



**EVALUACIÓN DE 6 TECNOLOGÍAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA, EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)**

ALEX PATRICIO CORO APUGLLON

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: el trabajo de investigación titulado **EVALUACIÓN DE 6 TECNOLOGÍAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA, EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)**, de responsabilidad del Sr. Egresado Alex Patricio Coro Apugllon ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

EL TRIBUNAL DE TESIS

ING. FRANKLIN ARCOS T. _____

DIRECTOR

ING. VICTOR LINDAO _____

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

DEDICATORIA

*A Dios, por guiarme por el camino correcto, por haberme dado la oportunidad de
alcanzar un nuevo logro en mi vida*

*A mi familia entera, en especial a mis padres ÁNGEL CRISTÓBAL CORO FREIRE y
MARÍA TERESA APUGLLON GAVIN; quienes fueron, son y serán el motor de vida
para alcanzar muchos objetivos.*

*A mi hermana MAYRA ISABEL CORO APUGLLON y a mi hija JAMIE ALEXANDRA
CORO GUARACA, quienes siempre me han brindado su apoyo y me han motivado a
seguir adelante.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Agronómica por haberme formado en sus aulas.

Al Ing. Franklin Arcos, por su amable colaboración, por brindarme su valioso tiempo en la realización de esta investigación.

Al Ing. Víctor Lindao por brindarme su amistad sincera y por su valioso aporte en el desarrollo de esta investigación.

A mis padres, mi hermana y mi hija, por todo su cariño, apoyo y comprensión.

Al Sr. Pedro Paca y su familia, por sus palabras de aliento y por su apoyo incondicional.

A mis compañeros y compañeras de clase, por el apoyo y motivación recibida.

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE CUADROS	ii
LISTA DE GRÁFICOS	iv
LISTA DE ANEXOS	v

CAPÍTULO

I.	TÍTULO.....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	1
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
VI.	CONCLUSIONES.....	60
VII.	RECOMENDACIONES.....	61
VIII.	RESUMEN.....	62
IX.	SUMMARY.....	63
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	64
XI.	ANEXOS.....	71

LISTA DE TABLAS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Cantidad de fertilizantes químicos a aplicar según la superficie (al momento de la siembra).	5
2	Cantidad de fertilizantes a aplicar según la superficie (al momento de la fertilización complementaria).	5
3	Recomendación de fertilización en el cultivo de papa	20
4	Extracción total de nutrientes por el cultivo de papa en el Ecuador para diferentes niveles de producción.	21
5	Escala para estimación de lancha en el follaje.	31
6	Denominación por categorías	32

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Formulas químicas de los fertilizantes.	27
2	Tratamientos en estudio.	28
3	Aportación de cada tecnología kg/ha.	28
4	Esquema del análisis de varianza.	30
5	Análisis de varianza para número de días a la emergencia.	35
6	Análisis de varianza para altura de la planta de papa a los 60 días después de la siembra.	36
7	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta de papa a los 60 días después de la siembra.	36
8	Análisis de varianza para número de días a la floración.	37
9	Prueba de Tukey al 5% para días a la floración entre tratamientos.	38
10	Análisis de varianza para porcentaje de incidencia de lanchar.	39
11	Análisis de varianza para número de días a la madurez de la planta de papa.	40
12	Prueba de Tukey al 5 % para los días a la madurez de la planta de papa.	40
13	Análisis de variancia para número de tubérculos por planta.	41
14	Prueba de Tukey al 5% para número de tubérculos por planta.	42
15	Análisis de varianza para rendimiento de la categoría gruesa o primera.	43
16	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de la categoría gruesa o primera.	43
17	Análisis de varianza para rendimiento de la categoría media o segunda.	44
18	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de la categoría mediana.	45
19	Análisis de varianza para rendimiento de la categoría pequeña o tercera.	46
20	Análisis de varianza para el rendimiento por planta.	47
21	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento por planta.	47
22	Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea	48
23	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento por hectárea.	49
24	Rendimiento por hectárea (kg/ha)	51

25	Rendimiento ajustado al 10 %.	51
26	Análisis del presupuesto parcial y beneficio neto de los rendimientos.	52
27	Análisis de dominancia de los tratamientos.	52
28	Análisis marginal de los tratamientos no dominados.	53

LISTA DE GRÁFICOS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Altura de la planta de papa.	37
2	Días a la floración de la planta de papa.	38
3	Días a la madurez de la planta de papa.	41
4	Número de tubérculos por planta.	42
5	Rendimiento de la categoría gruesa o primera (kg/pn)	44
6	Rendimiento de la categoría mediana o segunda (kg/pn)	45
7	Rendimiento por planta (kg/planta)	48
8	Rendimiento (kg/ha) por tratamientos	49
9	Curva de beneficios netos para los tratamientos no dominados.	53

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Localización del campo experimental.	69
2	Esquema de distribución del ensayo	70
3	Datos climáticos promedios de los meses en que se realizó el ensayo	71
4	Diagrama de temperatura, humedad y precipitación promedio de los meses que se realizó el ensayo.	71
5	Porcentaje de emergencia	72
6	Altura de la planta	72
7	Días a la floración	72
8	Porcentaje de incidencia de lanchar	73
9	Madurez del tubérculo	73
10	Número de tubérculos por planta	73
11	Rendimiento primera categoría	74
12	Rendimiento segunda categoría	74
13	Rendimiento tercera categoría	74
14	Rendimiento por planta	75
15	Rendimiento por hectárea	75

I. EVALUACIÓN DE 6 TECNOLOGÍAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA, EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

II. INTRODUCCIÓN

La papa constituye uno de los productos agrícolas de mayor producción y consumo en el Ecuador, especialmente en la región interandina, donde es un alimento básico de los pueblos desde épocas pre-coloniales.

La adaptación de este tubérculo al clima y suelos, sumado a la estabilidad climática durante todo el año en las zonas productoras del Ecuador, facilita la siembra y cosecha de papa.

En el Ecuador, un 0,4% del territorio de uso agropecuario se dedica a la producción de papa, lo que corresponde a 49.719 ha. 75,6% de esta superficie se encuentra en manos de pequeños productores con extensiones de tierra de entre 1 y 5 hectáreas, 11,9% en productores que poseen de 5 a 10 hectáreas, 10,7% en productores que poseen de 10 a 50 hectáreas y tan solo el 1,8% del total de hectáreas de cultivo están en manos de productores grandes con extensiones de más de 50 hectáreas (Ofiagro, 2008).

La papa es el cultivo preferido de las partes altas de la Sierra ecuatoriana. Los cultivares de papas nativas y mejorados comparten franjas altitudinales. Sin embargo, los productores tienen diversas formas de fertilización las cuales varían de acuerdo al costo de los mismos sin pensar en el rendimiento y la productividad.

Debido a las características nutricionales y alimentarias, la papa es un producto muy apetecido en los hogares ecuatorianos, y es consumido bajo distintas modalidades de preparación, desde los más sofisticados y suculentos menús, hasta los más simples y ligeros bocaditos que pueden llevarse a la mesa. La papa es una valiosa herramienta en la lucha contra el hambre y la pobreza. Es así que la “humilde papa” tiene un crucial papel en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria del Ecuador y el mundo.

En nuestro país, la tendencia de todas las áreas productoras de papa es ampliar la frontera agrícola, con ayuda de densidades de siembra, infraestructura, tecnología y personal capacitado, asegurando la calidad del producto y las oportunidades de producción ya sea del producto en sí o sus derivados y elaborados. Sin embargo, el tema

de la mezcla de fertilizantes específicos para este cultivo no ha tenido la misma atención, no obstante de ser un factor esencial para cualquier sistema productivo, con el cual tengamos mayor producción en menor cantidad de terrero.

A. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a los resultados del III Censo Nacional Agropecuario, realizado entre octubre de 1999 y septiembre del 2000, el cultivo de papa, vincula a 88.130 productores, en ese año alcanzó una superficie sembrada de 49.700 ha de la cual se cosecharon 42.550 ha, con una producción de 240 mil toneladas métricas, destinándose al comercio el 83%. Entre los años 2000-2006, la producción creció en el orden del 69%, debido al incremento del rendimiento en el 71%, en cambio la superficie decreció en 1.23%.

La creciente necesidad de producir alimentos a nivel mundial, nos impulsa a incrementar su producción, para lo cual debemos considerar que la papa es un cultivo exigente en nutrientes, especialmente la variedad Súper Chola. Según estudios del INIAP, los niveles de N, P, K, Mg y S, son 200, 300, 150, 40 y 60 kg /ha, respectivamente, los cuales generalmente no se cumplen o existen excesos desbalanceados que dan como resultado un bajo rendimiento y pobre rentabilidad, las causas de este dramático resultado se centran en la falta de utilización de semillas de calidad y el escaso acceso a la tecnología apropiada.

FERTISA como el resto de empresas comercializadoras de fertilizantes, disponen de mezclas específicas para el cultivo de papa, que no tienen las suficientes referencias técnicas que validen la información comercial que todas proporcionan. Es prioritario, entonces evaluar la eficiencia de estas mezclas, en un ensayo de carácter investigativo, que demuestre los beneficios de estos fertilizantes, incluso frente a una fertilización tradicional.

Bajo estas consideraciones, FERTISA ha visto la necesidad de realizar la presente investigación, por tal razón el presente trabajo se realizó en la Comunidad Santa Julia, Parroquia de Tixán, con la finalidad de determinar y evaluar 6 tecnologías de fertilización química, para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*), haciendo uso de la variedad Super Chola por ser una variedad que se aclimata desde los 2800 a 3600 m.s.n.m, por ser de desarrollo rápido, presentar buenas características organolépticas,

resistente a roya y tolerante a nematodos del quiste de la papa, por ser semitardía y presentar un rendimiento potencial promedio de 30 tn/ha. Dicho estudio servirá como fuente de información para agricultores del sector y zonas agroecológicas similares tendientes a mejorar la producción e ingresos usando la mejor tecnología.

B. OBJETIVOS

1. General

Evaluar 6 tecnologías de fertilización química, en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

2. Específicos

- a.** Determinar la eficacia química proporcionada por las tecnologías de fertilización.
- b.** Evaluar el nivel de productividad de cada una de las tecnologías de fertilización química.
- c.** Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio mediante el método de (CIMMYT, 2008).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. TECNOLOGÍAS DE FERTILIZACIÓN

Una de las tecnologías básicas para obtener una alta producción es la combinación de fertilizantes adecuada y a bajo precio, permitiendo así reducir costos unitarios, generando mayores beneficios al agricultor (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

Para las zonas tradicionalmente paperas se recomienda, en términos generales, 13 sacos de 50 kg de 18-46-0 (117kg N, 299 kg P₂O₅), más 3.5 sacos de 50 kg de muriato de potasio (105 kg K₂O) por hectárea, aplicados al momento de la siembra, al fondo del surco, a chorro continuo y tapados con una capa de suelo de 10 cm. aproximadamente, para no causar daño a los brotes de semilla. La aplicación de 1.5 sacos de 50 kg de urea (34,5 kg N) se puede hacer al momento del medio aporque (FUNDAGRO, 1991).

En Carchi hacen una sobre utilización de fertilizantes químicos con el objeto de conseguir mayores rendimientos. Mientras la recomendación de uso es de 0.75 quintales de fertilizantes por quintal de semilla, los productores utilizan 1 por 1 y hasta 2 por 1. La razón que exponen para aplicar estas dosis, es que los fertilizantes vienen mezclados con arena (Hernández & Urriola, 1993).

Valverde et al., (1998) sugiere utilizar las siguientes cantidades de nutrientes si no se dispone de un análisis químico del suelo:

150 kg/ha de nitrógeno (N)	300 kg/ha fósforo (P ₂ O ₅)
100 kg/ha potasio (K ₂ O)	30 kg/ha azufre (S)

Estas cantidades se obtienen con la aplicación de: 20 sacos (1 saco = 50 kg) de 10-30-10, 1 saco de urea y 2 sacos de sulfato de amonio. También se puede aplicar 13 sacos de 18-46-0, 2 sacos de muriato de potasio, 3 sacos de sulpomag y 2 sacos de urea (Valverde et al., 1998).

Pumisacho & Velásquez (2009), recomiendan la cantidad de fertilizante químico a aplicar en base a la superficie (Tablas 1 y 2).

TABLA 1. CANTIDAD DE FERTILIZANTE QUÍMICO A APLICAR SEGÚN LA SUPERFICIE (AL MOMENTO DE LA SIEMBRA).

Fertilizante	Hectárea (10 000 m²)	Cuadra (7 056 m²)	Solar (1 764 m²)	Cantero (441 m²)
10-30-10	20 sacos	14 sacos	3 sacos	45 kg
18-46-0	13 sacos	9 sacos	2 sacos	28 kg
Muriato de potasio	2 sacos	1 saco	19 kg	5 k

Fuente: Pumisacho & Velásquez (2009).

El mismo autor señala que con este nivel de fertilización se puede obtener fácilmente 600 qq de cosecha por ha. Para agricultores con menor capacidad de inversión puede aplicar la mitad de lo que se explica en la tabla 3 con esto puede alcanzar rendimientos que van de 300 a 350 qq por ha.

1. Fertilización complementaria

TABLA 2. CANTIDAD DE FERTILIZANTE QUÍMICO A APLICAR SEGÚN LA SUPERFICIE (AL MOMENTO DE LA FERTILIZACIÓN COMPLEMENTARIA).

Hectárea (10 000 m²)	Cuadra (7 056 m²)	Solar (1 764 m²)	Cantero (441 m²)
Si ha utilizado 10-30-10			
1 saco de urea	35 kg de urea	10 kg de urea	2 kg de urea
2 sacos de sulfato de amonio	1.5 sacos de sulfato de amonio	20 kg de sulfato de amonio	5 kg de sulfato de amonio
Si ha utilizado 18-46-0			
3 sacos de sulphomag	2 sacos de sulphomag	25 kg de sulphomag	7 kg de sulphomag
2 sacos de urea	1 saco de urea	19 kg de urea	5 kg de urea

Fuente: Pumisacho & Velásquez (2009).

B. FERTILIZACIÓN FRACCIONADA EN EL CULTIVO DE PAPA

Una fertilización solo puede ser exitosa cuando todos los nutrientes requeridos por la planta están disponibles en cantidades suficientes en el suelo (Guerrero, 1998).

Las épocas de aplicación y de fraccionamiento del fertilizante depende de varios factores, como la variedad, ciclo de cultivo, distribución de los estolones, raíces y el régimen de precipitación. Así las respuestas de las diferentes variedades a las épocas de aplicación se deben principalmente a la diferencia de tiempo en la formación de los estolones y la duración del ciclo de cultivo (Pérez, Rodríguez & Gómez, 2008).

Se ha determinado que el fraccionamiento de los fertilizantes aumenta la producción en algunas variedades, es así que en un trabajo de investigación, se encontró que los rendimientos de tubérculos de papa en kg/m^2 fueron superiores con los tratamientos que suministraron el NK fraccionado (Añez & Espinoza, 2006).

C. PAPEL DE LOS NUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN

La obtención de elevados rendimientos en el cultivo de papa implica significativas cantidades de nutrientes. Sin embargo, es necesario realizar un manejo racional de la fertilización para maximizar el rendimiento, obtener tubérculos de calidad y no producir efectos adversos en el ambiente (Echeverría, 2005).

La nutrición del cultivo de papa se concentra principalmente en la respuesta en rendimiento a la aplicación de NPK, y en ocasiones elementos como Ca, Mg y S (Porras, 2005), lo mismo ocurre para micronutrientes como el B (Barrera, 1995).

El cultivo de papa demanda una gran cantidad de nutrimentos, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) durante todo su ciclo (White et al., 2007).

1. Nitrógeno

El nitrógeno (N) es el nutriente que más afecta al rendimiento y la calidad de los tubérculos. Elevadas dosis de N, retrasan el inicio de la tuberización y promueven el crecimiento del follaje, pero reducen el rendimiento afectando la calidad al disminuir el porcentaje de materia seca de los tubérculos (Suárez et al., 2006).

