Número de tubérculos por categoría

5.4.1. Tubérculos de Primera

En cuanto al número de tubérculos de primera para cada parcela útil el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa para los tres factores, de la misma manera se presentaron las diferentes interacciones entre cada factor (Anexo 3).

Pero al realizar la media para el factor nitrógeno, si presento significancia el nivel tres presentó 74 tubérculos de primera y el caso del nivel uno presento la cantidad de tubérculos más baja con una media de 70 tubérculos por área útil, lo que significa que las cantidades altas tienen poco aporte con el tamaño del tubérculo (Figura 4).

En el caso del factor fosforo si presentó significancia, siendo el nivel dos que muestra un mayor cantidad de tubérculos de primera, aquí se le aplicó 250 Kg/ha de P. siendo el nivel uno que presentó el rendimiento de tubérculos de primera más bajo en base a la aplicación de 300 Kg/ha de P (Figura 5).

Para el factor potasio, el rendimiento de tubérculos de primera presentó una uniformidad en base a la aplicación de las tres diferentes dosis de potasio, significando que este brinda los aportes necesarios para el desarrollo del tubérculo (Figura 6).

Así como también para las interacciones que sobresalen en la cantidad de tubérculos de primera esta la N*K alcanzando una media de 80 tubérculos con una aplicación de 242 Kg/ha de N y 528 Kg/ha de K, sobre todo la mejor interacción que se manifestó en el rendimiento fue la N*P*K, con aplicaciones de 242:250:528 Kg/ha respectivamente obteniendo una media de 89 tubérculos de primera.

Estos resultados de primero que arrojan mayores rendimientos se debe a dosis bajas de nitrógeno y dosis medias de fosforo y el principal factor que influye en el llenado de los tubérculos y que ganen un mayor peso que son las cantidades altas de potasio también las plantas aprovechan el Potasio de minerales del suelo y de residuos orgánicos. El retorno de los residuos de la Cosecha al suelo, combinado con la fertilización potásica aplicada en ocasiones en exceso a la necesidad de la cosecha, ayuda a mantener una reserva de este elemento en el suelo (Guerrero, 1993).

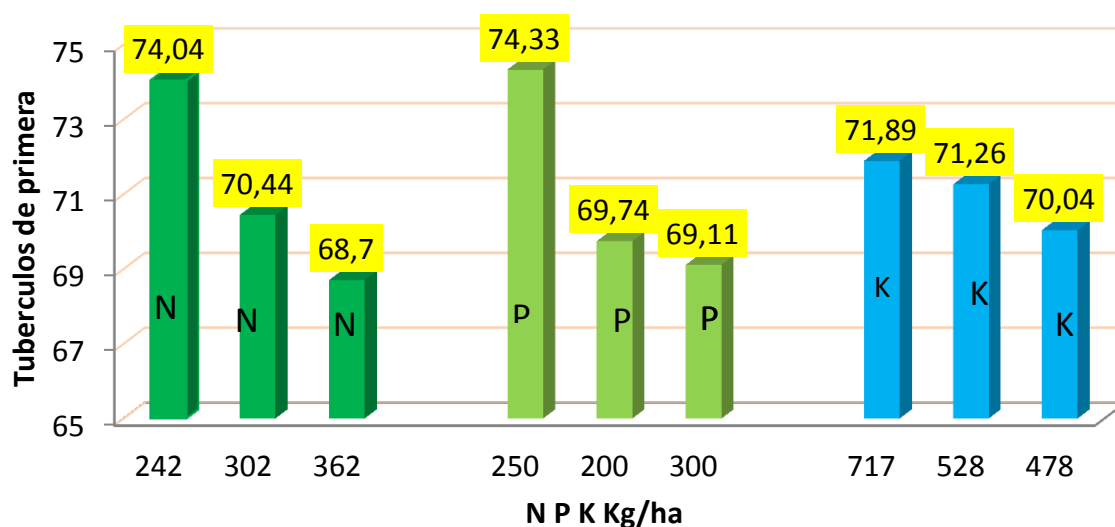


Figura 2. Promedio de Tubérculos de Primera a diferentes dosis de N P K.

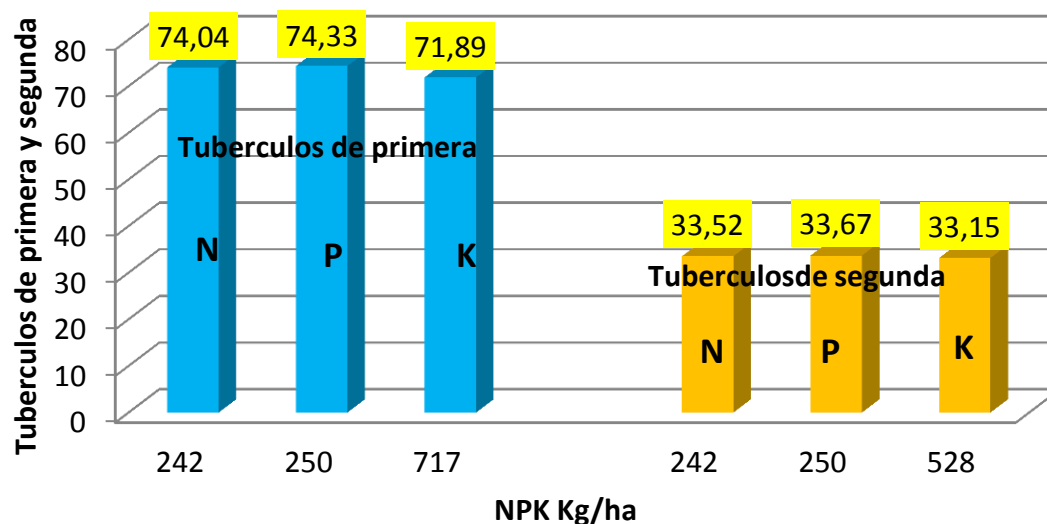


Figura 3. Promedio de Tubérculos de Primera y segunda a diferentes dosis de N P K.

