



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL METALOSATO DE POTASIO (MERIT ROJO)
EN TRES DOSIS Y TRES ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN EL
RENDIMIENTO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD
SUPERCHOLA

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERA AGRÓNOMA

TIGSE VARGAS NANCY MIRELA

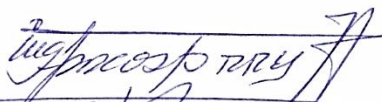
RIOBAMBA – ECUADOR


2017

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

i

El suscrito **TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN, CERTIFICA QUE:** el trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DEL METALOSATO DE POTASIO (MERIT ROJO) EN TRES DOSIS Y TRES ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA”**, De responsabilidad del Srta. Egresada Nancy Mirela Tigse Vargas, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación y defensa.


ING. José Franklin Arcos Torres
DIRECTOR


ING. David Noé Caballero Naranjo
ASESOR

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

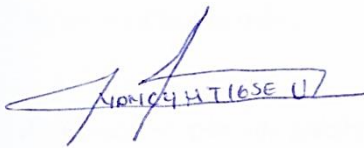
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

ii

Yo Nancy Mirela Tigse Vargas, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 21 de noviembre de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'NANCY MIRELA TIGSE VARGAS', written over a light blue rectangular background.

Nancy Mirela Tigse Vargas

Cédula de Ciudadanía: 172229861-7

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su amor, apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, gracias a ustedes papitos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, ha sido un privilegio ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanos y hermana quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siga adelante.

A mi amada hija Ariannita por ser mi fuente de motivación e inspiración para poderme superar cada día más.

A mi esposo por sus palabras y confianza, por sus amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

Nancy Mirela Tigse Vargas

Enumerar a las personas que me ayudaron a la ejecución del presente trabajo sería muy interminable, ya que por suerte cuento con mucha gente que me ayuda, me ayudó y me seguirá ayudando. Primeramente doy infinitamente gracias a Dios por ser tan generoso conmigo, por su divina ayuda en mi vida.

A mis padres, mis hermanos, mi esposo y mi hija por darme la estabilidad emocional y económica; que me permitió llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y su Facultad de Recursos Naturales particularmente a la Escuela de Ingeniería Agronómica, en su nombre a los directivos, profesores, y empleados por su constante apoyo en mi formación profesional.

Mi más amplio agradecimiento al Ing. Franklin Arcos y al Ing. David Caballero, miembros del tribunal de tesis; por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

Al Ing. Víctor Lindao, por su valiosa colaboración en la realización del presente trabajo.

Al Señor Carlos Salambay por permitirme usar sus instalaciones y recursos físicos, así como a su personal de empleados para la realización del trabajo de campo.

A todos mis amigos que me han apoyado desinteresada mente, muchas gracias por ser unos amigos increíbles, por apoyarme en todo momento en las buenas y en las malas siempre van estar en mi corazón.

TABLA DE CONTENIDOS

v

	PAG.
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE FOTOS	x
LISTA DE ANEXOS	xi

CAPÍTULO	PAG.
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	35
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	90
VII. RECOMENDACIONES	91
VIII. RESUMEN	92
IX. ABSTRACT	93
X. BIBLIOGRAFÍA	94
XI. ANEXOS	104

LISTA DE TABLAS

vi

N.-	DESCRIPCIÓN	PAG.
1	Recomendación de fertilización para el cultivo de papa	6
2	Velocidad de absorción de los nutrientes por las hojas	14
3	Plan de nutrición para el cultivo de papa	15
4	Categorías comerciales de la papa variedad superchola	32
5	Características químicas del suelo	36
6	Tratamientos en estudio	38

vii

LISTA DE CUADROS

N.-	DESCRIPCIÓN	PÁG
		ix
1	Composición química del metalosato de potasio merit rojo	24
2	Eficiencia de los metalosatos de potasio merit rojo	24
3	Recomendación y dosis del metalosato de potasio merit rojo	25
4	Análisis de varianza (ADEVA) para el ensayo	40
5	Cuadros medios para la interpretación de las variables: días a la emergencia, días a la floración y altura de la planta a los 140 dds y 180 dds.	47
6	Análisis de varianza para la madurez del tubérculo	48
7	Prueba de Tukey al 5% según la dosis para la madurez del tubérculo	49
8	Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para la madurez del tubérculo	50
9	Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para la madurez del tubérculo	52
10	Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta	54
11	Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el número de tubérculos por planta	55
12	Análisis de varianza para el rendimiento por planta	57
13	Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento por planta	58
14	Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para el rendimiento por planta	58
15	Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por planta.	59
16	Análisis de varianza para el rendimiento de categoría gruesa	61
17	Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento de categoría gruesa	62

18	Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para el rendimiento por planta	63
19	Prueba de Tukey al 5%, para el rendimiento de la categoría gruesa (kg/pn), para la interacción entre dosis y épocas de aplicación de metalosato de potasio	65
20	Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por categoría gruesa.	66
21	Análisis de varianza para el rendimiento de categoría mediana	68
22	Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento de categoría media	69
23	Prueba de Tukey al 5%, para el rendimiento de la categoría mediana (kg/pn), para la interacción entre dosis por épocas de aplicación de metalosato de potasio	70
24	Análisis de varianza para el rendimiento de categoría pequeña	72
25	Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento de categoría cuchi	73
26	Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para el rendimiento de la categoría cuchi	74
27	Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por categoría cuchi	75
28	Análisis de varianza para el rendimiento por parcela neta	77
29	Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento por parcela neta	78
30	Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por parcela neta	79
31	Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea	81
32	Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento por hectárea	82
33	Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por hectárea.	84