Ramírez et al., (2004), señala que el nitrógeno favorece al desarrollo foliar, logrando aumentar la superficie de fotosíntesis, lo que conlleva a la producción de almidón, incidiendo directamente en la translocación del almidón desde las hojas hacia los tubérculos, de esta manera influye en el rendimiento, altura de planta, el número de tubérculos por unidad de área, porcentaje de proteínas y materia seca.

La falta de nitrógeno se traduce en un desarrollo escaso y clorótico de la planta, acortándose los periodos vegetativos con reducción de la cosecha; por menor número de tubérculos por planta. Para un rendimiento satisfactorio, es esencial una alta asimilación de CO₂ durante el periodo de llenado de tubérculos (Mengel & Kirby, 2000).

Una elevada dosis de N, alarga el ciclo vegetativo del cultivo de papa, el mismo que influye en el porcentaje de tubérculos pequeños y a su vez reducen el porcentaje de materia seca de los tubérculos (Oyarzún et al., 2002); retrasan el inicio de la tuberización (Suárez et al., 2006).

a. El nitrógeno en la planta

El cultivo de papa puede absorber N en forma de nitrato (NO₃⁻) y amoniacal (NH₄⁺), la misma que dependerá de la edad de la planta y del pH del suelo. Sin embargo, la planta presenta mayores tasas de crecimiento cuando hay mayor disponibilidad de nitratos, además el nitrógeno es un constituyente elemental indispensable de numerosos componentes orgánicos (Pumisacho & Sherwood, 2002).

La mejor absorción del N en forma amoniacal (NH₄⁺) tiene lugar en un medio neutro y se deprime cuando disminuye el pH. Lo contrario sucede para la absorción del nitrato (NO₃⁻), ocurriendo una absorción más rápida a valores bajos de pH. Los investigadores sugieren que la reducción de la absorción de nitrato a valores elevados de pH se debe al efecto competitivo de los iones OH⁻ que suprimen el sistema de transporte de la absorción del nitrato (Mengel & Kirkby, 2000).

Sifuentes et al., (2009), menciona que la planta de papa presenta una mayor absorción de N antes del periodo de máximo crecimiento y desarrollo del tubérculo, lo cual significa que antes del llenado de tubérculos la planta consume más del 50 por ciento.

b. El nitrógeno en el suelo

El nitrógeno del suelo puede provenir de materiales orgánicos, fertilizantes sintéticos, y del aire, además debido a su alta movilidad se pierde rápidamente por lixiviación y volatilización. Como resultado las cantidades presentes en el suelo son en general insuficientes para cubrir la demanda de la mayoría de los cultivos (Pumisacho & Sherwood, 2002).

El Nitrógeno del suelo influencia fuertemente en el crecimiento de la planta, del tubérculo, y la calidad de este último. Los niveles muy altos resultan en una disminución en el peso específico del tubérculo, dependiendo del método y eficiencia de la aplicación, el tipo de suelo y manejo del riego, las cantidades de fertilizante nitrogenado requerido variaran (Bergonzi, 2013).

2. Fósforo

El fósforo es un macronutriente indispensable para la planta, el mismo que necesita para completar normalmente su ciclo productivo. En la etapa de desarrollo de la planta los mayores niveles de fósforo se encuentran en el tejido verde. Al llegar a la madurez el fósforo se transloca a la flor, a la semilla y al fruto (Cáceres, 2002).

La mayoría de los cultivos requieren un complemento de fósforo durante la temporada de frío, cuando hay crecimiento limitado de la rafe, en presencia de un rápido crecimiento vegetativo, o en suelos bastante calcáreos (Guzmán, 2004).

Al cultivo de papa se debe proveer continuamente de fósforo durante sus etapas fenológicas, ya que existe un gran consumo del mismo, además participa en todos los procesos metabólicos que involucran energía, también participa en la fotosíntesis, glicolisis, respiración, síntesis de ácidos grasos y síntesis de proteínas, especialmente de nucleoproteínas en los tejidos meristemáticos (Muñoz, 2000).

A partir de que inicia la tuberización existe una mayor demanda nutricional la misma que se incrementa después de los sesenta días de la emergencia, cuando el fósforo aplicado en la siembra, ya ha perdido entre el 30 y el 60% de su asimilabilidad dependiendo de la fuente usada y los fenómenos de fijación del elemento (Guerrero, 1998).

a. El fósforo en la planta

El fósforo forma parte de numerosos componentes de la papa, participa activamente en el metabolismo de los hidratos de carbono, en la formación de clorofila la misma que se utilizará en el proceso fotosintético, en la formación de azúcares y por ende en la formación de almidón de calidad, además favorece el desarrollo radicular, le da resistencia a la planta, y favorece la maduración oportuna de los tubérculos; incrementa el número de tubérculos por planta (Guzmán, 2004).

Según Chamorro (2002), el fósforo es esencial para la calidad y rendimiento de los cultivos. Contribuye a los procesos de fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular, y transferencia genética. El fósforo promueve la rápida formación de tubérculos y crecimiento de las raíces. Mejora la resistencia a las bajas temperaturas, incrementa la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de enfermedades y acelera la madurez.

La deficiencia de fósforo en la planta de papa retarda el crecimiento apical, dando lugar a plantas pequeñas y rígidas, y reduce la formación de almidón en los tubérculos que se manifiesta con manchas necróticas distribuidas en el tubérculo (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Si la deficiencia de este elemento ocurre durante el crecimiento del cultivo, se verán síntomas de senescencia prematura en la parte aérea de la planta. Lo anterior, reducirá el rendimiento de tubérculos y su calidad (Bergonzi, 2013).

Las plantas con deficiencia de fósforo se ven enanas y tienen un color verde más oscuro que las plantas cercanas que no tienen deficiencia conforme la deficiencia se torna más severa, las hojas se van enrollando más (Bergonzi, 2013).

b. El fósforo en el suelo

Johnton & Syers (2009) menciona que el fósforo es retenido en la mayoría de suelos, razón por la cual se ve afectada el rendimiento de los cultivos y la fertilidad del suelo, aun por varios años después de su aplicación.

El fósforo en el suelo forma compuestos débilmente solubles con cationes divalentes y monovalentes, es por eso que la cantidad de fósforo de la solución suelo es muy

pequeña, viéndose afectado de tal manera las plantas, las misma que absorben el fósforo en pequeñas cantidades de la solución del suelo, que a su vez se encuentra en equilibrio con el fósforo de la fase sólida. Así cada una de las formas químicas del suelo contribuye de manera distinta a enriquecer el fósforo disponible para el cultivo (Rojas, 2015).

3. Potasio

Después del nitrógeno, el potasio es el nutriente mineral imprescindible en mayor cantidad para la planta. Se caracteriza por que para lograr un óptimo crecimiento vegetal se necesita de uno a cuatro por ciento del peso seco de la planta. Activa más de 60 enzimas. Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

En el cultivo de papa el potasio juega un papel importante ya que ayuda a la formación del almidón, proporciona a las plantas una mayor resistencia a las heladas, sequía y a las enfermedades, especialmente al mildiu, además hace que su conservación sea más fácil. Asimismo, comenta que los calibres de los tubérculos se ven incrementado al aumentar sus aportaciones potásicas; asegurando un mayor porcentaje de tubérculos de primera (Sánchez, 2003).

a. El potasio en la planta

Muñoz (2000), manifiesta que el potasio participa en casi todos los procesos, respiración, fotosíntesis aparición de clorofila, es un activador de los sistemas enzimáticos que regulan el metabolismo de la planta. Es el elemento responsable de la movilización del almidón desde las hojas al tubérculo, por lo tanto, para obtener altos rendimientos y alta calidad en la producción es necesario un alto contenido de potasio. Un incremento en el contenido de potasio en la hoja es acompañado por un aumento en la tasa de fotosíntesis, además, mantiene la turgencia de la planta ya que se le confiere una participación muy activa en la regulación osmótica e hídrica de la planta, proporciona mayor resistencia a las heladas, sequías y enfermedades.

Es el principal catión presente en los jugos vegetales, pudiendo encontrarse bajo forma de sales orgánicas (oxalatos, tartratos), sales minerales (fosfatos, nitratos) y de

combinaciones complejas inestables con los coloides celulares. No hay evidencia de que forme parte de la estructura molecular de las células. Es absorbido por las raíces bajo la forma de K^+ , en las cenizas vegetales está bajo la forma de óxido potásico, el contenido en la planta puede fluctuar ampliamente dependiendo de la especie, del órgano que se considere y del contenido asimilable del suelo (Navarro, 2003).

El potasio es importante para la descomposición de carbohidratos generando así energía, ayuda a controlar el balance iónico y contribuye a la translocación de metales pesados como Fe. Además da resistencia a enfermedades, como la fusariosis y la mancha negra del tubérculo. El K es un activador de los sistemas enzimáticos que regulan el metabolismo de la planta, como la apertura y cierre de estomas lo cual contribuye a la resistencia de sequía (Chamorro, 2002).

El mismo autor señala que cuando existe deficiencia en K en papa las hojas superiores son pequeñas, arrugadas y de un color verde más oscuro de lo normal. Ocurre necrosis en las puntas y márgenes y clorosis intervenal en las hojas viejas, presenta tallos débiles, frutos pequeños o semillas arrugadas. Si la deficiencia de potasio es muy aguda, durante el periodo de la floración, no llegan a engrosar los tubérculos, el follaje envejece rápidamente, se marchita y la planta muere.

b. El potasio en el suelo

La mayoría de los suelos de la sierra ecuatoriana (70% de suelos analizados) se caracterizan por tener contenidos altos de potasio. El cultivo de papa extrae grandes cantidades de potasio (100-600kg/ha de K_2O), la cual excede la demanda de N (Chamorro, 2002).

Existe un antagonismo entre el ion potasio y otros iones, tales como el calcio y el magnesio. Un exceso de potasio en el suelo impide la correcta absorción del calcio y del magnesio, de igual forma un exceso de calcio impide una adecuada absorción del potasio, de tal forma que la planta puede presentar deficiencias en estos elementos (Chamorro, 2002).

D. CULTIVO DE PAPA

1. Generalidades

La producción de papa en Ecuador se distribuye en tres zonas geográficas: norte, centro y sur. Las diferencias agroecológicas están determinadas no por la latitud, sino por las relaciones entre clima, fisiografía y altura. En general, el cultivo de la papa en el país se desarrolla en terrenos irregulares, en laderas hasta con más de 45% de pendiente y en un rango de altitud de 2.400 a 3.800 m.s.n.m. en los pisos interandinos y subandinos. Una fracción importante del cultivo se desarrolla en condiciones de subpáramo, particularmente en el subpáramo húmedo. Aunque el cultivo se encuentra en los valles bajos, debido a presión demográfica, la tendencia actual es un desplazamiento hacia el páramo, con el consiguiente deterioro ambiental y el riesgo de pérdida del cultivo por heladas (Pumisacho, 2002).

2. Clasificación taxonómica

Según Chase & Reveal (2009), indica la siguiente clasificación taxonómica: Reino Plantae, División Equisetophyta, Clase Equisetopsida, Subclase Magnoliidae, Superorden Asteranae, Orden Solanales, Familia Solanaceae, Género *Solanum*, Especie *Solanum tuberosum*.

3. Descripción morfológica

a. Raíz

Según Egúsqüiza (2000), la raíz es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso, las raíces de la papa son de menor profundidad, son débiles y se encuentran en capas superficiales.

b. Tubérculos y Estolones

El tubérculo es la porción apical del estolón cuyo crecimiento es fuertemente comprimido u orientado hacia los costados (expansión lateral). El tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía

(almidón). El tubérculo es el “fruto” agrícola producto del trabajo y de las condiciones favorables del ambiente en el que ha crecido (Egúsquiza, 2000).

El estolón es un tallo especializado en el transporte de las sustancias (azúcares) producidos en las hojas y que se almacenarán en el tubérculo en forma de almidones. El número y longitud de estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de todas las condiciones que afectan el crecimiento de la planta (Egúsquiza, 2000).

c. Tallo

La papa posee tallos aéreos y subterráneos (estolones y tubérculos). Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen un tallo principal, mientras que las plantas provenientes de tubérculos – semilla poseen varios tallos (Huamán, 1994).

Egúsquiza (2000), dice que la planta de papa es un conjunto de tallos aéreos y subterráneos.

d. Hojas

Son compuestas, e irregularmente imparipinadas, con folíolos primarios, secundarios y hasta terciarios. Las hojas constan de nueve o más folíolos cuyo tamaño aumenta conforme se van alejando del nudo de inserción (Huamán, 1994).

Las hojas adultas son pinnado-compuestas, pero las hojas primarias de plántulas así como también las primeras hojas provenientes del tubérculo, pueden ser simples. Las hojas están provistas de pelos de diversos tipos, los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta. Hay una gran variabilidad en la forma de las hojas entre las muchas especies y variedades de papa. Las hojas que se originan en el tallo subterráneo son pequeñas, en forma de escamas y de sus yemas axilares emergen los estolones. Los estomas son más numerosos en la superficie inferior de las hojas. Es común la formación de ramas secundarias, las cuales también emergen de yemas foliares axilares. Tanto los tubérculos como los estolones son tallos laterales modificados (Dean et al., 1977).

e. Flores

La inflorescencia es cimosa y generalmente son terminales. Las flores constan de cinco sépalos, la corola de cinco pétalos, ligados en la base formando una superficie plana de cinco lóbulos. El androceo consta de cinco estambres (cada uno formado por antera y filamento) y el gineceo consta de un pistilo (compuesto de ovario súpero, bilocular, estilo y estigma). El número de flores al igual que su color dependerá de cada genotipo (Sánchez, 2003).

Según Egúsquiza (2000), la flor es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual. Desde el punto de vista agrícola, las características de la flor tienen importancia para la diferenciación y reconocimiento de variedades.

f. Fruto

Es una baya pequeña, oval y carnosa en cuyo interior se encuentran las semillas sexuales. El color de la baya varía, presentándose de colores verde, amarillo, café e incluso violeta. El promedio de semillas por fruto es de 200 a 300. Las semillas son planas ovaladas y pequeñas (Arce, 2002).

Egúsquiza (2000), dice que el fruto o baya de la papa se origina por el desarrollo del ovario. La semilla, conocida también como semilla sexual, es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. Cada semilla tiene la facultad de originar una planta que, adecuadamente aprovechada, puede producir cosechas satisfactorias.

4. Requerimientos del cultivo

a. Clima

Pourrut (1998), indica que al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas. El frío excesivo perjudica especialmente a la papa, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar. Si la temperatura es demasiado elevada afecta a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades.

b. Humedad

Franco (2002), menciona que la humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo. La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva. Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el ataque de Mildú, por tanto esta circunstancia habrá que tenerla en cuenta.

c. Suelo

La papa crece mejor en suelos profundos con buen drenaje, de preferencia francos y franco arenoso, fértil y rico en materia orgánica. La papa puede ser sembrada en suelos arcillosos de buena preparación y buen drenaje. El pH ideal del suelo para el cultivo de papa está entre 4,5 y 7,5 (Villafuerte, 2008).

d. Temperatura

La papa ha tenido su más gran desarrollo, en áreas donde el promedio de la temperatura diurna rara vez excede los 21°C, las temperaturas nocturnas son más frías. La evidencia experimental indica que la temperatura ambiental óptima para la formación de los tubérculos es de 5 a 18°C; a temperaturas de 20 a 29°C, el desarrollo de los tubérculos se reduce marcadamente, mientras que a temperaturas de 29°C o mayores, muy poco tubérculos se forman (Kehr, 1967).

e. Luminosidad

Para Pourrut (1998), la luminosidad también influye en la producción de carbohidratos, desde el momento en que es uno de los elementos que interviene en la fotosíntesis. Su influencia no solo se circunscribe a este aspecto, sino también a la distribución de los carbohidratos, siendo su concentración mayor en los tubérculos cuando es alta.

f. Piso altitudinal

Moya (1984), señala que la papa en Ecuador se cultiva entre los 2.600 hasta los 3.800 m.s.n.m.