5.4.2. Tubérculos de Segunda

Cuando se realizó el análisis de varianza para la variable de tubérculos de segunda no se detectó diferencia estadística significativa para los tres factores a estudio, de la misma forma no se encontró diferencia significativa para las diferentes interacciones de cada factor (Anexo 4).

Cuadro 8. Tubérculos de segunda a distintas aplicaciones de N, P, K.

Interacción	Niveles	Aplicación fertilizante kg/ha	Cantidad de tubérculos
N	N3	242	33,52
P	P2	250	33,67
K	k2	528	33,15
N*P	N3*P3	242*200	37,22
N*K	N3*K3	242*478	39
P*K	P2*K2	250*528	34,67
N*P*K	N3*P3*K3	242*200*478	45,67
CV 14.03			
R ² 0.59			

Después de sacar los promedios no se encontraron diferencias para los factores, pero si se presentó diferencia significativa para las de N*K, el tratamiento que mayor producción de tubérculos de segunda categoría fue la relación de N3:K3 donde se aplicó 242 Kg/ha de N y 478 Kg/ha de K para obtener la cantidad de 39 tubérculos de segunda (Cuadro 8).

Mientras que la interacción de P*K el tratamiento que mayor producción de tubérculos de segunda fue la relación P2:K2, alcanzando una media de 34 tubérculos por parcela útil con una aplicación de 250 Kg/ha de P y 528 Kg/ha de K (Cuadro 8).

Por otro lado la interacción N*P, el tratamiento que mayor que presentó mayor producción, fue la relación N3:P3, alcanzando una producción media de 37 tubérculos por área útil, donde se realizaron aplicaciones de 242 Kg/ha de N y 200 Kg/ha de P (Cuadro 8).

Según los datos discutidos anteriormente significa que para la variable de tubérculos de segunda categoría, generalmente los tres factores no tienen mucha influencia de manera individual, sin embargo cuando se realizan las diferentes interacciones, estas si se manifiestan en el rendimiento para esta categoría.

5.5. Rendimiento Total Por Categoría

5.5.1. Rendimiento de primera

En cuanto al rendimiento de primera categoría por parcela útil el análisis de varianza si detectó diferencia estadística significativa al efecto del factor nitrógeno, como al efecto del factor fósforo, y al efecto del factor potasio, como también para las interacciones de los diferentes factores (Anexo 6).

Al realizar la media para el factor nitrógeno, si presento diferencia significativa el nivel tres fue que presentó un mayor rendimiento de 27845 Kg/ha de peso de primera donde se aplicó 242 Kg/ha de N en el caso del nivel dos mostró un rendimiento de 24783 Kg/ha y el nivel uno 23790 Kg/ha lo que significa que las cantidades altas de nitrógeno tienen poco aporte con el rendimiento en Kg/ha de la categoría de primera (Figura 7).

Estas dosis bajas que tuvieron mayor aporte al rendimiento se debe a que el nitrógeno es el nutriente de mayor incidencia sobre el tamaño y la duración del área foliar y la elevada disponibilidad de nitrógeno puede prolongar el crecimiento vegetativo, retrasar el inicio de tuberización y reducir el rendimiento. (Salmerón F, García).

El factor fosforo presentó significancia, siendo el nivel dos que muestra un mayor rendimiento de la categoría de primera mostrando 27773 kg/ha, de peso aquí se le aplicó

250 Kg/ha de P. donde el nivel uno presentó el rendimiento de 24198 kg/ha de peso de primera con una aplicación de 300 Kg/ha de P útil, lo que significa que las cantidades altas o bajas tienen poco aporte con el rendimiento de peso de la categoría de primera. (Fig. 4). Las cantidades altas de fósforo tienen poco aporte en el rendimiento porque el fósforo influye más en el crecimiento radicular de la planta por esa razón lo aplicamos al momento de la siembra además es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas ya que se encuentra en las células de todo ser vivo. El fósforo está envuelto en varias funciones dentro de la planta incluyendo la transferencia de energía, fotosíntesis, transformación de azúcares y almidones, transporte de nutrientes, ayuda al crecimiento radicular. (Castro. 1985).

Para el factor potasio, mostro diferencia significativa el nivel uno presentando un rendimiento mayor de 27704 kg/ha de peso de primera, donde se aplicó 717 Kg/ha de K, seguido del nivel dos con 24717 Kg/ha donde se aplicó 528 Kg/ha de K finalmente el nivel tres mostro 23997 Kg/ha de peso de primera, esto significa que para obtener buenos rendimientos de peso de la categoría de primera se necesita aplicar cantidades altas de K brindando los aportes necesarios para un mejor tamaño del tubérculo.

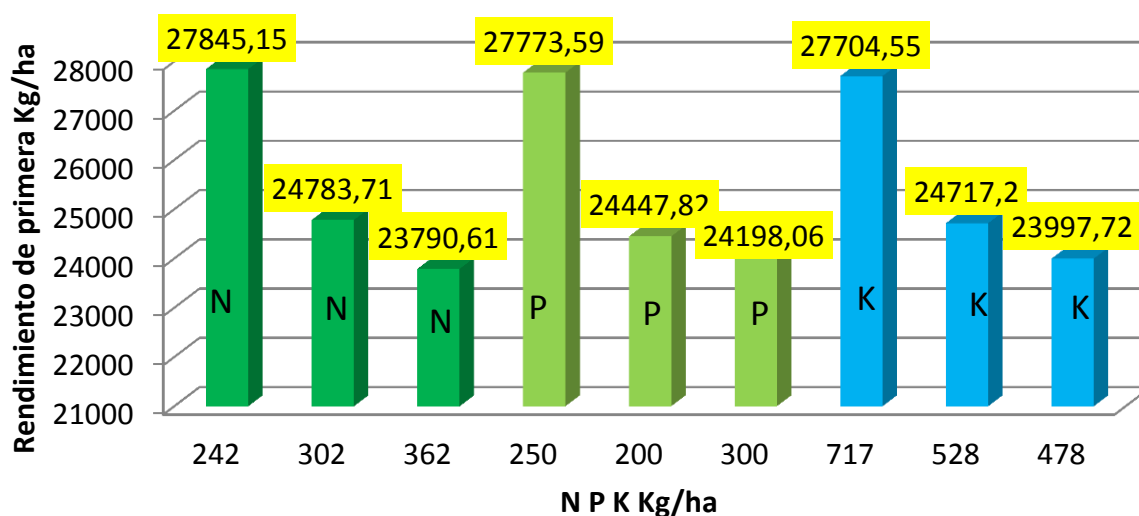


Figura 4. Promedio de rendimiento de Primera Kg/ha a diferentes dosis de N,P, K.

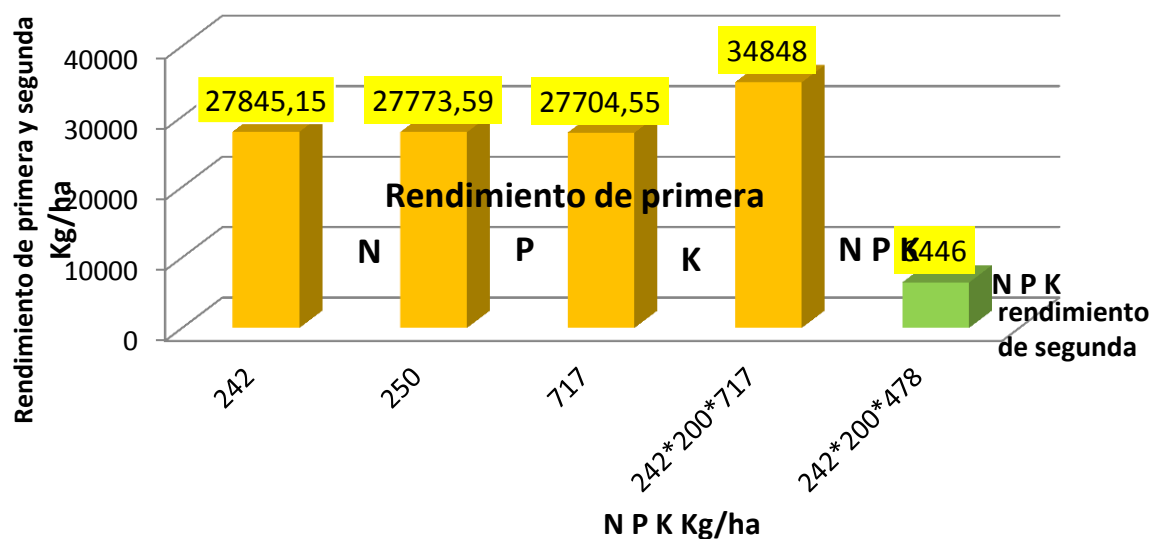


Figura 5. Promedio de rendimiento de Primera y segunda Kg/ha a diferentes dosis de N,P, K

Al realizar el análisis estadísticamente para cada factor no se presentó significancia, pero si para las diferentes interacciones entre sí. Para la interacción N*P, la relación N3:P2 fue el mejor que se comportó en el rendimiento con 30328 Kg/ha de peso donde se le aplicó 242 Kg/ha de N y 250 Kg/ha de P. El rendimiento más bajo fue de 20703 Kg/ha de peso con una aplicación de 362 Kg/ha de N y 300 Kg/ha de P. Lo que significa que aplicaciones con elevadas cantidades de nitrógeno y fosforo no determinan el rendimiento de peso para primera categoría (Cuadro 5)

Cuadro 9. Rendimientos de primera Kg/ha a distintas aplicaciones de N, P, K, N*P, N*K, P*K, N*P*K.

Interacción	Niveles	Aplicación fertilizante kg/ha	Rendimiento Kg/ha
N	N3	242	27845,15
P	P2	250	27773,59
K	K1	717	27704,55
N*P	N3*P2	242*250	30328,3
N*K	N3*K1	242*717	30871,28
P*K	P2*K1	250*717	28649,08
N*P*K	N3*P3*K1	242*200*717	34848
CV 11.76			
R ² 0.72			

Mientras tanto para la interacción P*K, la relación P2: K1 fue el que manifestó el mejor rendimiento con 28649 Kg/ha de peso por hectárea con aplicación de 250 Kg/ha de P y 717 Kg/ha de K, siendo la relación P1:K3 que presentó el rendimiento menor con 21715 Kg/ha con aplicaciones de 300 Kg/ha de P y 478 Kg/ha de K. Esto significa que el rendimiento de primera categoría está influenciado por cantidades altas de potasio y cantidades medias de fósforo (Cuadro 5).