5. Plagas y enfermedades

Las plagas más importantes del cultivo de papa por daño económico en su orden son: gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), pulguilla (*Epitrix sp.*) y las tres clases de polilla (*Tecia solanivora*, *Symmestrichema tangolias* y *Phthorimae spp.*) (INIAP, 2011).

Las enfermedades principales en el cultivo de papa son las siguientes: Lancha Tardía o Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), Lancha temprana (*Alternaria solani*), Rizoctonia o sarna negra (*Rhizoctonia solani*), Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*) Roya (*Puccinia pitteriana*), Lanosa (*Rosellinia sp.*), Pata negra (*Erwinia sp.*), Sarna común (*Streptomyces scabies*), Virus de mosaico leve, virus de mosaico severo, virus de mosaico rugoso, virus de enrollamiento complementa (Reinoso, 2007).

E. FENOLOGÍA

La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales como luz, temperatura y humedad. La emergencia de los cultivos, la brotación la floración, la fructificación y la madurez son ejemplos de estudios de fenología vegetal (Alonso, 2002).

Dentro de ciertas etapas se presentan periodos críticos, que son intervalos breves durante los que la planta presenta la máxima sensibilidad a determinados elementos, de manera que las oscilaciones en valores de requerimiento de elementos nutritivos reflejarán en el rendimiento del cultivo (Alonso, 2002).

Es muy importante tener presente que para que los valores de los elementos afecten positivamente a los rendimientos, éstos deberán encontrarse dentro de cierto intervalo de utilidad para cada cultivo; fuera de éste, los efectos serán negativos, tanto por carencia como por exceso, como sucede con la temperatura (Alonso, 2002).

El desarrollo de la planta de papa puede dividirse en cuatro principales etapas:

1. Etapa vegetativa

Inicia con el rompimiento de la latencia de la semilla y termina con el inicio de la formación de tubérculos, lo que varía de 15 a 30 días, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas donde se establezca el cultivo (Sifuentes, 2009).

2. Tuberización

Inicia cuando los estolones aparecen. La duración de esta etapa varía de 10 a 14 días. Un déficit de humedad en este periodo puede reducir el número de tubérculos producidos por cada planta (Sifuentes, 2009).

Cuando los tallos principales de la planta (los que se originan del tubérculo madre) tienen un desarrollo suficiente, es decir cuando la yema apical se diferencia en floral y por lo tanto disminuye la dominancia apical, las yemas subterráneas del tallo que están más cerca del tubérculo madre brotan originando los estolones, estos tallos subterráneos crecen en longitud hasta que reciben estímulos para iniciar la tuberización. Al iniciar la tuberización cesa el crecimiento en longitud y se ensancha la región subapical del estolón. En el inicio se agranda solamente la región subapical de la punta del estolón tubérculos (Alba, 2001).

El crecimiento involucra solamente un internodio, luego se incorpora un segundo internodio al desarrollo del tubérculo. En este estado, por la considerable expansión radial del tubérculo, el gancho se endereza y la yema apical del estolón queda situada en la posición terminal del tubérculo joven. El almacenamiento de reservas continúa incorporando nuevos internodios y es claro que los internodios hacia la corona se acortan en la medida que va disminuyendo el ritmo de crecimiento en longitud. La tuberización procede acropetalmente, involucrando alguna extensión longitudinal y una gran expansión transversal de los sucesivos internodios. Esta forma de crecimiento tiene un componente genético que hace que los distintos cultivares tengan distinta forma de tubérculos (Sifuentes, 2009).

3. Desarrollo de tubérculos

Se caracteriza especialmente por la acumulación de carbohidratos (en forma de almidón), con un incremento constante en el tamaño y peso de los tubérculos, bajo condiciones óptimas de humedad (Sifuentes, 2009).

Esta etapa puede durar de 60 a 90 días, lo que depende del clima y sanidad del cultivo, ya que la humedad tiene una relación directa con el tamaño y calidad de los tubérculos, principalmente a mediados de la tuberización, que se presenta de tres a seis semanas después de su inicio, porque el crecimiento de los tubérculos puede retardarse bajo

condiciones de estrés hídrico y no es común que continúe uniformemente después de aplicarse el riego (Sifuentes, 2009).

4. Senescencia

Cuando el crecimiento del follaje comienza a ser más lento y la tasa de senescencia de las hojas se incrementa, el follaje alcanza su máximo tamaño y comienza a declinar. En este momento estamos en la fase de máximo crecimiento de los tubérculos. Si la estación de crecimiento es lo suficientemente larga, el follaje muere totalmente en forma natural, y sus azúcares y nutrientes minerales son removilizados y transportados hacia los tubérculos. El crecimiento de los tubérculos continúa hasta que el follaje está casi totalmente muerto, al final del ciclo entre el 75 y 85 % del total de la materia seca producida por el cultivo se encuentra en los tubérculos. La muerte de la parte aérea del cultivo puede ser natural, debido a una helada, debido a enfermedades o plagas o provocada artificialmente (Alba, 2001).

5. Maduración

Empieza con la caída del follaje, donde las hojas viejas se tornan amarillas hasta llegar, gradualmente, a un color café, al madurar. Tiene lugar un crecimiento mínimo de los tubérculos y los requerimientos hídricos van disminuyendo por la reducida evapotranspiración de las hojas en el proceso de secado (Sifuentes, 2009).

F. FERTILIZACIÓN.

La práctica de la fertilización tiene como objeto el aumentar la concentración de nutrientes en la solución del suelo, cuando no existe suficiente cantidad de esos nutrientes presentes en una forma que la planta los pueda usar, para de este modo satisfacer las exigencias del cultivo (Inpofos, 1993).

Cáceres (1991), manifiesta que, la fertilización de la papa debe estar encaminada a mantener una buena disponibilidad de los nutrientes para el período más crítico que es el de engrose de los tubérculos, de allí que es conveniente aplicar los fertilizantes en cantidades suficientes y oportunas.

La fertilización de los cultivos de papa varía en cada provincia y del tipo de agricultor con capacidad económica, además de los diferentes suelos a su origen y manejo. Los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa son altos: razón por la cual la papa requiere del uso de los fertilizantes para obtener producciones satisfactorias. Para conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo, se usa el análisis químico que a la vez, provee la información necesaria para realizar recomendaciones de fertilización (Andrade, 1995).

Una fertilización adecuada debe servir para complementar la riqueza que existe en el suelo o para subsanar una falta severa o leve de uno o varios elementos necesarios para el adecuado desarrollo de las plantas (Coraspe, 2000).

1. Fertilización química

Valverde et al., (1998), indican que la fertilización en el cultivo de papa tiene que estar basada en el rendimiento esperado y sobre todo en el propósito de utilización (consumo directo o procesamiento industrial). La fertilización tiene por objeto mantener la fertilidad del suelo para conservar el potencial de la productividad. Para ello, el suelo debe tener un contenido óptimo de nutrientes, es decir, los nutrientes que se eliminan con la cosecha deben ser sustituidos por fertilizantes. Además de la eliminación de los nutrientes, hay que añadir los suplementos por pérdidas específicas (por ejemplo, por lixiviación) y para compensar los déficits anteriores.

El mismo autor señala que el fertilizante químico aporta nutrientes de fácil disponibilidad para las plantas, para que su utilización resulte eficaz es necesario contar con buenas condiciones de humedad del suelo.

Muchos informes señalan que la papa es el cultivo con mayor consumo de fertilizantes compuestos por unidad de superficie con dosis que oscilan entre 1.000 y 2.000 kg ha⁻¹, predominan las fuentes altas en P en las relaciones 1:3:1, 2:4:1 y en menor escala se utiliza la relación 1:2:2, las dosis utilizadas dependen de la altitud y se aumenta en la medida que ésta se incrementa (Barrera, 1995).

2. Efectividad agronómica de los fertilizantes

a. La eficiencia de un fertilizante sobre el rendimiento

Determinado por el incremento del rendimiento por cada kg de nutriente aplicado dentro de un mismo sistema de cultivo, esto varía según la fuente del nutrimento (FAO, 2002).

b. La eficiencia de recuperación

Es el porcentaje del nutrimento aplicado en el fertilizante que es absorbido por la planta. La eficacia de un fertilizante depende de las características del suelo, del manejo del cultivo y de las condiciones climáticas. por ello la selección, momento y forma de aplicación adecuada del fertilizante ayudara a lograr una mayor eficiencia agronómica y una mejor recuperación de la inversión por el fertilizante (FAO, 2002).

c. Mecanismos de absorción de nutrimentos

La extracción de nutrientes del suelo por el cultivo de la papa depende de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo (Pumisacho & Sherwold, 2002).

El mismo autor menciona que el uso de fertilizantes compuestos es muy común en la papa. Normalmente, más del 50% del nitrógeno es aplicado al momento de la siembra o retape (tres a cuatro semanas después de la siembra) que tienen N-P₂O₅ y K₂O como: 10-30-10, 18-46-0, 12-36-12, 8-20-20 y 15-15-15. Las tres primeras formulaciones son las más usadas; las otras son comúnmente aplicadas al momento del medio aporque.

TABLA 3. RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PAPA.

NIVEL	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	K ₂ O (Kg/ha)	S (Kg/ha)
Bajo	150 – 200	300 – 400	100 – 150	40 – 60
Medio	100 – 150	200 – 300	60 – 100	20 – 40
Alto	60 – 100	100 - 200	40 -60	0 -20

Fuente: Pumisacho & Sherwood (2002)

Guerrero, (1998) manifiesta que entre más alto sea el rendimiento potencial o esperado del cultivo, más elevados serán los requerimientos de fertilización.

La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inician la tuberización y crecimiento del follaje (Oyarzún et al., 2002).

TABLA 4. EXTRACCIÓN TOTAL DE NUTRIENTES POR EL CULTIVO DE PAPA EN EL ECUADOR PARA DIFERENTES NIVELES DE PRODUCCIÓN.

Rendimiento t/ha	kg/ha						g/ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
17	70	15	140	25	10		400	35	1.050	200	
50	220	50	350	95	35		900	60	4.600	550	
** 30	170	60	270	120	75	23	640	490	7600	860	350

** Extracción total de nutrientes de la variedad INIAP-Fripapa (Torres, 2010).

Fuente: (Oyarzún et al., 2002).

Cáceres (1991), señala que la papa extrae cantidades relativamente elevadas de macroelementos, por esta razón el contenido de nutrientes del suelo natural, no cubre los requerimientos del cultivo, haciéndose indispensable la fertilización con abonos orgánicos o minerales.

El cultivo de papa requiere grandes cantidades de nutrientes, un rendimiento de 56 t/ha de papa, extrae alrededor de 300 - 100 - 500 kg/ha de N - P₂O₅- K₂O, respectivamente; razón por la cual la papa requiere del uso de fertilizantes para obtener producciones satisfactorias (INIAP, 2011).

De acuerdo a Oyarzún et al., (2002), la extracción total de fósforo es inferior a la de nitrógeno y potasio. Sin embargo, debido al alto grado de fijación del fósforo en los suelos del país, las cantidades de fertilizantes fosfatados aplicados al suelo en Ecuador son mayores a las de nitrógeno y potasio.

d. Requerimientos nutricionales

Huamán (1994), sostiene que el cultivo de papa, como toda especie vegetal, para su desarrollo requiere de 16 nutrientes esenciales. Además del carbono, oxígeno e hidrógeno, que son extraídos del aire y del agua, la planta requiere de nitrógeno, fósforo

y potasio, denominados nutrientes primarios; calcio, magnesio y azufre, conocidos como nutrientes secundarios; y, boro, cobre zinc, hierro, manganeso, cloro y molibdeno, conocidos como micronutrientes, ya que las plantas los requiere en pequeñas cantidades.

La papa es un cultivo que demanda una fertilización fuerte y equilibrada, calculada de acuerdo con la fertilidad del suelo y de la aplicación de abonos anteriores, (Proyecto SICA-MAG, 2008).

Oyarzún et al., (2002), coinciden en que son varios los factores que inciden en la utilización de nutrientes por parte del cultivo de papa y que pueden ser controlados o no, como son: la constitución genética de la variedad, la fertilidad del suelo, las enfermedades y plagas, el tipo de abono, las condiciones climáticas, el rendimiento alcanzado, el manejo del cultivo entre otros.

G. COSECHA

La cosecha, conocida también como labor de cave, puede realizarse en forma manual o mecánica. Tradicionalmente en el Ecuador los productores dejan sus cultivos de papa en el campo hasta la senescencia de la planta antes de realizar la cosecha (Naranjo, 1978).

1. Índices de cosecha

La cosecha se debe realizar cuando los tubérculos hayan alcanzado su madurez fisiológica, la cual se verifica mediante los siguientes criterios (i) plantas amarillas y secas; (ii) no hay desprendimiento de la piel del tubérculo al pasar la yema del pulgar; y (iii) finalización del ciclo vegetativo (Montesdeoca, 2005).

2. Métodos de cosecha

a. Método manual.

Se utiliza el azadón. Se retira un poco de tierra de los costados de los surcos. Luego se invierte el suelo en donde se encuentra la planta, quedando los tubérculos en la parte superficial listos para ser recogidos (Pumisacho & Velásquez, 2009).

b. Método mecanizado.

Se puede utilizar la cavadora de molinete o la cavadora de cadena sin fin. Se ha comprobado que estas máquinas son capaces de trabajar eficientemente en suelos franco-arenosos, sobre pendientes de hasta 8%. Si se realiza por medio de tracción animal se puede utilizar yunta con reja (Muñoz & Cruz, 1984). Algunas recomendaciones al momento de la cosecha son las siguientes (Oyarzún et al., 2002):

- Considerar el grado de humedad del suelo, el cual debe estar en punto de labranza o ligeramente más seco.
- El suelo no deberá estar húmedo porque perjudicará la piel de los tubérculos. Tampoco deberá estar seco porque si se trata de un suelo arcilloso se producirán daños mecánicos a los tubérculos.
- Una vez cosechados los tubérculos se deben orear al ambiente para reducir la humedad superficial y eliminar la tierra que llevan adheridos en su superficie.

H. RENDIMIENTO

1. Rendimiento económico

Es el rendimiento en el cual los costos unitarios de producción disminuyen al punto de mayor ganancia neta por hectárea (Guzmán, 2004).

2. Rendimiento agronómico

Es la eficacia de todos los recursos utilizados en un proceso productivo, para lograr los objetivos agronómicos planteados, incluyendo la reducción de riesgos y mejorando la calidad de las cosechas, este es expresado en kilogramos o Toneladas/hectárea (Fraume, 2007).

Según la publicación de Hidalgo (1997), el rendimiento del cultivo de papa es una función de la duración del período de crecimiento del tubérculo, el crecimiento diario de los tubérculos y el número de tubérculos por planta y metro cuadrado.

I. EVALUACIÓN

Evaluación es la “Actividad sistemática, continua o repetitiva, relacionada con la medición del producto aplicado y su biotransformación en el tejido foliar, a fin de evaluar algún cambio favorable para un determinado cultivar” (Rodríguez, 2000).

La evaluación hace referencia a un proceso por medio del cual alguna o varias características de un grupo de materiales o tratamientos, programas, etc., reciben la atención de quien evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de parámetros de referencia para emitir un juicio que sea relevante para el evaluador (Tyler, 1999).

Hoffman (1999), manifiesta que “Evaluar es: dar un valor, hacer una prueba, registro de apreciaciones. Al mismo tiempo varios significados son atribuidos al termino: análisis, valoración de resultados, medida de la capacidad, apreciación del todo”.

“Evaluación: cualquier método utilizado para medir, calcular, predecir o estimar el nivel de afección de un elemento, material o acción sobre un proceso dado” (Fraume, 2007).

J. TECNOLOGÍA

Tecnología es un conjunto de conocimientos aplicados a propósitos prácticos (Mesthene, 1969).

Tecnología es la aplicación sistemática del conocimiento científico o de otro tipo de conocimiento organizado, a tareas prácticas (Gallbraith, 1972).

Ferraro (2005), señala que una tecnología es el conjunto de saberes, conocimientos, habilidades y destrezas interrelacionados con procedimientos para la construcción y uso de artefactos naturales o artificiales que permitan transformar el medio para cubrir anhelos, deseos, necesidades, y compulsiones humanas.