Para la interacción de N*K, la relación que mostró mayor rendimiento fue el N3:K1 con 30871 Kg/ha, donde se realizaron aplicaciones de 242 Kg/ha de N y 717 Kg de K por hectárea. Mientras tanto que el rendimiento más bajo se obtuvo con la relación N2:K2 con un rendimiento de 22636 Kg/ha de peso con una aplicación de 302 Kg/ha de N y 428 Kg/ha de K por hectárea. Se caracteriza porque con aplicaciones bajas de nitrógeno y altas de potasio el potencial de rendimiento se expresa en mayores cantidades (Cuadro 5).

Finalmente para la interacción de los tres factores (N*P*K), la relación que expreso en base a los tres factores que demanda el cultivo son N3:P3:K1, con un rendimiento de 34848 Kg/ha de peso por hectárea, realizando aplicaciones de 242 Kg/ha de N, 200 Kg/ha de P y 717 Kg/ha de K.

En segundo posición esta la relación N3:P2:K1, alcanzando un rendimiento de 32765 Kg de peso por hectárea, con aplicaciones de 242 Kg/ha de N, 250 Kg/ha de P y 717 Kg/ha de K. Lo que significa que el rendimiento está determinado por altas dosis de potasio, dosis bajas y medias de fósforo y en pequeñas cantidades de nitrógeno.

Según los rendimientos obtenidos tienen mucho efecto las dosis altas de potasio porque es un nutriente que engruesa el tubérculo y que gane más peso también interviene fisiológicamente en los siguientes procesos: Síntesis de azúcar y almidón, traslado de azúcares, síntesis de proteínas, interviene en la estimulación enzimática La abundancia de este. Se manifiesta en las siguientes características: mayor crecimiento y vigor, buen desarrollo de flores, frutos y semillas, resistencia al frío y enfermedades criptogámicas, aumento en la calidad de los frutos. (Rodríguez, 1992).

5.5.2. Rendimiento de Segunda

En cuanto al rendimiento de segunda categoría por parcela útil el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa al efecto del factor nitrógeno, ni al efecto del

factor fósforo, ni al efecto del factor potasio, como también para las interacciones de los diferentes factores (Anexo 7)

Cuando se determinó la media para los factores no se presentó significancia, pero si para las diferentes interacciones entre sí. Para la interacción N*P, la relación N2:P2 fue el mejor que se comportó en el rendimiento con 5262 Kg/ha de peso donde se le aplico 302 Kg/ha de N y 250 Kg/ha de P. El rendimiento más bajo fue de 3118 Kg/ha de peso con una aplicación de 362 Kg/ha de N y 200 Kg/ha de P. Lo que significa que aplicaciones en cantidades elevadas de nitrógeno, no determinan el rendimiento para segunda categoría (Cuadro 6)

Cuadro 10. Rendimientos de segunda Kg/ha a distintas aplicaciones de N, P, K N*P, N*K, P*K, N*P*K.

Interacción	Niveles	Aplicación fertilizante kg/ha	Rendimiento Kg/ha
N*P	N2*P2	302*250	5262,6
N*K	N3*K3	242*478	4929,45
P*K	P2*K2	250*528	4924,24
N*P*K	N3*P3*K3	242*200*478	6446
CV 17.59			
R ² 0.67			

Mientras tanto para la interacción P*K, la relación P2:K2 fue el que manifestó el mejor rendimiento con 4924 Kg/ha de peso con aplicación de 250 Kg/ha de P y 528 Kg/ha de K, siendo la relación P1:K1 que presentó el rendimiento menor con 3971 Kg de peso por hectárea con aplicaciones de 300 Kg/ha de P y 717 Kg/ha de K. Esto significa que el rendimiento de primera categoría está influenciado por cantidades medias de potasio y cantidades medias de fósforo (Cuadro 6).

Para la interacción de N*K, la relación que presentó mayor rendimiento fue el N3:K3 con 4929 Kg/ha de peso, donde se realizaron aplicaciones de 242 Kg/ha de N y 478 Kg/ha de K. seguido en segundo lugar con la relación N3:K2 con un rendimiento de 4771 Kg/ha de peso con una aplicación de 242 Kg/ha de N y 528 Kg/ha de K. Se caracteriza porque con

aplicaciones bajas de nitrógeno, bajas y medias de potasio el potencial de rendimiento se expresa en mayores cantidades para la categoría de segunda. (Cuadro 6).

Para la interacción de los tres factores (N*P*K), la relación que expresó en base a los tres macronutrientes que demanda el cultivo son N3:P3:K3, con un rendimiento de 6446 Kg/ha de peso, realizando aplicaciones de 242 Kg/ha de N, 200 Kg/ha de P y 478 Kg/ha de K. En segundo posición está la relación N3:P2:K2, alcanzando un rendimiento de 6000 Kg/ha de peso por hectárea, con aplicaciones de 302 Kg/ha de N, 250 Kg/ha de P y 528 Kg/ha de K. Lo que significa que el rendimiento está determinado por dosis medias y bajas de potasio, y fósforo y en pequeñas cantidades de nitrógeno.