K. PRODUCCIÓN

Está asociado con la cantidad de material que produce un cultivo para su comercialización (Arcos, 2008).

La producción de papa de alta calidad, solo es posible mediante la implementación de técnicas especializadas de producción inicial como: buena semilla, fertilización específica completa correcto control de plagas y enfermedades (Velásquez, 1998).

L. EFICACIA

Según Robbins & Coulter (2005), eficacia se define como "hacer las cosas correctas", es decir; las actividades de trabajo con las que los individuos alcanza sus objetivos.

La eficacia es la capacidad de lograr o conseguir un resultado determinado y que posee una virtud que es producir el efecto deseado. En cada área se define de diferente forma, pero en ingeniería es mejor definir en equipos, soluciones químicas etc, (Gonzáles, 2002).

La eficacia “Está relacionada con el logro de los objetivos y los resultados propuestos, esto significa: con la realización de actividades que puedan permitir el alcanzar las metas establecidas. La eficacia viene a ser la medida con la que alcanzamos el objetivo o resultado” (Da Silva, 2002).

Eficacia es también la relación existente entre el producto y los resultados, esta relación se establece por la calidad del producto al presentar el máximo de efectos deseados y mínimo de indeseados. Reduciendo así, los reprocesó, el re trabajo y el desperdicio, dentro de la viabilidad prevista (Killian, 2004).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad Santa Julia perteneciente a la Parroquia Tixán, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo. (Ver Anexo 1).

2. Ubicación geográfica¹

Latitud: 9764997 S

Longitud: 753817 W

Altitud: 3673 msnm

3. Condiciones climatológicas²

Temperatura media anual: 11°C

Humedad relativa: 80%

Precipitación media anual: 1000 mm

4. Clasificación ecológica

Según Holdrige citado por (Cabañas, 1984), la comunidad en estudio se encuentra en la clasificación ecológica: bhMB (bosque húmedo montano bajo).

5. Características del suelo

a. Características físicas³

Textura: Franco

Estructura: Suelta

Topografía: Ondulado

¹ Información obtenida por GPS en el sitio.(2014)

² Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

³ Laboratorio de suelos ESPOCH, 2014.

B. MATERIALES

1. Formulas químicas de los fertilizantes

CUADRO 1. FORMULAS QUÍMICAS DE LOS FERTILIZANTES.

Fertilizante (%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Zn	B	Si
Fertipapa siembra plus	10	29	11	0	3	7	0,7		
Fertipapa aporque plus	13	15	19		3	5	0,4	0,3	
Papa Siembra	12	30	16	1,5	1	1	0,03	0,04	
Papa Aporque	14	0	27	2	2	2	0,03	0,01	
Papas Inicio	14	27	14	3	2	3	0,12	0,12	
Papas Finalizador	14	6	20	6	4	6	0,1	0,17	
Mix Pac Papa Siembra	12	30	10	1	1	1	0,2	0,05	1
Mix Pac Papa Aporque	16	0	25	0,4	2	1	0,2	0,1	3,2
10-30-10 + Microelementos	10	30	10	6	7		3		
8-20-20 + Microelementos	8	20	20	6	7		3		
10-30-10	10	30	10						
8-20-20	8	20	20						

Elaborado: CORO, A. 2014

2. Material biológico

Cultivar de papa SUPERCHOLA

3. Materiales de campo

Tractor, azadones, rastrillo, estacas, cinta métrica, flexómetro, piola, barreno, fertilizantes, bomba de mochila, balanza analítica, traje impermeable, guantes, mascarilla, gafas, botas de caucho, cámara fotográfica, rótulos de identificación, GPS.

4. Materiales de oficina

Computadora, Hojas de papel Bond, Internet, Lápiz, Calculadora.

5. Materiales de investigación

Se utilizó seis tecnologías de fertilización química.

C. METODOLOGÍA

1. Tratamientos en estudio

CUADRO 2. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Tratamientos	Descripción
T1	Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus
T2	Papas inicio Brenntag + Papas finalizador Brenntag
T3	Papa Siembra Delcorp + Papa aporque Delcorp
T4	Mix papa siembra Agripac + Mix papa aporque Agripac
T5	10-30-10 Nutrifeed + 8-20-20 Nutrifeed
T6	10-30-10 + 8-20-20 Testigo agricultor
T7	Sin fertilización. Testigo absoluto

Elaborado: CORO, A. 2014

2. Aportación de cada tecnología en kg/ha

CUADRO 3. APORTACIÓN DE CADA TECNOLOGIA (kg/ha)

Empres sas	Fuentes	N	P₂O₅	K₂O	CaO	Mg	S	Zn	B
Fertisa	Papa Siembra plus + Papa aporque	172,5	330,0	225,0	0,0	45,0	90,0	7,6	2,9
Brenntag	Papa Inicio + Papa Finalizador	210,0	247,5	255,0	67,5	45,0	67,5	1,7	2,2
Delcorp	Papa Siembra + Papa Aporque	195,0	225,0	322,5	26,3	22,5	22,5	0,5	0,4
Agripac	Mix Papa Siembra + Mix Papa Aporque	210,0	225,0	262,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nutrifeed	Papa Inicio + Papa Finalizador	135,0	375,0	225,0	90,0	105,0	0,0	45,0	0,0
Fertisa	10 30 10 + 8 20 20	135,0	375,0	225,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Elaborado: CORO, A. 2014

3. Especificaciones del campo experimental

a. Especificación de la parcela experimental

Número de tratamientos:	7
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	28
Forma de la parcela:	Rectangular
Ancho del ensayo:	48 m
Largo del ensayo:	43 m
Área total del ensayo:	2064 m ²
Distancia de siembra entre surcos:	1.2 m
Distancia de siembra entre plantas:	0.40 m
Área de la parcela experimental:	1680 m ²
Área neta del ensayo:	846.72 m ²

b. Parcela

Ancho de la parcela:	6 m
Largo de la parcela:	10 m
Área total de la parcela:	60 m ²
Área neta de la parcela:	30.24 m ²
Número de hileras:	5 m
Número de plantas por hilera:	25
Número de plantas evaluadas:	10
Distancia entre bloque:	1 m
Distancia entre tratamiento:	1 m

4. Tipo de diseño

El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar (DBCA) con 7 tratamientos incluido el testigo absoluto con 4 repeticiones.

a. Análisis estadístico

En el cuadro 3, se presenta el esquema del análisis de varianza que se utilizó en el ensayo.

CUADRO 4. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).

Fuentes de variación		Grados de libertad
Total	(tr-1)	27
Tratamientos	(t-1)	6
Repeticiones	(r-1)	3
Error	(t-1) (r-1)	18
Promedio:	\bar{X}	
Coefficiente de variación:	%	

Elaborado: CORO, A. 2014

b. Análisis funcional.

Los resultados fueron sometidos:

- 1) Al análisis de varianza (ADEVA).
- 2) La prueba de Tukey al 5%.
- 3) El coeficiente de variación, el cual se expresó en porcentaje.

c. Análisis económico.

Se utilizó el método de presupuesto parcial del CIMMYT (2008).

D. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRAR

1. Días a la emergencia

Se contabilizó los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta emerjan. Este dato se expresó en días después de la siembra (dds).

2. Altura de planta

Se tomó la altura de 10 plantas tomadas al azar, dentro de la parcela neta, midiendo desde la base de la planta hasta la última hoja y se expresó en centímetros (cm). Se evaluó a los 30 días después de realizada la segunda fertilización.

3. Días a la floración

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta presenten flores abiertas y se expresó en días después de la siembra (dds).

4. Porcentaje de incidencia de lancha.

Se evaluó tomando una escala arbitraria, como se detalla en el Tabla 5. Éstas se realizaron cada 30 días, iniciando la primera a los 60, hasta los 150 días.

TABLA 5. ESCALA PARA ESTIMACIÓN DE LANCHA EN EL FOLLAJE.

Infección (%)	Síntomas
0	No hay síntomas visibles
3	Hasta 10 lesiones pequeñas por planta.
5	De 30 a 50 manchas pequeñas por planta o 1 de cada 20 folíolos con síntomas
25	Casi todos los folíolos con alguna lesión. Las plantas tiene forma normal, de aspecto verdoso aunque casi todas están afectadas.
50	Todas las plantas están afectadas y cerca de la mitad del follaje ha sido destruido; el campo aparece moteado de verde a café.
75	Tres cuartas partes de cada planta están destruidas por la lancha. El follaje no es ni del todo café ni del todo verde. La mayoría de las veces las hojas inferiores se han podrido completamente y aparecen algunas hojas verdes en el tope. El cultivo ha perdido densidad y está más abierto.
95	Sólo unos pocos folíolos verdes. Los tallos generalmente están verdes. El aspecto del campo es predominantemente café.
100	Tallos y hojas muertos

Fuente: Fry (1977); Oyarzún et al., (2002).

5. **Madurez del tubérculo**

Se evaluó frotando la cáscara de los tubérculos y observando si no hay fácil desprendimiento como un indicador de madurez de cosecha y se contabilizó el número de días transcurridos después de la siembra.

6. **Número de tubérculos por planta**

Se cosechó 10 plantas tomadas totalmente al azar, dentro de la parcela neta y se contó la cantidad total de tubérculos por planta, obteniendo un promedio de las diez.

7. **Rendimiento por categorías**

Se realizó una clasificación de los tubérculos en categorías según el diámetro de cada uno.

TABLA 6. DENOMINACIÓN POR CATEGORÍAS.

Denominación	Peso (gramos)
Comercial o de 1era. (gruesa y Grande)	De 81 – 120
Comercial o de 2da (mediana)	De 61 – 80
Desecho o de 3ra (pequeña)	De 30 – 60

Fuente: Montesdeoca M., Fabián 2005.

8. **Rendimiento por planta (kg)**

Para evaluar esta variable se pesó los tubérculos de 10 plantas de la parcela neta, tomadas al azar y se expresó en kilogramos (kg). El dato final se obtuvo del promedio.

9. **Rendimiento por hectárea (kg/ha)**

Se realizó la sumatoria de los pesos de los tubérculos comerciales de las plantas evaluadas obtenidas por parcela neta y se proyectó el rendimiento en kg/ha.

E. MANEJO DEL ENSAYO

1. Labores pre-culturales

a. Muestreo

Se realizó el muestreo de la parcela, a través del método del zig-zag, para extraer la muestra de suelo a una profundidad de 30 cm con la ayuda de un barreno, después se llevó para su respectivo análisis químico, para cuantificar los contenidos de macro nutrientes y micro nutrientes; además, se determinó pH, textura, materia orgánica, CIC, CE.

b. Preparación del suelo

Se realizó con equipos mecanizados para la preparación del suelo: de acuerdo las especificaciones del dueño del predio, de tal manera que se tenga una cama lista para la siembra.

c. Trazado de la parcela

Se lo realizó con la ayuda de estacas y piolas, siguiendo las especificaciones del campo experimental (ver Anexo 2).

d. Surcado

Se realizó los surcos con la ayuda de un azadón a una distancia de 1,20 m entre hileras y 0,40 metros entre plantas.

2. Labores culturales

a. Siembra

La siembra se la realizó acorde a lo programado por el productor y coordinado previamente con el técnico de campo.

b. Fertilización del ensayo

Como la investigación corresponde a tecnologías de fertilización química para el cultivo de papa, la primera fertilización se realizó al momento de la siembra, con la fórmula siembra o inicio, en cada una de las parcelas según la aleatorización realizada

previamente. Luego de 60 días, se aplicó la fórmula de aporque, complementando a cada una de las fertilizaciones iniciales, según corresponda.

c. Control fitosanitario

Para control de gusano blanco se aplicó Tiametoxan + Lambdaialotrina (Engeo 1.25 cc/l de H₂O), mientras que para las plagas de follaje se utilizó los mismos productos y otros de uso común del agricultor. En tanto que para control de enfermedades como lancha se utilizó como preventivo, Glider en dosis de 1 cc /l H₂O y cuando se presentó la enfermedad se utilizó Hammer, Rolaxyl y Propamecure en la dosis comercial. Se utilizó además Rodazim (Carbendazim), al 0,125 % D/D, para prevenir la presencia de Roya.

d. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual por cada parcela neta, pesando la totalidad de los tubérculos y clasificando de acuerdo a las categorías localmente aceptadas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. RESULTADOS

1. Días a la emergencia

El análisis de varianza para los días a la emergencia de la planta (Cuadro 5), no presentó diferencia significativa para repeticiones ni para tratamientos.

En promedio el número de días a la emergencia fue 44,46.

El coeficiente de variación fue 1,48 %.

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE DÍAS A LA EMERGENCIA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	14,96	0,55				
Repeticiones	3	0,96	0,32	0,74	3,16	5,09	ns
Tratamientos	6	6,21	1,04	2,39	2,66	4,01	ns
Error	18	7,79	0,43				
C V %	1,48						
Media	44,46						

Elaborado: CORO, A. 2015.

ns: No significativo

2. Altura de planta

El análisis de varianza para altura de la planta de papa (Cuadro 6), presentó diferencia estadística altamente significativa para tratamientos.

En promedio la altura de la planta de papa fue 57,66 cm.

El coeficiente de variación fue 5,70 %.

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA DE PAPA A LOS 60 DDS.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	5519,38	204,42				
Repeticiones	3	4,27	1,42	0,13	3,16	5,09	ns
Tratamientos	6	5320,41	886,74	81,98	2,66	4,01	**
Error	18	194,70	10,82				
C V %	5,70						
Media	57,66						

Elaborado: CORO, A. 2015.

ns: No significativo

** : Altamente significativo

DDS: Días después de la siembra.

Según la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 días después de la siembra (Cuadro 7; Gráfico 1) presentó cuatro rangos; En el rango “A” se ubican los tratamiento en los que se aportó Papa inicio + papa finalizador de la empresa Brentag (T2), Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus de la empresa Fertisa (T1) y Papa siembra + Papa aporque de la empresa Delcorp (T3) con medias de 69,90; 69,38 y 68,90 cm mientras que el rango “C” se ubican los tratamientos en los que se aportaron 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) y nuestro testigo absoluto (T7) presentando medias de 36,30 y 35,83 cm; los otros tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA DE PAPA A LOS 60 DDS.

TRATAMIENTO	MEDIAS (cm)	RANGO
2	69,90	A
1	69,38	A
3	68,90	A
6	66,60	AB
4	62,78	B
7	36,30	C
5	35,83	C

Elaboración: Coro, A. 2015.

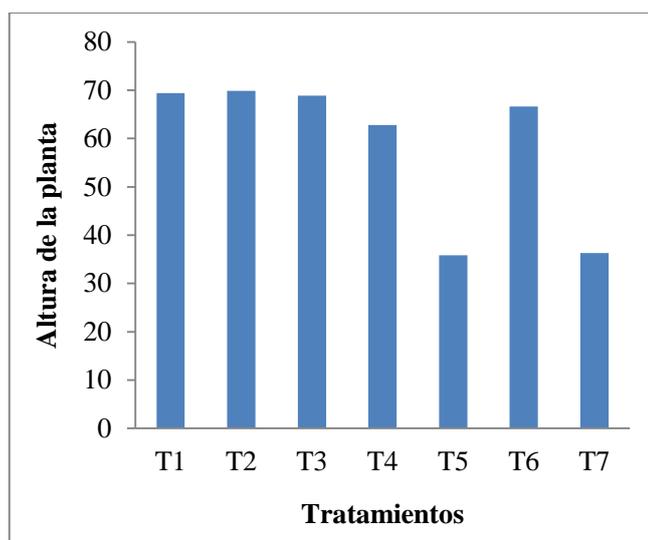


GRÁFICO 1. ALTURA DE LA PLANTA DE PAPA A LOS 60 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

3. Días a la floración

El análisis de varianza para los días a la floración de la planta (Cuadro 8), presentó diferencia altamente significativa para los tratamientos.

En promedio el número de días a la floración fue 153,50.

El coeficiente de variación fue 1,14 %.

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE DÍAS A LA FLORACIÓN.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	959,00	35,52				
Repeticiones	3	9,29	3,10	1,01	3,16	5,09	ns
Tratamientos	6	894,50	149,08	48,60	2,66	4,01	**
Error	18	55,21	3,07				
C V %	1,14						
Media	153,50						

Elaborado: CORO, A. 2015.

ns: No significativo

** : Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% para días a la floración (Cuadro 9; Gráfico 2) presentó tres rangos; En el rango “A” se ubican los tratamientos Papa inicio + Papa finalizador de la empresa Brentag (T2), Mix Papa siembra + Mix Papa aporque de la empresa Agripac (T4), Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus de la empresa Fertisa (T1) y Papa siembra + Papa aporque de la empresa Delcorp (T3) con medias de 158,50 ; 158,25 y 158 días, mientras que el rango “c” se ubicarón el testigo absoluto (T7) y la aplicación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) con medias de 145,50 días respectivamente.

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DÍAS A LA FLORACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTO	MEDIAS (dds)	RANGO
2	158,50	A
4	158,25	A
1	158,00	A
3	158,00	A
6	150,75	B
7	145,50	C
5	145,50	C

Elaboración: Coro, A. 2015.
dds: días después de la siembra.

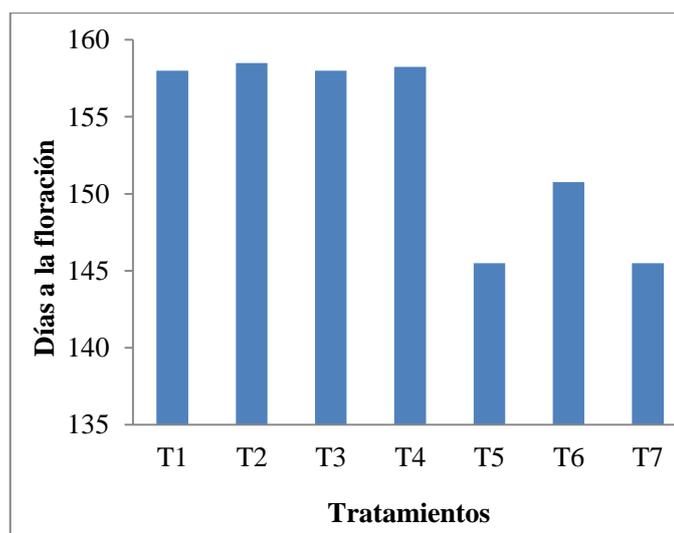


GRÁFICO 2. DÍAS A LA FLORACIÓN DE LA PLANTA DE PAPA

4. Porcentaje de incidencia de lancha

El análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de lancha (Cuadro 10), no presentó diferencias significativas tanto para repeticiones ni para tratamientos.

En promedio el porcentaje de incidencia de lancha fue 0,76 %.

El coeficiente de variación fue 16,01 %.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE LANCHA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	0,49	0,02				
Repeticiones	3	0,10	0,03	2,28	3,16	5,09	ns
Tratamientos	6	0,12	0,02	1,32	2,66	4,01	ns
Error	18	0,27	0,01				
C V %	16,01						
Media	0,76						

Elaborado: CORO, A. 2015.

ns: No significativo

5. Días a la madurez

El análisis de varianza para los días a la madurez de la planta de papa (Cuadro 11), presentó diferencia altamente significativa para tratamientos y repeticiones.

En promedio el número de días a la madurez fue 220,75.

El coeficiente de variación fue 0,89 %.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE DÍAS A LA MADUREZ DE LA PLANTA DE PAPA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	1969,25	72,94				
Repeticiones	3	59,54	19,85	5,16	3,16	5,09	**
Tratamientos	6	1840,50	306,75	79,77	2,66	4,01	**
Error	18	69,21	3,85				
C V %	0,89						
Media	220,75						

Elaborado: CORO, A. 2015.

** : Altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% para días a la madurez de la papa (Cuadro 12; Gráfico 3) presentó cuatro rangos; En el rango “A” se ubicaron los tratamientos en los que se aportaron Mix Papa Siembra + Mix Papa Aporque de la empresa Agripac (T4) y Papa inicio + Papa finalizador de la empresa Brentag (T2) con medias de 232,35 y 228,50 días mientras que el rango “D” se ubicó nuestro testigo absoluto (T7) con una media de 208,75 días, los otros tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LOS DÍAS A LA MADUREZ DE LA PLANTA DE PAPA.

TRATAMIENTO	MEDIAS (dds)	RANGO
4	232,25	A
2	228,50	A
3	223,25	B
1	223,00	B
6	219,25	B
5	210,25	C
7	208,75	D

Elaboración: Coro, A. 2015.

dds: días después de la siembra

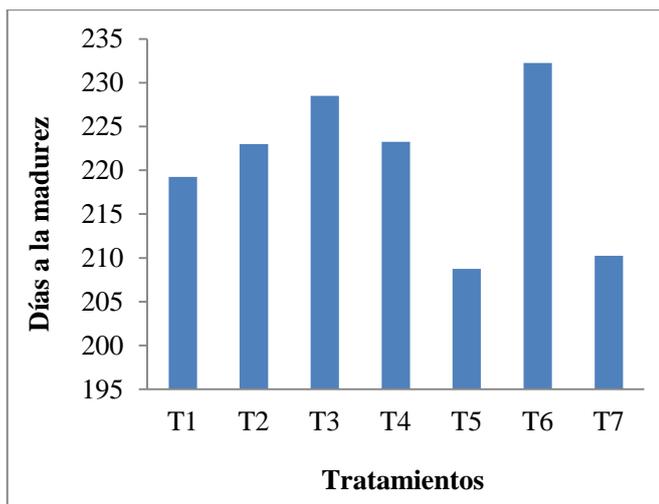


GRÁFICO 3. DÍAS A LA MADUREZ DE LA PLANTA DE PAPA.

6. Número de tubérculos por planta

El análisis de varianza para el número de tubérculos por planta (Cuadro 13), presentó diferencia estadística altamente significativa tanto para repeticiones como para tratamientos.

En promedio el número de tubérculos por planta fue 38,84.

El coeficiente de variación fue 10,52 %.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	2973,27	110,12				
Repeticiones	3	411,81	137,27	8,23	3,16	5,09	**
Tratamientos	6	2261,11	376,85	22,58	2,66	4,01	**
Error	18	300,35	16,69				
C V %	10,52						
Media	38,84						

Elaborado: CORO, A. 2015.

** : Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta (Cuadro 14; Gráfico 4) presentó cuatro rangos; En el rango “A” se ubica la aportación de Papa

Siembra + Papa Aporque de la empresa Delcorp (T3) con un valor de 49,68 tubérculos, mientras que el rango “C” se ubica la aportación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) y el testigo absoluto (T7) presentando valores de 25,50 y 25,13 tubérculos por planta; los otros tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
3	49,68	A
2	45,15	AB
1	44,28	AB
6	42,18	AB
4	40,00	B
5	25,50	C
7	25,13	C

Elaboración: Coro, A. 2015.

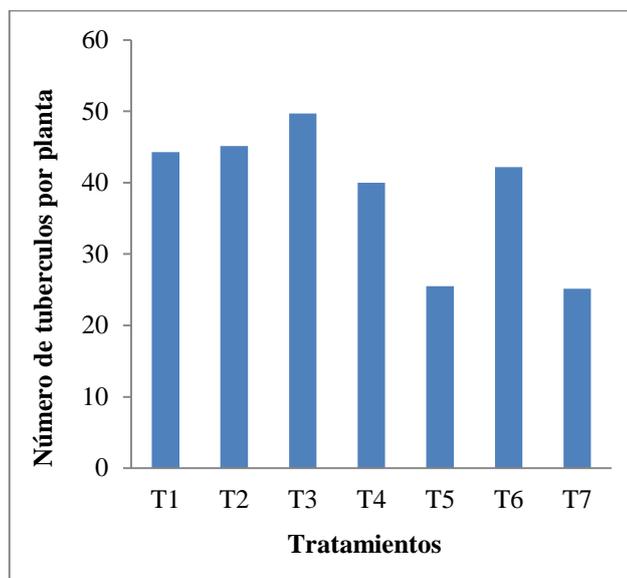


GRÁFICO 4. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA.

7. Rendimiento por categorías

a. Categoría gruesa o primera (81-120g)

El análisis de varianza para la categoría gruesa (kg/parcela neta) (Cuadro 15), presentó diferencias altamente significativas tanto para repeticiones como para tratamientos.

En promedio el rendimiento de categoría gruesa (kg/parcela neta) fue de 0,51. El coeficiente de variación fue 29,54 %.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA GRUESA O PRIMERA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	2,80	0,10				
Repeticiones	3	0,40	0,13	5,92	3,16	5,09	**
Tratamientos	6	1,99	0,33	14,70	2,66	4,01	**
Error	18	0,41	0,02				
C V %	29,54						
Media	0,51						

Elaborado: CORO, A. 2015.

** : Altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de la categoría gruesa (kg/parcela neta) (Cuadro 16; Gráfico 5) presentó 2 rangos; en el rango “A” se ubicaron los tratamientos en los que se aportó papa inicio + papa finalizador de la empresa Brentag (T2) , Fertipapa siembra plus+ Fertipapa aporque plus de la empresa Fertisa (T1), Mix papa siembra + Mix papa aporque de la empresa Agripac (T4), Papa siembra + Papa aporque de la empresa Delcorp (T3) y la aplicación de 10 30 10 + 8 20 20 que corresponde a nuestro testigo agricultor (T6) con medias de 0,80; 0,69; 0,66; 0,64 y 0,58 kg/parcela neta, mientras que el rango “B” se ubicó la aportación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) y el testigo absoluto (T7) con 0,14 y 0,07 kg/parcela neta.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA GRUESA O PRIMERA.

TRATAMIENTO	MEDIAS (kg)	RANGO
2	0,80	A
1	0,69	A
4	0,66	A
3	0,64	A
6	0,58	A
5	0,14	B
7	0,07	B

Elaboración: Coro, A. 2015.

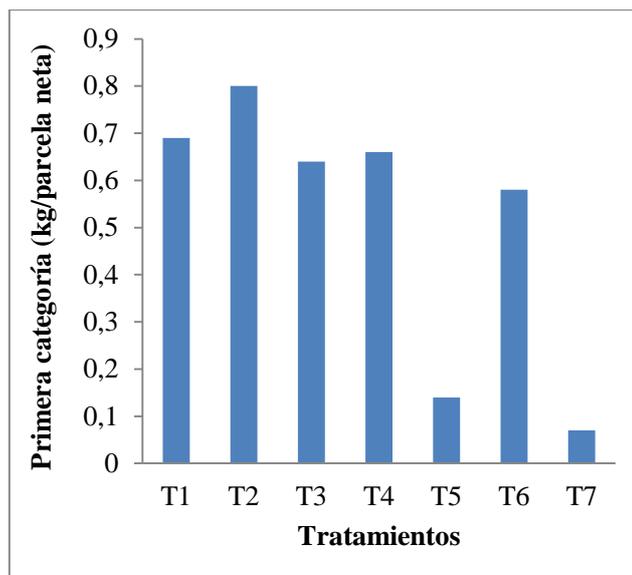


GRÁFICO 5. RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA GRUESA O PRIMERA (kg/pn)

b. Categoría mediana o segunda (61-80g)

El análisis de varianza para la categoría mediana (kg/parcela neta) (Cuadro 17), presentó diferencias altamente significativas tanto para repeticiones como para tratamientos.

En promedio el rendimiento de categoría mediana (kg/parcela neta) fue 0,55. El coeficiente de variación fue 17,33 %.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA MEDIANA O SEGUNDA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	1,28	0,05				
Repeticiones	3	0,43	0,14	15,85	3,16	5,09	**
Tratamientos	6	0,70	0,12	12,99	2,66	4,01	**
Error	18	0,16	0,01				
C V %	17,33						
Media	0,55						

Elaborado: CORO, A. 2015.

** : Altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de la categoría mediana (kg/parcela neta) (Cuadro 18; Gráfico 6) presentó dos rangos; En el rango “A” se ubicaron las

aportaciones de Papa inicio + papa finalizador de la empresa Brentag (T2), Papa siembra + Papa aporque de la empresa Delcorp (T3), Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus de la empresa Fertisa (T1), 10 30 10 + 8 20 20 que corresponde a nuestro testigo agricultor (T6) y Mix papa siembra + Mix papa aporque de la empresa Agripac (T4) con medias de 0,67; 0,65; 0,64; 0,64 y 0,62 kg/parcela neta, mientras que en el rango “B” se ubicaron el testigo absoluto (T7) y la aportación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa nutrifeed (T5) con medias de 0,31 y 0,29 kg/parcela neta.

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA MEDIANA.

TRATAMIENTO	MEDIAS (kg)	RANGO
2	0,67	A
3	0,65	A
1	0,64	A
6	0,64	A
4	0,62	A
7	0,31	B
5	0,29	B

Elaboración: Coro, A. 2015.

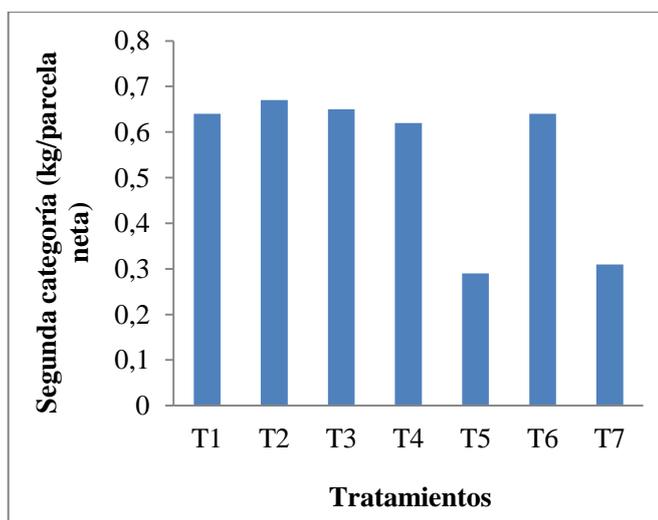


GRÁFICO 6. RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA MEDIANA O SEGUNDA (kg/pn)

c. Categoría pequeña o tercera (30-60g)

El análisis de varianza para la categoría pequeña (kg/parcela neta) (Cuadro 19), presentó diferencia significativa para repeticiones, no así para tratamientos.

En promedio el rendimiento de categoría pequeña (kg/parcela neta) fue 0,30.

El coeficiente de variación fue 29,48 %.

CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA PEQUEÑA O TERCERA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	0,36	0,01				
Repeticiones	3	0,10	0,03	4,40	3,16	5,09	*
Tratamientos	6	0,12	0,02	2,45	2,66	4,01	ns
Error	18	0,14	0,01				
C V %	29,48						
Media	0,30						

Elaborado: CORO, A. 2015.

ns: No significativo

*: Significativo

8. Rendimiento por planta (kg/planta)

El análisis de varianza para el rendimiento por planta (kg/planta) (Cuadro 20), presentó diferencias altamente significativas tanto para repeticiones, como para tratamientos.

En promedio el rendimiento por planta (kg/planta) fue 1,36.

El coeficiente de variación fue 17,73 %.

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO POR PLANTA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	8,93	0,33				
Repeticiones	3	1,58	0,53	9,11	3,16	5,09	**
Tratamientos	6	6,30	1,05	18,14	2,66	4,01	**
Error	18	1,04	0,06				
C V %	17,73						
Media	1,36						

Elaborado: CORO, A. 2015.

** : Altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por planta (kg/planta), (Cuadro 21; Gráfico 7) presentó dos rangos; en el rango “A” se ubican los tratamientos en los que se aportó Papa inicio+ Papa finalizador de la empresa Brentag (T2), Fertipapa siembra plus + fertipapa aporque plus de la empresa Fertisa (T1), papa siembra + papa aporque de la empresa Delcorp (T3), 10 30 10 + 8 20 20 que corresponde al testigo agricultor (T6) y Mix papa siembra + Mix papa aporque de la empresa Agripac (T4) con medias de 1,76; 1,67; 1,64; 1,62 y 1,59 kg/planta, mientras que en el rango “B” se ubica la aportación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) y el testigo absoluto (T7) con medias de 0,64 y 0,58 kg/planta.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO POR PLANTA.