5.5.3. Rendimiento total

En cuanto al rendimiento total por parcela útil el análisis de varianza detectó diferencias estadísticas significativas al efecto del factor nitrógeno, al efecto del fosforo, lo mismo para el efecto del potasio. (Anexo 8)

Cuando, se realizó la prueba de Duncan, presento diferencia significativa para el factor nitrógeno mostró que el N3 alcanzó la media más alta, con una aplicación de 242 Kg/ha de N por hectárea, con un rendimiento total de 32929 Kg/ha seguido del nivel dos con un rendimiento de 29980 Kg/ha donde se aplicó 302 Kg/ha. La media más baja, lo presento el nivel uno con un rendimiento de 28722 Kg/ha con una dosis de 362 Kg/ha de N. (Figura 7).

De la misma manera presento diferencia significativa el factor fósforo, el nivel dos mostró el mayor rendimiento con 33013 Kg/ha, con una aplicación de 250 Kg/ha de P, siendo el nivel uno que presento la media más baja, 29274 Kg/ha con una aplicación de 300 Kg de P por hectárea (Figura 11).

El factor potasio presentó diferencia significativa mostrando el nivel uno un rendimiento mayor de 32525 Kg/ha, con una aplicación de 717 Kg/ha de K, sin embargo el tercer nivel mostró el rendimiento más bajo, de 29081Kg/ha, con una aplicación de 478 Kg/ha. (Fig. 12)

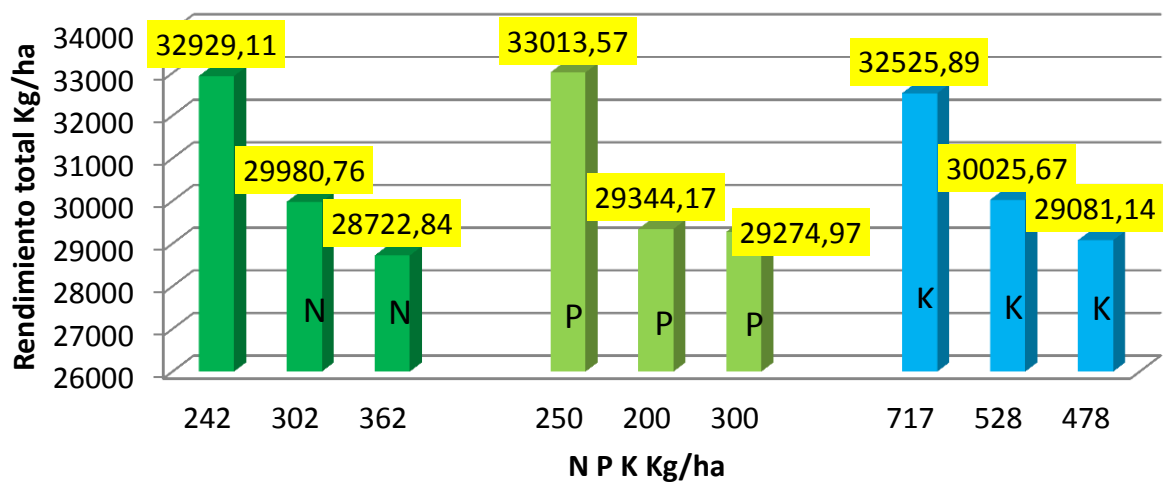


Figura 6. Promedio de Rendimiento Total Kg/ha a la aplicación de diferentes dosis de N P K.

Para el caso de la interacción entre los tres macronutrientes la relación que mostro el mayor rendimiento total fue de 242 Kg/ha de N, 200 Kg/ha de P y 717 Kg/ha de K alcanzando una producción de 38953 Kg/ha seguido de un rendimiento de 36639 Kg/ha con una relación de 200 Kg/ha de N, 250 Kg/ha de P y 717 Kg/ha de K (Figura 12).

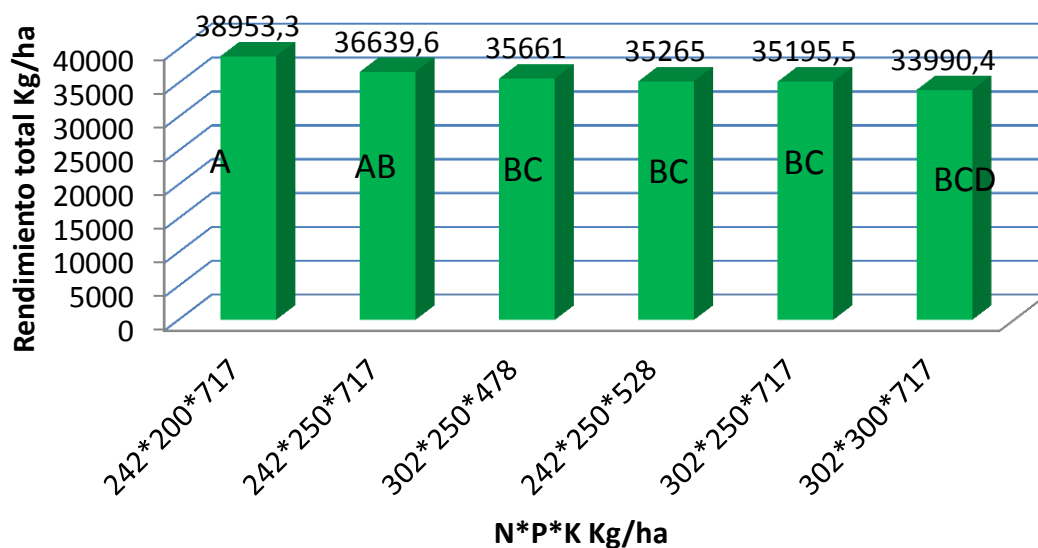


Figura 7. Promedio de Rendimiento Total Kg/ha a la aplicación de diferentes dosis de N*P*K.