TRATAMIENTO	MEDIAS (kg)	RANGO
2	1,76	A
1	1,67	A
3	1,64	A
6	1,62	A
4	1,59	A
5	0,64	B
7	0,58	B

Elaboración: Coro, A. 2015.

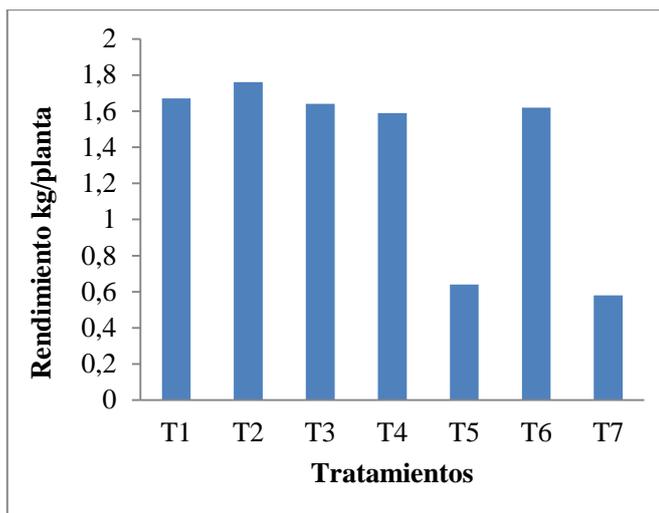


GRÁFICO 7. RENDIMIENTO POR PLANTA (kg/PLANTA)

9. Rendimiento por hectárea (kg/ha)

El análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (kg/ha) (Cuadro 22), presentó diferencias altamente significativas tanto para repeticiones, como para tratamientos.

En promedio el rendimiento por hectárea (kg/ha) fue 28267,27.

El coeficiente de variación fue 17,73 %.

CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO POR HECTÁREA.

FV	GL	SC	CM	FC	F. Tabulado		Significancia
					0,05	0,01	
Total	27	3874210921,23	143489293,38				
Repeticiones	3	686420106,85	228806702,28	9,11	3,16	5,09	**
Tratamientos	6	2735455318,67	455909219,78	18,14	2,66	4,01	**
Error	18	452335495,70	25129749,76				
C V %	17,73						
Media	28267,27						

Elaborado: CORO, A. 2015.

** : Altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por hectárea (kg/ha), (Cuadro 23; Gráfico 8) presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron los tratamientos en los que se aportaron Papa inicio + papa finalizador de la empresa Brentag (T2), Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus de la empresa Fertisa (T1), Papa siembra + Papa aporque de la empresa Delcorp (T3), 10 30 10 + 8 20 20 que corresponde a nuestro testigo agricultor (T6) y Mix papa siembra + Mix papa aporque de la empresa Agripac (T4) con medias de 36667,84 kg/ha, 34792,78 kg/ha, 34219,85 kg/ha, 33646,91 kg/ha y 33073,98 kg/ha . Mientras que en el rango “B” se ubicó la aportación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) y el testigo absoluto (T7) con medias de 13333,76 kg/ha y 12135,81 kg/ha respectivamente.

CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO POR HECTÁREA.

TRATAMIENTO	MEDIAS (kg)	RANGO
2	36667,84	A
1	34792,78	A
3	34219,85	A
6	33646,91	A
4	33073,98	A
5	13333,76	B
7	12135,81	B

Elaboración: Coro, A. 2015.

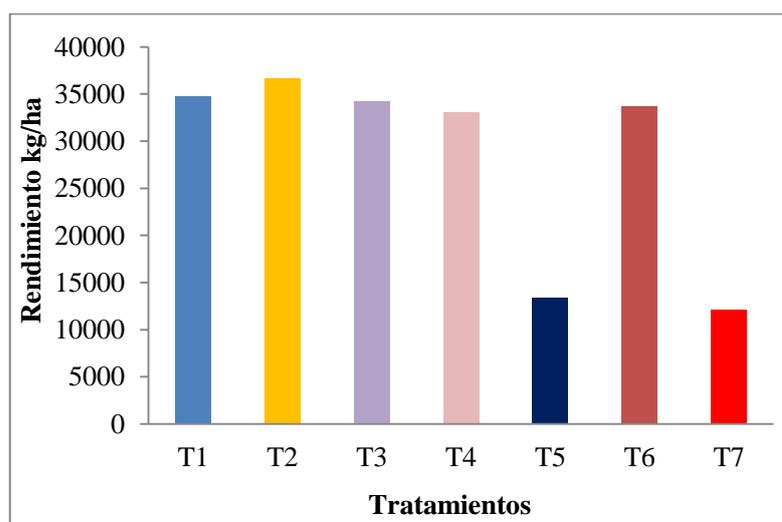


GRÁFICO 8. RENDIMIENTO (kg/ha) POR TRATAMIENTOS

10. Análisis económico de los tratamientos en estudio

El testigo absoluto (T7) presentó el menor costo variable 551,83 USD/ha mientras que el tratamiento que presentó el mayor costo que varía fue con la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2) con un valor de 2817,83 \$/ha (Cuadro 26).

El beneficio neto de los diferentes tratamientos en estudio (Cuadro 26), determina que la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2) presenta el mayor beneficio neto con 3293,95 \$/ha; mientras que con la aportación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) se presenta el menor beneficio neto con -43,53 \$/ha.

En el análisis de dominancia de los tratamientos (Cuadro 27) se observa que los tratamientos en los que se aportó papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2); fertipapa siembra plus + fertipapa aporque plus de Fertisa (T1); mix papa siembra + mix papa aporque de Agripac (T4); 10 30 10 + 8 20 20 que es el testigo agricultor (T6) y el testigo absoluto (T7) resultaron no dominados (ND).

Como se puede observar en el Cuadro 28, la tasa de retorno marginal es de 306,84 % con el paso del tratamiento T2 (papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag) a T1 (fertipapa siembra plus + fertipapa aporque plus de Fertisa) , con el paso de T1 (fertipapa siembra plus + fertipapa aporque plus de Fertisa) a T4 (mix papa siembra + mix papa aporque de Agripac) la tasa de retorno marginal es de 95,19 %, con el paso de T4 (mix papa siembra + mix papa aporque de Agripac) a T6 (10 30 10 + 8 20 20 testigo agricultor) la tasa de retorno marginal es de 247,53%; con el paso de T6 (10 30 10 + 8 20 20 testigo agricultor) a T7 (testigo absoluto) la tasa de retorno marginal es de 93,30%.

CUADRO 24. RENDIMIENTO POR HECTÁREA (kg/ha)

RENDIMIENTO KG/HA TOTAL						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	35626,14	42293,02	32292,70	28959,26	139171,12	34792,78
T2	38126,22	40417,96	42709,70	25417,48	146671,36	36667,84
T3	32292,70	36459,50	40001,28	28125,90	136879,38	34219,85
T4	39584,60	34584,44	32501,04	25625,82	132295,90	33073,98
T5	24792,46	14375,46	8333,60	5833,52	53335,04	13333,76
T6	49168,24	31876,02	31459,34	22084,04	134587,64	33646,91
T7	14167,12	18542,26	9583,64	6250,20	48543,22	12135,81

Elaboración: Coro, A. 2015.

CUADRO 25. RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10%.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	32063,53	38063,72	29063,43	26063,33	125254,01	31313,50
T2	34313,60	36376,16	38438,73	22875,73	132004,22	33001,06
T3	29063,43	32813,55	36001,15	25313,31	123191,44	30797,86
T4	35626,14	31126,00	29250,94	23063,24	119066,31	29766,58
T5	22313,21	12937,91	7500,24	5250,17	48001,54	12000,38
T6	44251,42	28688,42	28313,41	19875,64	121128,88	30282,22
T7	12750,41	16688,03	8625,28	5625,18	43688,90	10922,22

Elaboración: Coro, A. 2015.

CUADRO 26. ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DE LOS RENDIMIENTOS.

TRATAMIENTO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	B. BRUTO	C. V.	B. NETO
T1	3609,49	1807,09	8,42	5425,00	2649,02	2775,98
T2	4213,26	1891,47	7,05	6111,78	2817,83	3293,95
T3	3373,23	1835,21	8,60	5217,05	2602,42	2614,63
T4	3438,86	1736,77	7,80	5183,43	2525,26	2658,17
T5	708,77	808,62	5,38	1522,78	1566,30	-43,53
T6	3018,85	1800,06	9,90	4828,81	2423,22	2405,59
T7	341,26	864,87	5,20	1211,33	551,83	659,50

Elaboración: Coro, A. 2015.

CUADRO 27. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	DOMINANCIA
T2	3293,95	2817,83	ND
T1	2775,98	2649,02	ND
T4	2658,17	2525,26	ND
T3	2614,63	2602,42	D
T6	2405,59	2423,22	ND
T7	659,50	551,83	ND
T5	-43,53	1566,30	D

Elaboración: Coro, A. 2015.

CUADRO 28. ANÁLISIS MARGINAL DE LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS.

Tratamiento	Beneficio Neto	B. N. Marginales	Costos Variables	C.V. Marginales	TMR (%)
T2	3293,95		2817,83		
		517,97		168,81	306,84
T1	2775,98		2649,02		
		117,81		123,76	95,19
T4	2658,17		2525,26		
		252,58		102,04	247,53
T6	2405,59		2423,22		
		1746,09		1871,39	93,30
T7	659,50		551,83		

Elaboración: Coro, A. 2015

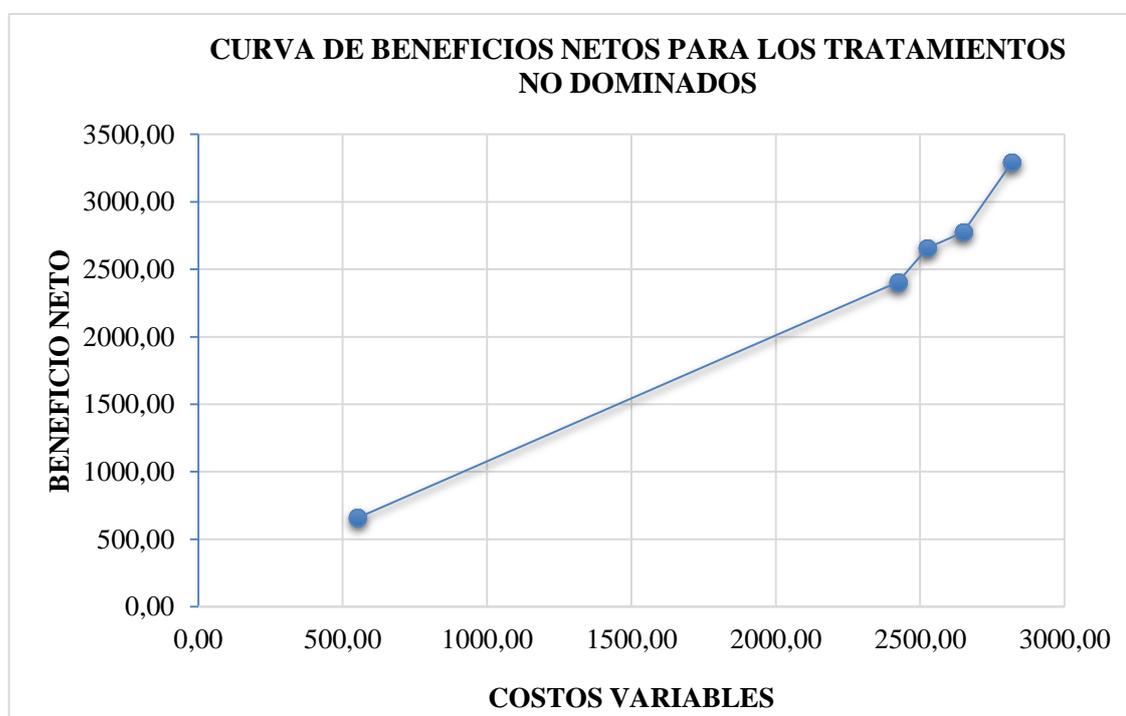


Gráfico 9. CURVA DE BENEFICIOS NETOS PARA LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS.

B. DISCUSIONES

1. Días a la emergencia

Los días a la emergencia, no dependió de las tecnologías químicas utilizadas. De acuerdo con Sifuentes et al., (2009), dice que la emergencia de la papa depende de factores importantes como son precipitación, humedad, temperatura, aireación del suelo, madurez del tubérculo-semilla mas no de la fertilización, puesto que los brotes utilizan las reservas que se encuentran en los tuberculos para poder emerger, de ahí que es importante la calidad del tubérculo semilla. Lo que concuerda con nuestro resultado ya que se uso tuberculos semilla de calidad y se presentaron las condiciones ambientales adecuadas para que ocurra el proceso como podemos observar en los Anexos 3 y 4, es así que la emergencia ocurrió a los 44,46 días después de la siembra.

2. Altura de la planta

La mayor altura de la planta se alcanzó en los tratamientos papa inicio + papa finalizador (T2) con 210 kg N/ha y fertipapa siembra plus + fertipapa aporque plus (T1) con 172,5 kg N/ha, en comparación con el testigo absoluto (T7) y la aportación de 10 30 10 + 8 20 20 de la empresa Nutrifeed (T5) con 135 kg N/ha como podemos observar en el Cuadro 7, esto se debe a que los formulados que presentan la mayor altura contienen una mayor concentración de nitrógeno tanto en forma amoniacal y nítrica lo cual facilita su asimilación, además contiene fósforo, potasio y micronutrientes los mismos que influyen para la obtención de plantas más desarrolladas y suculentas. Lo que concuerda con Espinoza, Gil & Obispo (2009), quienes indican que el nitrógeno es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal: aminoácidos (proteínas estructurales y enzimas), ácidos nucleicos, clorofila, citocromo.

3. Días a la floración

Los tratamientos que llegaron en más días a la floración son Papa inicio + Papa finalizador (T2) con 210 kg N/ha – 247,5 kg P₂O₅/ha, Mix Papa siembra + Mix Papa aporque (T4) con 210 kg N/ha – 225 kg P₂O₅/ha, Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus (T1) con 172,5 kg N/ha – 330 kgP₂O₅/ha y Papa siembra + Papa aporque plus (T3) con 195 kg N/ha – 225 kg P₂O₅/ha, los cuales se demoraron 8,2 % más (13

días) en comparación con los otros tratamientos los cuales fueron más precoces en la aparición de la flor esto se debe a la concentración de nitrógeno y fósforo en las formulaciones usadas. Lo que concuerda con Becerra, Navia de Mosquera & Núñez (2007), quienes indican que la planta de papa debe ser bien abastecida de nitrógeno y fósforo en los estados iniciales de desarrollo de la planta con el fin de desarrollar los órganos vegetativos, y que una deficiencia conduce a una prematura formación floral y por otro lado un exceso produce un retraso de la misma, señalan además que la etapa de floración coincide con la etapa de tuberización, es así que al realizar una aplicación oportuna de estos elementos se ayuda a intensificar dichos eventos.

4. Porcentaje de incidencia de lanca (*Phytophthora infestans*).

No se presentó Lanca (*Phytophthora infestans*) durante el desarrollo del ensayo, lo que se atribuye a la nutrición balanceada de los formulados químicos usados especialmente del macronutriente nitrógeno, y a los controles químicos preventivos oportunos realizados ante las condiciones climáticas presentes en el área del ensayo (Anexo 3). Lo que concuerda con Pumisacho & Sherwood (2002), quienes indican que con una nutrición balanceada se permite desarrollar mecanismos naturales de defensa de la planta, señalan también que se debe evitar el uso alto de nitrógeno ya que favorece a un mayor crecimiento vegetativo facilitando así la infección del patógeno contribuyendo así a aumentar la severidad de la enfermedad indican además que las condiciones climáticas en la sierra favorecen el desarrollo de epidemias, en particular temperaturas moderadas entre 12 a 18°C, alta humedad imperante en la época de temporal, niebla y lluvias matinales y sol intenso por las tardes, así como la siembra escalonada de papa durante todo el año.

5. Días a la madurez

Los tratamientos que llegaron en más días a la madurez son Mix Papa siembra + Mix Papa aporque (T4) con 210 kg N/ha y Papa inicio + Papa finalizador (T2) con 210 kg N/ha, los cuales se demoraron un 10,16 % más (23 días) en comparación con el testigo absoluto (T7) con 0 kg N/ha, como podemos observar en el Cuadro 12, esto se debe a la concentración de nitrógeno en los abonos sintéticos usados y a la disponibilidad de los mismos (Cuadro 1). Contreras (2001), indica que el ciclo de los cultivos se acelera cuando no se da un suministro adecuado de nutrientes, cuando presenta baja

disponibilidad de los mismos y cuando no se da un abastecimiento adecuado de agua. Lo que concuerda con nuestro resultado ya que el testigo absoluto (T7) fue mas precoz.

6. Número de tubérculos por planta

El mayor número de tubérculos por planta se alcanzó con la aportación de papa siembra + papa aporque de la empresa Delcorp (T3) con 225 kg P₂O₅/ha, con una media de 49,68 tubérculos, mientras que la menor tasa de multiplicación presentó el testigo absoluto (T7) con 0 kg P₂O₅/ha, con una media de 25,13 tubérculos como podemos observar en el Cuadro 14. Este tratamiento alcanzó una mayor tasa de multiplicación con una diferencia de 24,55 tubérculos en comparación con el tratamiento que se encuentra en el último rango, esto se debe a la buena disponibilidad de fósforo aportado al usar estos fertilizantes edáficos. Lo que concuerda con Garcia (2013), quien dice que el fósforo actúa a favor del desarrollo de raíces, adelanta la tuberización e induce a la obtención de un mayor número de tubérculos mejorando la calidad de los mismos y reduciendo su sensibilidad a daños.

7. Rendimiento por categorías

El mejor rendimiento en las categorías primera y segunda con medias de 0,80 y 0,67 kg/parcela neta (Cuadro 16 y Cuadro 18) se presentó con la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2), cuya composición es de 210 kg N/ha; 247,5 kg P₂O₅/ha; 255 kg K₂O/ha; 67,5 kg CaO/ha; 45,0 kg Mg/ha ; 67,5 kg S/ha; 1,7 kg Zn/ha; 2,2 kg B/ha (Cuadro 3). Esto se debe a la formulación balanceada, alta solubilidad y a la fácil disponibilidad de nutrientes que se presentó con la aplicación de estos abonos sintéticos lo que se vio traducido en una mejor utilización por parte de la planta de papa. Arias & Arnaude (2010), señalan que una fertilización balanceada en el cultivo de papa se constituye en un factor vital de manejo que permite obtener una adecuada nutrición, fundamental para alcanzar mayor calidad de los tubérculos y máxima producción por unidad de superficie.

8. Rendimiento por planta

El mejor rendimiento por planta (Cuadro 21) con una media de 1,76 kg/planta se presentó con la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2) respectivamente como se puede observar en el gráfico 7. Se atribuyen estos

resultados debido a que la formulación de este tratamiento fue más balanceada y de fácil disponibilidad al hacer uso de estos abonos sintéticos. Castillo (citado por Duarte & Guerrón, 2011), afirma que con un buen aporte nutricional se obtiene una mayor producción tanto en cantidad como en calidad.

9. Rendimiento por hectárea

El mejor rendimiento kg/ha (Cuadro 23) con una media de 36667,84 kg/ha se presentó con la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2) respectivamente como se puede observar en el gráfico 8. Se atribuyen estos resultados a la formulación balanceada, alta solubilidad, fácil disponibilidad para las plantas. Valverde, Córdova & Parra (1998), señalan que con una fertilización química al suelo primeramente se logra completar los nutrientes del suelo, reponemos nutrientes que fueron removidos por cultivos anteriores y lo más importante se incrementa los rendimientos.

10. Análisis económico de los tratamientos

La mayor tasa de retorno marginal se presentó con la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2) con 306,84 %. Lo que quiere decir que por cada dólar invertido se recupera el dólar y adicionalmente se gana 3,07.

VI. CONCLUSIONES

- A.** Bajo condiciones ambientales de la Comunidad Santa Julia, Parroquia de Tixán, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo, el cultivo de papa variedad Superchola, presentó diferencias entre las seis tecnologías de fertilización química usados dentro de las cuales sobresale el abono y formulación de Brentag, ya que se determinó la obtención de los mejores resultados en las variables días a la floración, días a la madurez, altura de la planta, número de tubérculos por planta, rendimiento de la primera categoría, rendimiento de la segunda categoría, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea.
- B.** La aportación de 210 kg N/ha; 247,5 kg P₂O₅/ha; 255 kg K₂O/ha; 67,5 kg CaO/ha; 45,0 kg Mg/ha; 67,5 kg S/ha; 1,7 kg Zn/ha; 2,2 kg B/ha de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag se considera como la mejor tecnología por presentar el mayor rendimiento agronómico con un valor de 36,67 tn/ha que supera en un: 5,13 % al rendimiento de la tecnología de Fertisa, en un 6,68 % a la tecnología de Delcorp, en un 8,24 % a la tecnología del testigo agricultor, en un 9,82 % a la tecnología de Agripac, en un 63,65 % a la tecnología de Nutrifeed, y en un 66,89 % al testigo absoluto; además supera con el 18.2 % en relación al promedio provincial de la variedad que es de 30 tn/ha.
- C.** Económicamente el tratamiento con una mayor tasa de retorno marginal se obtuvo mediante la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag con 306,84 %.

VII. RECOMENDACIONES

- A.** Aportar papa siembra + papa finalizador de la empresa Brenntag para obtener agronómica y económicamente mayores rendimientos.
- B.** Realizar investigaciones con otras variedades comerciales del sector.
- C.** Experimentar con abonos químicos foliares.
- D.** Realizar investigaciones utilizando otras fuentes sintéticas y combinarlas con abonos orgánicos del sector.
- E.** Realizar estudios sobre la resistencia a enfermedades en base a la aportación de la mejor tecnología de fertilización.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: Evaluar 6 tecnologías de fertilización química, en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), en la Comunidad Santa Julia, Parroquia Tixán, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo, utilizado el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 7 tratamientos incluido el testigo absoluto con 4 repeticiones. Se evaluó parámetros como: días a la emergencia, altura de la planta, días a la floración, porcentaje de incidencia de lancha, madurez del tubérculo, número de tubérculos por planta, rendimiento por categorías, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea. Existió diferencias entre las tecnologías usadas en este ensayo en: altura de la planta con una media de 57,66 cm; días a la floración con 153,50 días; días a la madurez con 220,75 días; número de tubérculos por planta con 38,24; Rendimiento de la categoría gruesa con 0,51 kg/pn; Rendimiento de la categoría media con 0,55 kg/pn; Rendimiento por planta con 1,36 kg/pn; Rendimiento por hectárea con 28267,27 kg/ha. La mejor tecnología se presentó con la aportación de papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag (T2) ya que se obtuvo el mayor rendimiento promedio con un valor 36667,84 kg/ha, dicho tratamiento fue además el más costoso presentando un valor 2817,83 USD pero también presentó el mayor beneficio neto con 3293,95 USD. La mayor tasa de retorno marginal se presentó en el paso de T2 (papa inicio + papa finalizador de Brenntag) a T1 (Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus de Fertisa) con 306,84 % como se puede apreciar en el Cuadro 28. Se recomienda aplicar papa inicio + papa finalizador de la empresa Brenntag para obtener altos rendimientos y tubérculos de calidad.



VIII. SUMMARY

The present investigation proposes evaluating 6 technologies of chemical fertilization in the potato culture yield (*Solanum tuberosum L.*), in the Santa Julia Community, Tixan Parish, Alausi Canton, Chimborazo Province using the complete at random block design (DBCA) with 7 treatments including the absolute control with replications. Parameters such as days at emergency, plant height, days at flourishing, pest inside percentage, tuber maturity, tuber number per plant, yield per categories, yield per plant and yield per hectare were evaluated. There were differences between the technologies used the essay in plant height with a mean of 57.66cm; flourishing days with 153.50 days; maturity days with 220.75 days; tuber number per plant with 38.24; yield of gross category with 0.51 kg/pn; medium category yield with 0.55 kg/pn; yield per plant with 1,36 kg/pn; yield per hectare with 28267.27 kg/ha. The best technology was seen with the contribution of potato beginner + potato finishing of the Brentag (T2) enterprise as the best average yield was obtained with value of 36667.84 kg/ha. Such a treatment was the most expensive showing a value of 2817.83 USD, but it also presented the best net benefit with 3293.95 USD. The highest marginal return rate was presented in the T2 step (potato beginner + potato finishing of Brentag) at T1 (Fertipotato sowing plus + fertipotato culture plus Fertisa) with 306.84% as it can be seen in the Chart 28. It is recommended to apply potato beginner + potato finisher of the Brentag enterprise to obtain high yields and quality tubers.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Alba, J. (2001). La papa una planta C-3. Revista de la Papa. Año 3. N. 10.
2. Alonso, F. (2002). El cultivo de la patata. Madrid, España: Mundi-Prensa. 495 p.
3. Andrade, J. (1995). Boletín Divulgativo INIAP-Fripapa 99. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Disponible en: http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/ficha_tecnica_fripapa. Consultado el: 2014-12-16.
4. Arce, L. (2002). Manejo Agronómico de semilleros de papa de alta calidad. Lima, PE. Instituto Nacional de Investigaciones y Extensión Agraria. 458 p.
5. Arcos, F. (2008). Apuntes impartidos en la clase de la cátedra de fertilización. Riobamba: ESPOCH
6. Arias, K. & Arnaude, O. (2010). Efecto de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa variedad Granola. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Experimental de Táchira, Venezuela.
7. Barrera, L. (1995). Suelos y Fertilización del Cultivo de la Papa. pp. 31- 55. En: Memorias. Seminario Fertilización de Cultivos. Sociedad Colombiana de Suelos. Medellín.
8. Bergonzi, R. (2013). Importancia del peso específico de la papa en la Industria procesadora. Disponible en <http://www.argenpapa.com.ar/default.asp?id=182>. Consultado el: 2015 - 05- 04.
9. Becerra, L., Navia de Mosquera, S. & Núñez, C. (2007). Revista Latinoamericana de la papa. 14(1):51-60.
10. Cáceres, H. (1991). Fertilización en: Aspectos tecnológicos en el cultivo de papa en el Ecuador. Situación actual y problemas de la producción de la papa en el Ecuador. Quito, Fundación para el Desarrollo Agropecuario. pp. 7 – 12.

11. Cáceres, H. (2002). Aspectos Tecnológicos del cultivo de papa en el Ecuador. Proyecto Kellog. Quito-Ecuador. pp. 95-99
12. CIMMYT. (2008). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. p.20-30.
13. Contreras, A. (2001). Eco fisiología del rendimiento de papa. Revista de la papa. Pp. 10,15,16.
14. Coraspe, H. (2000). Aspectos Agronómicos de la Producción de Semilla de Papa. Revista FONOIAP DIVULGA. no 65. pp. 19-23.
15. Chamorro, F. (2002). Manejo del cultivo de papa en la provincia del Carchi.. Quito, Ecuador: FUNDAGRO. 33 p.
16. Chase, S. & Reveal, M. (2009). La papa. Disponible en: <http://zhiotm.blogspot.com/2011/04/la-papa-taxonomia-y-nombres-comunes.html>. Consultado el: 2015 - 03- 05.
17. Da Silva, R. (2002). Teorías de la administración. Brasil: Cengage Learning.
18. Dean, L., Kendal, R., Schapiro, S., Thierry, B. & Laland K. (1977). Chemical composition and ultrastructure of suberin from hollow heart tissue of potato tuber (*Solanum tuberosum*). pp. 1008 – 1010 México: Limus.. 345 p.
19. Duarte, L. & Guerrón, P. (2011). Efecto del manejo fisionutricional en la fijación de sólidos en papa (*Solanum tuberosum*) para industria en las variedades Cápiro y Superchola en la Provincia de Carchi. (Tesis de grado, Ingeniero Agropecuario). Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador.
20. Echeverría, H. (2005). Papa. En: Fertilidad de suelos y Fertilización de cultivos. Ediciones INTA. pp. 365-378.
21. Egúsqüiza, R. (2000). La papa producción, transformación y comercialización. Lima, Perú: CIMAGRAF. 203 p.

22. FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. 4ª, Edición Roma. p. 8
23. Ferraro, R. (2005). Para qué sirve la tecnología: un desafío para crecer. 1ª. Edición. Buenos Aires. 125 p.
24. Franco, J. (2002). El cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala: Ministerio de Agricultura. p. 145.
25. Fraume, N. (2007). Diccionario ambiental. Bogotá – Colombia: Kimpres Ltda. p. 465.
26. FUNDAGRO. (1991). Aspectos tecnológicos del cultivo de papa en el Ecuador. Serie Técnica N° 4. Centro Editorial de la Fundación Simón Bolívar. Quito, Ecuador. 260 p.
27. Gallbraith, K. (1972). El nuevo estado industrial. Disponible en: http://148.206.107.15/biblioteca_digital/capitulos/95-2551wzr.pdf. Consultado el: 2015-03-20
28. Garcia, G. (2013). Orientaciones para el cultivo de papa fresca. Disponible en: www.costanoroeste.org/administración. Consultado el: 2014-11-18
29. Gonzáles, J. (2002). Diccionario de la Lengua Española. 22ª. Edición. Disponible en: <http://www.raes.es>. Consultado el: 2015 - 07- 06.
30. Guerrero, R. (1998). Fertilización de cultivos en clima frío. Monómeros Colombo-Venezolanos. Santa Fe de Bogotá. 425 p.
31. Guzmán, M. (2004). Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. México: Limusa. 127 p.
32. Hernández & Uriolla. (1993). Los pequeños productores agropecuarios y la apertura comercial. FICA, ILDIS, CIGETRONIC Ltda. Quito, Ecuador, 116 p.
33. Hidalgo, O. (1997). Conceptos Básicos sobre la Producción de Semillas de Papa y de sus Instituciones. Manual técnico del CIP. Bogotá,

34. Hoffman, J. (1999). La Evaluación. Mito y desafío. Una perspectiva constructivista. Porto Alegre: Mediação.
35. Huamán, Z. (1994). Botánica Sistemática y Morfología de la papa en Compendio de Información Técnica. Serie, Manual (8). Lima – Perú. pp. 5 -23.
36. INIAP. (2011). Manual del cultivo de papa. Quito. Manual No. 5 pp. 1 – 2.
37. Instituto de la potasa y el fósforo (INPOFOS). (1993). Diagnóstico del Estado Nutricional de los Cultivos. Ind. Gráfica Screen. Quito-Ecuador.
38. Instituto de la potasa y el fosforo. (1997). Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Norcross, U.S.A.: Instituto de la Potasa y el Fosforo.
39. Kehr, A. (1967). Producción Comercial de la papa. Traducido del inglés por COMMERCIAL PATATO PRODUCCIÓN. México, México: Centro Regional de Ayuda Técnica para el desarrollo Internacional (I. A. D). pp. 22-24
40. Killian, Z. (2004). Planificación y control de la producción. Quito
41. Mengel, K. & Kirby, E. (2000). Principios de nutrición vegetal. 4º Edición. 1º en español. Basilea, Suiza: Instituto Internacional de la Potasa. p. 607.
42. Mesthene, E. (1969). El papel de la tecnología en la sociedad. 1969. Barcelona.
43. Montesdeoca, F. (2005). Guía para la comercialización y uso de la semilla de papa. PNRT-INIAP-Proyecto Fortipapa, 40 p.
44. Moya, R. (1984). El cultivo de la papa, una Aproximación Cultural. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Capacitación. Documento N° 1 p 15.
45. Muñoz, F. & Cruz, L. (1984). Manual del cultivo de papa. Quito: INIAP. 44 p.
46. Muñoz, D. (2000). Alternativa de nutrición para el cultivo de Papa. Colombia, pp. 70-75.
47. Naranjo, H. (1978). Labores de siembra, cultivo y cosecha en campos de producción de semilla de papa. En memorias del I Curso Internacional

sobre producción de semilla de papa. Quito, Ecuador, 16 al 27 de octubre de 1978. pp. 1-57, 59-117, 118-192.