De acuerdo a los resultados descritos anteriormente el cultivo de papa en cuanto al rendimiento de producción, no depende de grandes aplicaciones de nitrógeno y fósforo ya que estos solo son necesarios para un buen desarrollo foliar y radicular. Sin embargo este cultivo depende de cantidades altas de potasio debido a que este elemento es uno de los principales para la formación e incremento de peso del tubérculo.

Haciendo comparaciones con investigaciones realizadas en base a rendimientos en el cultivo de papa (FHIA. 2010), señala rendimientos de 32727.2 kg/ha, usando la siembra en camas, aplicando fertirriego y un dándole buen manejo agronómico.

Según (USAID-RED. 2010). Alcanzaron producir 37500 Kg/ha evaluando las curvas de absorción de NPK. (Rosales, 2012.) Afirma que encontró rendimientos de 36275 kg/ha en variedades de papa resistentes al tizón tardío Vega luna JE (2009). Indica que tuvieron rendimientos de 20045.65 Kg /ha en la microrregión del valle de Sensenti, Ocotepeque.

En esta tesis se obtuvo un rendimiento en producción de 38953 Kg/ha, evaluando diferentes niveles de fertilización y su efecto en el rendimiento y calidad esto nos da a conocer que estos niveles encontrados son excelentes para ponerlos en práctica y mejorar la producción.

VI. CONCLUSIONES

En la evaluación de los diferentes niveles de fertilización del cultivo de papa son determinantes tanto manifestándose de manera interrelacionada entre los tres macronutrientes manifestando un buen desarrollo foliar para el caso del nitrógeno, así como el fosforo que ayuda a un buen desarrollo radicular complementando al efecto que produce el potasio en la formación y desarrollo de tubérculos.

El efecto de aplicaciones de altas dosis de nitrógeno y fosforo no presentan significancia, pero para el caso del potasio si se manifestó el rendimiento. Significando que este cultivo demanda bajas cantidades de, nitrógeno y fosforo. Pero requiere de cantidades altas de potasio para obtener rendimientos altos.

Para la interacción N*P*K que mejor se comportó en el rendimiento total fueron los niveles: N3, con una aplicación de 242 Kg, el P3 con 200 Kg y el K1, con 717 Kg alcanzando un rendimiento de 38953.3 Kg/ha de peso. En la segunda posición fue N3, con 242 Kg, el P2, con 250 Kg y K1 con 717 Kg, la media fue de 36639.6 Kg/ha de peso para el rendimiento total.

La parcela testigo con las siguientes dosificaciones como ser el N, 326 Kg, el P 384 Kg, el K de 416 Kg, por hectárea, se obtuvieron, 22462.12 Kg/ha, Comparándolo con la interacción anterior existe un diferencial de 16421.18 Kg/ha de peso debido a que los productores realizan aplicaciones de fuentes de fosforo, nitrógeno en altas cantidades y bajas en potasio, lo cual este último es el que ayuda a incrementar los rendimiento, es por eso que sus cosechas son bajas.

VII. RECOMENDACIONES

Es importante para el productor tener de su conocimiento el efecto de cada macronutriente en el desarrollo y producción del cultivo de papa.

Realizar aplicaciones de fuentes de nitrógeno y fosforo al momento de la siembra en los niveles adecuados con el fin de estimular el desarrollo foliar y radicular de la planta, cuando se realiza la práctica del aporque realizar la aplicación de fuentes de potasio en los niveles requeridos por el cultivo con el fin de obtener una buena formación y desarrollo de tubérculos y obtener rendimientos aceptables.

Realizar estudios próximos con las interacciones $N3 \times P3 \times K1$ y $N3 \times P2 \times K1$ ya que fueron las que mostraron un mayor rendimiento tanto en la categoría de primera como en el rendimiento total con respecto a las demás combinaciones e interacciones de los niveles en estudio, someterlos a pruebas de validación para obtener un mejor dominio de recomendación.

Es fundamental crear la costumbre en el productor que es básico e importante partir de un análisis de suelo para darnos cuenta con la reserva de nutrientes que cuenta nuestro suelo, con el fin de suplementar con este programa de fertilización lo que el cultivo requiere de acuerdo a sus requerimientos y el nivel productivo que queremos alcanzar.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Accatino L, .s.f. Importacia de la semilla de papa en los sistemas de producción de papa en los países en desarrollo (en línea). Chile .Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Consultado 10 de mayo 2012. Disponible en http://www.inia.cl/remehue/publicaciones/online/serie_remehue/51/cap1.pdf

Andrade, H. 1997. Requerimientos cualitativos para la industrialización de la papa. Revista Iniap 9(1), 21-23.

Ávila G.2010. Evaluación de la adaptación y desempeño de siete cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) fertilizados con dos fuentes de fertilizantes en el valle de Comayagua y La Esperanza, Intibucá,(en línea) consultado el 23 de noviembre 2012. Disponible en Hondurashttp://www.fhia.org.hn/downloads/informes_tecnicos/Informe_Tecnico_Hortalizas2010.pdf

BARRERA B., L.L. 1994. La fertilidad de los suelos de clima frío y la fertilización de los cultivos. En: Fertilidad de Suelos, Diagnóstico y Control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Santa Fe de Bogotá.

Castillo, R.; Tapia M. 1998. Ulluco / Melloco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. 76 p.

Castro. 1985. Fertilización fosfórica de la papa en cinco suelos de la zona norte de Cartago. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 53 p.

Chamba Herrera, L. 1988. Los fertilizantes. Fertilizantes Ecuatorianos C.E.M. Oficina Regional del Austro. Boletín Divulgativo No. 16, 14 p.

Cortez M y Hurtado G. 2002. Guia técnica del cultivo de papa.(en line).Salvador. Consultado 15 Oct 2012.Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>.

DICTA (Dirección de Investigación de Ciencias y Tecnologías Agrícolas), 2007. Manual el cultivo de la papa. Consultado el 20 de mayo del 2013. Disponible en www.sag.gob.hn.

EDA (Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores), 2006. (en línea). Honduras. Consultado el 20 de mayo del 2013.. Disponible en [www.mdp.edu.ar/agrarias/grado /100/archivos / Cultivo de papa 2007.doc](http://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/100/archivos/Cultivo%20de%20papa%202007.doc).

Erazo Rosales, FA. 2012. Evaluación de la resistencia de 20 variedades de papa (*Solanum tuberosum*) al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y su respuesta a dos controles fitosanitarios en Yamaranguila, Intubucá.Tesis. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas , Honduras. 52 P.

FHIA. (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola).2008 curva de absorción N-P-K en papa(*Solanum tuberosum*) en la zona de la esperanza, Intibucá, honduras 6p.

Franco, J. Del Cid, A. De León, A. y Chávez, G. 2002. El cultivo de la papa en Guatemala (*Solanum tuberosum*). 1ra edición. ICTA. 52 Pág.

Gilberto, A. L. 2002. Investigación sobre el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). (en línea). Oriente de Venezuela. Consultado el 29 mar. del 2009. Disponible en www.bioline.org.br/request?cg. 15p.

GUERRERO, R. 1993. Fertilidad de los suelos de clima frío. En: Fertilización de cultivos de clima frío, 3ª serie de divulgación técnica. Monómeros Colombo Venezolanos S.A. Santa Fe de Bogotá. p: 62 - 66.

JACKSON M., CARTÍN L., AGUILAR J. 1981. Uso y manejo de fertilizantes en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Costa Rica. San José, Costa Rica. Agronomía Costarricense 5 (1/2):15-19.

Lalatta, F. 1988. Guías de agricultura y ganadería, fertilización de árboles frutales. Barcelona, Ceac. 213 p.

POTASH and PHOSPHATE INSTITUTE. 1988. Manual de fertilidad de suelos. Atlanta, Georgia. USA.

Ramírez, H; 1987. Control hormonal del desarrollo de las planta.. Limusa. México. 239 p.

Rodríguez, F. 1989. Fertilizantes, nutrición vegetal. México, AGT. 321 p.

Rodríguez, S. A. 1992. Fertilizantes, nutrición vegetal. A.G.T. Segunda reimpresión. México, Df.

Salmerón F García L 1994 fertilidad y fertilización de suelos, docentes investigadores UNA Managua Nicaragua.

Sánchez Sánchez, J. L. 2009. Evaluación de niveles de fertilización de macronutrientes en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en la variedad caesar, en San Marcos, Ocotepeque. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas. Honduras. 60 Pág.

SETAS 2006 Compañía de Servicios Técnicos en Agricultura Sostenible. Perfil de mercado semilla de papa. Tegucigalpa, Honduras 67 p.

Tamhane, RV;Mani, DP,Bali,, YP 1986, suelos su química y fertilidad en zonas tropicales.Trad L Aurelio .mexico editorial diana,P.286-301

Teuscher, H. y Adler, R. 1987. El suelo y su fertilidad. México. 510 p.

The Potato Association of America Handbook. Introduction. Consultado el 19 de mayo del 2013 en <http://www.css.orst.edu/classes/CSS322/Introwp.htm>.

Theodoracopoulos, M; Arias, S Ávila, H; 2008. Manual de Producción de Frutas Y hortalizas: Publicaciones Técnicas del Programa de Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. La Lima Cortes Honduras. 188-229 p.

Theodoracopoulos, M; Irias, S; Avila; H. producción de papa (en línea). Honduras Consultado el 19 de mayo del 2013 Disponible en [http://www.fintrac.com/dos/RED/USAID/_RED_Manual de producción_papa_13th_feb_2008_edited.pdf](http://www.fintrac.com/dos/RED/USAID/_RED_Manual_de_producción_papa_13th_feb_2008_edited.pdf).

Tisadale, S. W. Nelson. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Uteha, (Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana).México, D.F.G

Valladares, C. 2005. El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). Honduras. 41 p.

Vega luna JE.2009, Evaluación agronómica de seis variedades de papa (*Solanum tuberosum*). En la micro región del valle de Sensenti, Ocotepeque. Tesis Ing Agr. Catacamas Honduras Universidad Nacional de Agricultura.

Velásquez, J. y Quevedo, R. y Ney, P. sf. 2001. Sistema de producción de semilla de papa en el INIAP (Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias) 7 p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número de tallos por planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,82	26	0,22	2,16	0,0086
N	0,19	2	0,09	0,91	0,4093
P	0,18	2	0,09	0,87	0,4237
K	3,79	2	1,89	18,27	<0,0001
N*P	0,31	4	0,08	0,75	0,5604
N*K	0,34	4	0,09	0,83	0,5110
P*K	0,54	4	0,14	1,31	0,2779
N*P*K	0,46	8	0,06	0,55	0,8111
Error	5,60	54	0,10		
Total	11,42	80			