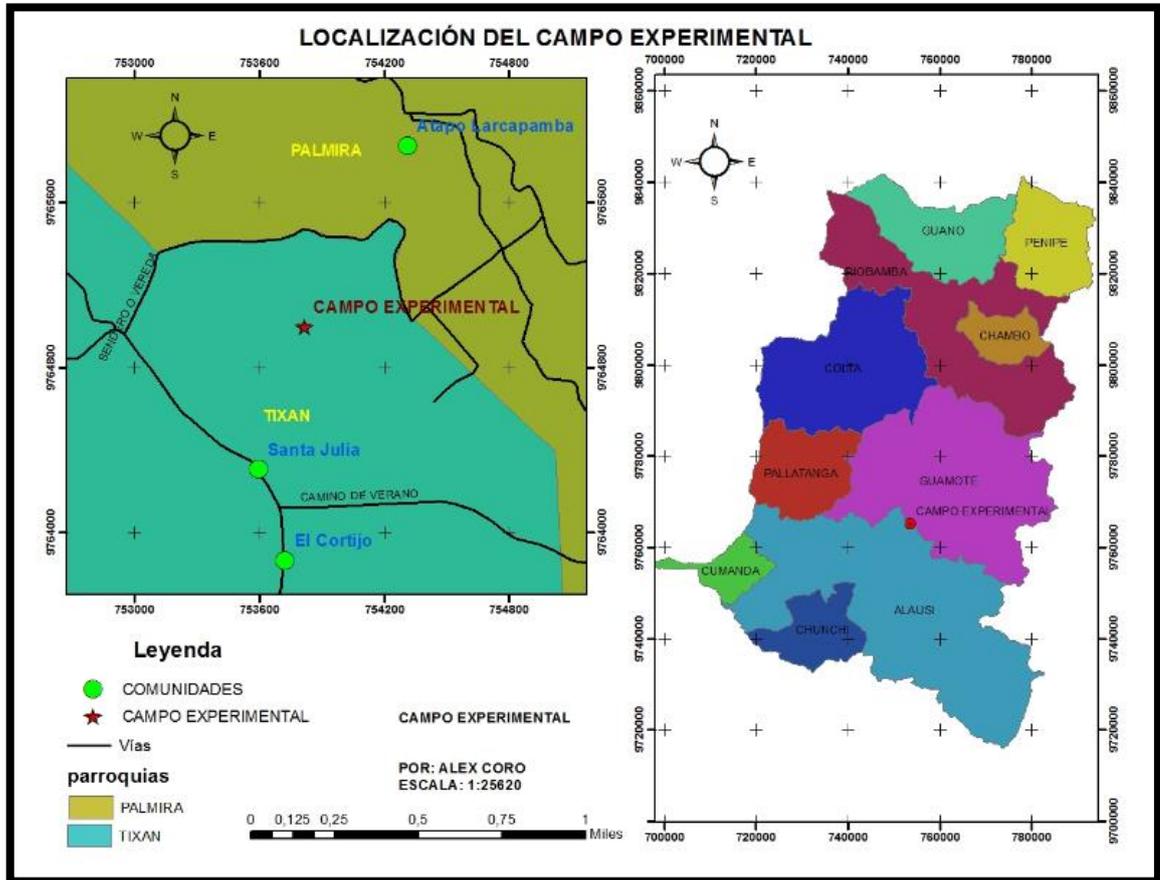
48. Navarro, G. (2003). Química Agrícola. Madrid, España: Mundi-Prensa.
49. Oyarzún, P., Chamorro, F., Córdova, J., Merino, F., Valverde, F & Velázquez, J. (2002). Manejo Agronómico. En: El cultivo de la papa en Ecuador. Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds). Quito: INIAP, CIP. pp. 51-82.
50. Porras, P. (2005). Problemática general del sistema productivo de papa con énfasis en fisiología y manejo de suelos. En: Memorias I Taller Nacional sobre Suelos, Fisiología y Nutrición Vegetal en el Cultivo de la Papa. Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa (CEVIPAPA). Bogotá, Colombia. 103 p.
51. Pourrut, L. (1998). Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos. Documentos de Investigación N° 4. Centro ecuatoriano de Información Geográfica y ORSTOM.
52. Proyecto SICA-MAG. (2008). Superficie, producción y rendimiento de papa. Quito.
53. Pumisacho, M. & Sherwood, S. (2002). el cultivo de papa en Ecuador. Quito INIAP-CIP. 229 p.
54. Pumisacho, M. & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de la papa para pequeños productores. Quito – Ecuador: . INIAP – COSUDE pp. 10 -102.
55. Ramírez, O., Cabrera, A & Corbera, J. (2004). Fertilización nitrogenada de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Holguin. Dosis óptima de nitrógeno. 25(2):75-80.
56. Reinoso, R. (2007). El cultivo de papa y su participación en la economía ecuatoriana, PNRT-Papa. Quito.
57. Robbins, S. & Coulter, M. (2005). Administración, 8ª. Edición, México, p 8.

58. Rodríguez, J. (2000). La fertilización de los cultivos: un método racional. 2a. Edición. Salamanca-España. 291 p.
59. Rojas, C. (2015). Interpretación de la disponibilidad de fósforo en los suelos de Chile. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33852.pdf>. Consultado el: 2015-06-16.
60. Sánchez, C. (2003). Cultivo y Comercialización de la papa. Lima – Perú. pp. 9 -74 -117.
61. Sifuentes, E. (2009). Descripción morfológica de papas nativas cultivadas en San Juan de la Libertad (Huanuco). (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. ThompsonSA DCB pág. 20.
62. Suárez, L., Giletto, C., Rattín, J., Echeverría, H & Caldiz, D. (2006). Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de tubérculos en papa para industria. Informaciones Agronómicas del Cono Sur N° 32. pp. 19-21.
63. Torres, C. (2010). Evaluación del efecto de la aplicación de abono orgánico en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad INIAP-FRIPAPA. Tesis de Ing. Agr. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda. 205 p.
64. Tyler, R. (1999). INTRODUCCIÓN Cap. 1, en: Principios básicos del currículo, Troquel, Buenos Aires. Disponible en: http://educacion.idoneos.com/index.php/Evaluaci%C3%B3n/%C2%BFQu%C3%A9_significa_evaluar%3F. Consultado: 2014-11-01.
65. Valverde, F.; Córdova, J.; Parrra, R. (1998). Fertilización del cultivo de papa. Quito – Ecuador: INIAP.
66. Velásquez, D. (1998). Evaluación de algunos parámetros de calidad industrial en 78 genotipos de la Colección Central Colombiana de Papa *Solanum tuberosum* ssp. *andígena*. (Tesis de grado, Ingeniero Agronomo) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia.

- 67.** Villafuerte, O. (2008). Requerimientos edafoclimáticos de la papa. Disponible en http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/req_edafoclimaticos.htm. Consultado 2015-06-23.
- 68.** White, P., Whcatley, R., Hammond, J., & Zhang, K. (2007). Minerals, Soils and roots. In: Vreugdenhil, D. (ed.). Potato biology and biotechnology, advances and perspectives. Elsevier Amtersdan. Pp. 739-752.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Localización del campo experimental.



Elaboración: Coro, A. 2015

Anexo 2. Esquema de distribución del ensayo.

Repetición I	T6	T3	T1	T5	T2	T7	T4
Repetición II	T5	T4	T6	T2	T7	T3	T1
Repetición III	T7	T1	T5	T3	T4	T2	T6
Repetición IV	T1	T3	T6	T4	T2	T5	T7

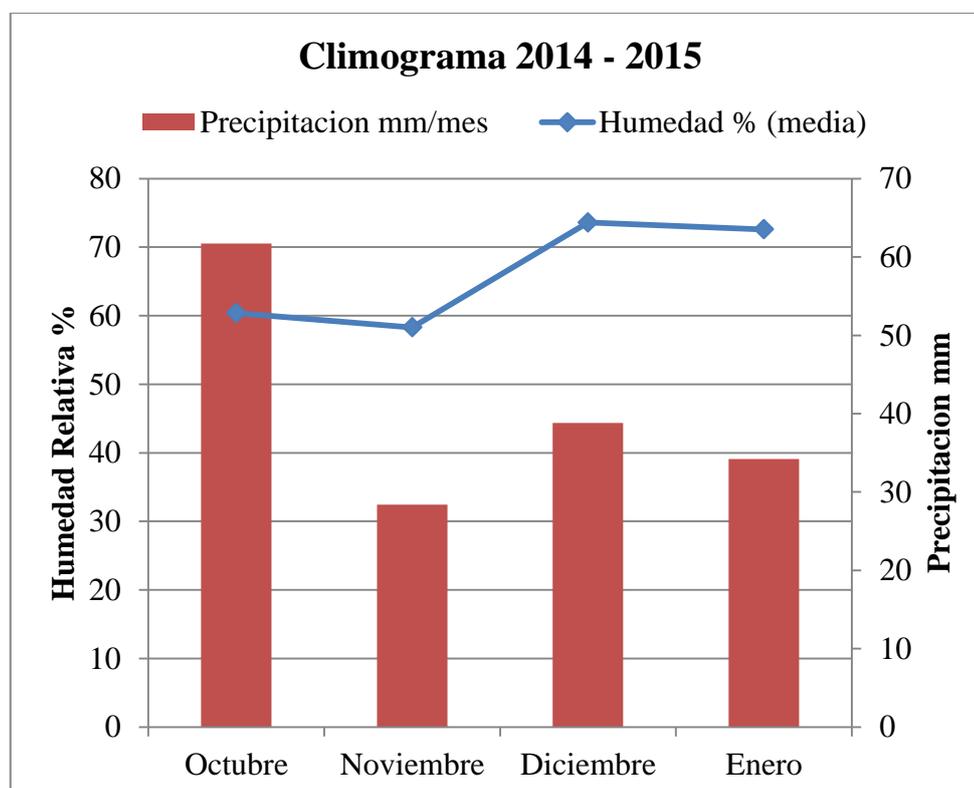
Elaboración: Coro, A. 2015

Anexo 3. Datos climáticos promedios de los meses en que se realizó el ensayo.

MES	Humedad % (media)	Precipitación mm/mes	Temperatura °C
Octubre	60,4	61,7	13,5
Noviembre	58,3	28,4	14,4
Diciembre	73,6	38,8	13,6
Enero	72,6	34,2	13,3

Elaboración: Coro, A. 2015

Anexo 4. Diagrama de temperatura, humedad y precipitación promedio de los meses que se realizó el ensayo.



Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 5. Porcentaje de emergencia

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	44	43	43	44	174	43,50
T2	44	45	44	45	178	44,50
T3	44	45	45	44	178	44,50
T4	45	45	43	45	178	44,50
T5	45	45	45	45	180	45,00
T6	43	44	45	45	177	44,25
T7	45	45	45	45	180	45,00

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 6. Altura de la planta.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	67,8	61,8	61,8	69,5	260,90	65,23
T2	64,7	68,3	73,7	65,4	272,10	68,03
T3	67,4	69,4	70,1	68,7	275,60	68,90
T4	59,9	63,5	65,1	62,6	251,10	62,78
T5	37,2	34,8	37,1	34,2	143,30	35,83
T6	63,4	69,3	64,2	69,5	266,40	66,60
T7	39,1	40	32,5	33,6	145,20	36,30

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 7. Días a la floración.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	158	160	157	157	632	158,00
T2	158	161	159	156	634	158,50
T3	157	160	158	157	632	158,00
T4	158	160	157	158	633	158,25
T5	146	147	145	144	582	145,50
T6	150	152	150	151	603	150,75
T7	147	141	147	147	582	145,50

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 8. Porcentaje de incidencia de Lancha.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	0,71	0,71	0,71	0,71	2,83	0,71
T2	0,71	0,71	0,71	0,77	2,90	0,72
T3	0,71	0,77	0,71	0,71	2,90	0,72
T4	0,77	0,71	0,71	0,77	2,96	0,74
T5	1,22	0,77	0,71	0,77	3,48	0,87
T6	0,71	0,71	0,71	0,71	2,83	0,71
T7	1,22	0,71	0,77	0,71	3,41	0,85

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 9. Madurez del tubérculo.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	224	225	222	221	892	223,00
T2	231	234	225	224	914	228,50
T3	223	223	224	223	893	223,25
T4	230	233	235	231	929	232,25
T5	210	214	209	208	841	210,25
T6	219	221	218	219	877	219,25
T7	209	211	208	207	835	208,75

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 10. Número de tubérculos por planta.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	42,1	45,5	42	47,5	177,10	44,28
T2	49,3	47,4	47	36,9	180,60	45,15
T3	46,8	55,4	50,1	46,4	198,70	49,68
T4	42,8	47	34,1	36,1	160,00	40,00
T5	32,2	28,2	21,2	20,4	102,00	25,50
T6	47,4	51,9	36,9	32,5	168,70	42,18
T7	29,8	30,2	19,1	21,4	100,50	25,13

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 11. Rendimiento primera categoría

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	0,58	0,85	0,91	0,41	2,75	0,69
T2	0,74	0,7	1,15	0,62	3,21	0,80
T3	0,66	0,62	0,92	0,37	2,57	0,64
T4	0,7	0,53	0,78	0,61	2,62	0,66
T5	0,31	0,22	0,01	0,00	0,54	0,14
T6	0,83	0,44	0,75	0,28	2,30	0,58
T7	0,01	0,15	0,1	0,00	0,26	0,07

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 12. Rendimiento segunda categoría

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	0,74	0,81	0,42	0,6	2,57	0,64
T2	0,78	0,84	0,67	0,4	2,69	0,67
T3	0,68	0,67	0,7	0,56	2,61	0,65
T4	0,8	0,74	0,53	0,4	2,47	0,62
T5	0,56	0,28	0,18	0,13	1,15	0,29
T6	0,88	0,65	0,53	0,5	2,56	0,64
T7	0,42	0,45	0,22	0,14	1,23	0,31

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 13. Rendimiento tercera categoría

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	0,39	0,37	0,22	0,38	1,36	0,34
T2	0,31	0,4	0,23	0,2	1,14	0,29
T3	0,21	0,46	0,3	0,42	1,39	0,35
T4	0,4	0,39	0,25	0,22	1,26	0,32
T5	0,32	0,19	0,21	0,15	0,87	0,22
T6	0,65	0,44	0,23	0,28	1,6	0,40
T7	0,25	0,29	0,14	0,16	0,84	0,21

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 14. Rendimiento por planta.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	1,71	2,03	1,55	1,39	6,68	1,67
T2	1,83	1,94	2,05	1,22	7,04	1,76
T3	1,55	1,75	1,92	1,35	6,57	1,64
T4	1,9	1,66	1,56	1,23	6,35	1,59
T5	1,19	0,69	0,4	0,28	2,56	0,64
T6	2,36	1,53	1,51	1,06	6,46	1,62
T7	0,68	0,89	0,46	0,3	2,33	0,58

Elaboración: Coro, A. 2015.

Anexo 15. Rendimiento por hectárea kg/ha.

TRATAM IENTO	REPETICIONES				SUMATORI A	MEDIA
	I	II	III	IV		
T1	35626,14	42293,02	32292,70	28959,26	139171,12	34792,78
T2	38126,22	40417,96	42709,70	25417,48	146671,36	36667,84
T3	32292,70	36459,50	40001,28	28125,90	136879,38	34219,85
T4	39584,60	34584,44	32501,04	25625,82	132295,90	33073,98
T5	24792,46	14375,46	8333,60	5833,52	53335,04	13333,76
T6	49168,24	31876,02	31459,34	22084,04	134587,64	33646,91
T7	14167,12	18542,26	9583,64	6250,20	48543,22	12135,81

Elaboración: Coro, A. 2015.