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable Tubérculos por Planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,50	26	0,60	3,18	0,0002
N	3,72	2	1,86	9,91	0,0002
P	1,66	2	0,83	4,43	0,0165
K	0,36	2	0,18	0,96	0,3888
N*P	1,59	4	0,40	2,13	0,0900
N*K	6,07	4	1,52	8,10	<0,0001
P*K	0,26	4	0,07	0,35	0,8433
N*P*K	1,84	8	0,23	1,23	0,3021
Error	10,12	54	0,19		
Total	25,62	80			

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable para tubérculos de primera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3358,02	26	129,15	2,25	0,0060
N	399,43	2	199,72	3,48	0,0379
P	438,84	2	219,42	3,82	0,0280
K	47,88	2	23,94	0,42	0,6612
N*P	279,75	4	69,94	1,22	0,3140
N*K	958,72	4	239,68	4,17	0,0051
P*K	293,09	4	73,27	1,28	0,2908
N*P*K	940,32	8	117,54	2,05	0,0578
Error	3100,67	54	57,42		
Total	6458,69	80			

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable para tubérculos de segunda

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1614,89	26	62,11	2,99	0,0003
N	43,56	2	21,78	1,05	0,3574
P	86,52	2	43,26	2,08	0,1344
K	19,19	2	9,59	0,46	0,6325
N*P	338,59	4	84,65	4,08	0,0058
N*K	757,93	4	189,48	9,12	<0,0001
P*K	153,63	4	38,41	1,85	0,1328
N*P*K	215,48	8	26,94	1,30	0,2648
Error	1121,33	54	20,77		
Total	2736,22	80			

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable para tubérculos de segunda

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1306,25	26	50,24	2,33	0,0044
N	8,62	2	4,31	0,20	0,8195
P	44,17	2	22,09	1,02	0,3660
K	77,36	2	38,68	1,79	0,1762
N*P	304,12	4	76,03	3,53	0,0125
N*K	487,38	4	121,85	5,65	0,0007
P*K	54,72	4	13,68	0,63	0,6403
N*P*K	329,88	8	41,23	1,91	0,0770
Error	1164,67	54	21,57		
Total	2470,91	80			

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable de Rendimiento de Primera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1141211103,99	26	43892734,77	14,72	<0,0001
N	241181663,09	2	120590831,55	40,45	<0,0001
P	215167599,29	2	107583799,64	36,09	<0,0001
K	208642907,87	2	104321453,93	34,99	<0,0001
N*P	51108916,69	4	12777229,17	4,29	0,0044
N*K	91074075,84	4	22768518,96	7,64	0,0001
P*K	88566264,93	4	22141566,23	7,43	0,0001
N*P*K	245469676,28	8	30683709,54	10,29	<0,0001
Error	160988422,50	54	2981267,08		
Total	1302199526,49	80			

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable de Rendimiento de Segunda

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	75320460,95	26	2896940,81	4,47	<0,0001
N	1244469,62	2	622234,81	0,96	0,3891
P	1666322,02	2	833161,01	1,29	0,2846
K	2241464,58	2	1120732,29	1,73	0,1869
N*P	37313717,35	4	9328429,34	14,40	<0,0001
N*K	12812239,88	4	3203059,97	4,95	0,0018
P*K	2287962,27	4	571990,57	0,88	0,4803
N*P*K	17754285,24	8	2219285,66	3,43	0,0030
Error	34976984,77	54	647721,94		
Total	110297445,72	80			

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable de Rendimiento Total en Kg

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1129027020,72	26	43424116,18	13,53	<0,0001
N	251710519,94	2	125855259,97	39,20	<0,0001
P	247018228,51	2	123509114,25	38,47	<0,0001
K	171085375,37	2	85542687,69	26,64	<0,0001
N*P	150030922,58	4	37507730,64	11,68	<0,0001
N*K	82156636,23	4	20539159,06	6,40	0,0003
P*K	63729008,59	4	15932252,15	4,96	0,0018
N*P*K	163296329,51	8	20412041,19	6,36	<0,0001
Error	173367129,66	54	3210502,40		
Total	1302394150,38	80			

Anexo 9. Análisis de suelo ensayo de niveles de Fertilización

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Beltran Mendez

Municipio: Malguara

Identificación: Beltran Mendez lote 3.0q tarsas 1352 m²

Departamento: Intibuca

No. Solicitud: 33609-2

Cultivo: Papa

No. Laboratorio: 1641

Fecha: 21/6/13

pH	5.2	M	Hierro (Fe)	10.3 mg/dm ³	M	Interpretación
Materia Organica	37.6 g/kg	M	Manganeso (Mn)	47.6 mg/dm ³	A	% = $\frac{\text{g/kg}}{10}$ ppm = mg/kg ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Nitrogeno Total	1.88 g/kg	B	Cobre (Cu)	0.71 mg/dm ³	M	
Fosforo (P)	7 mg/kg	B	Zinc (Zn)	1.95 mg/dm ³	M	
Potasio (K)	437 mg/kg	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	880 mg/kg	M				
Magnesio (Mg)	103 mg/kg	B				
Azufre (S)	mg/kg	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea						
Nitrogeno (N):	180	Calcio (CaO):	Zinc (Zn):			
Fosforo (P ₂ O ₅):	240	Magnesio (MgO):	Boro (B):			
Potasio (K ₂ O):	150	Azufre (S):				
Comentario:						
30 días antes de la siembra aplicar al suelo 1000 kg/ha de cal dolomita.						
A la siembra aplicar 600 kg/ha de 12-24-12.						
Al aporque aplicar 300.0 kg/ha de 12-24-12 mas 179.10 kg/ha de nitrato de amonio mas 136.4 kg/ha de sul-po-mag mas 5 kg/ha de sulfato de zinc.						