34	Cantidad en (cc/ha) del metalosato de potasio merit rojo usado en el ensayo	86
35	Costo del metalosato de potasio	86
36	Costos variables de los tratamientos	87
37	Análisis de dominancia de los tratamientos	87
38	Análisis marginal de los tratamientos no dominados	88

LISTA DE GRÁFICOS

x

N.-	DESCRIPCIÓN	PAG.
1	Número de días a la madurez del tubérculo para las dosis	50
2	Número de días a la madurez del tubérculo para las épocas	51
3	Número de días a la madurez del tubérculo para el testigo agricultor vs los tratamientos	52
4	Número de tubérculos por planta para el testigo agricultor vs los tratamientos	55
5	Rendimiento por planta para el testigo agricultor vs los tratamientos	60
6	Rendimiento categoría gruesa para el factor dosis	63
7	Rendimiento categoría gruesa para el factor épocas	64
8	Rendimiento categoría gruesa para el factor dosis por épocas	65
9	Rendimiento categoría gruesa para el testigo agricultor vs tratamientos	67
10	Rendimiento categoría mediana para el factor dosis	69
11	Rendimiento categoría mediana para la interacción dosis por épocas	71
12	Rendimiento categoría cuchi para el factor dosis	73
13	Rendimiento categoría cuchi para el factor épocas	74
14	Rendimiento categoría cuchi para el testigo agricultor vs tratamientos	76
15	Rendimiento por categorías de los diez tratamientos	76
16	Rendimiento por parcela neta para el factor dosis	79
17	Rendimiento por parcela neta para el testigo agricultor vs tratamientos	80
18	Rendimiento por hectárea para el factor dosis	83
19	Rendimiento por hectárea para el testigo agricultor vs los tratamientos	85
20	Curva de beneficio neto para los tratamientos no dominados en el cultivo de papa	88

LISTA DE FOTOS

xi

N.-	DESCRIPCIÓN	PAG.
1	Muestreo del terreno.	114
2	Trazado de la parcela experimental	11
3	Siembra del cultivo	114
4	Aplicación del fertilizante foliar metalosato de potasio (merit rojo) a los 140 y 160 días después de la siembra	115
5	Aplicación foliar del metalosato de potasio merit rojo en la parcela experimental.	115
6	Aplicación foliar del metalosato de potasio merit rojo en la parcela experimental.	115

N.-	DESCRIPCIÓN	PAG.
1	Localización geográfica del ensayo de investigación	104
2	Esquema de distribución del ensayo	105
3	Análisis químico del suelo donde se realizó el ensayo	106
4	Tabla de número de días a la emergencia	107
5	Tabla de número de días a la floración	107
6	Tabla de altura de la planta a los 140 días después de la siembra	108
7	Tabla de altura de la planta a los 180 días después de la siembra	108
8	Tabla de los días a la madurez del tubérculo	109
9	Tabla del número de tubérculo por planta	109
10	Tabla del rendimiento por planta	110
11	Tabla del rendimiento por categoría gruesa	110
12	Tabla del rendimiento por categoría mediana	111
13	Tabla del rendimiento por categoría cuchi	111
14	Tabla del rendimiento por parcela neta	112
15	Tabla del rendimiento total	112
16	Valor comercial por saco y por kilogramo	112
17	Análisis del presupuesto parcial y beneficio neto de los rendimientos	113

I. EVALUACIÓN DE METALOSATO DE POTASIO (MERIT ROJO) EN TRES DOSIS Y TRES ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA

II. INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los cultivos más importantes de la región interandina. En el Ecuador este cultivo es fundamental, porque constituye un alimento básico que genera fuentes de trabajo e ingresos económicos para la mayoría de agricultores de la región sierra. Como alimento, es uno de los más completos y equilibrado por su elevado valor nutritivo que se utiliza para la alimentación humana y animal ya sea para consumo en fresco o industrializado, motivo por el cual es parte de los productos que constituyen la canasta básica ecuatoriana (OFIAGRO, 2000).

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 del cultivo. Las condiciones modernas de producción han contribuido a que el cultivo enfrente muchos problemas que ponen en peligro el bienestar económico de los productores y la seguridad alimentaria del país (Pérez, 2008).

En nuestro país la papa ocupa el cuarto lugar en cuanto a la producción, después de la caña de azúcar, banano y yuca, además es el cultivo al que más extensión de terreno se le ha dedicado para su producción, utilizando el 5.5% del área total de cultivos de la sierra ecuatoriana, en zonas que van desde los 2.900 hasta los 4000 m.s.n.m., siendo las provincias de Carchi, Chimborazo, Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi y Cañar, las principales productoras (INIAP- CIP, 2002).

En el 2015 las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y Carchi sumaron el 61,57% de la superficie total cosechada de este producto. Carchi es la provincia de mayor cultivo de papa, con una participación del 28,01% a nivel nacional, seguido de Cotopaxi con 22,7% y Chimborazo con 17,8% de la producción nacional (INEC, 2015).

Además, según la misma fuente el cultivo de papa en el Ecuador, ocupa una superficie de 69 000 hectáreas, con una producción promedia de 570 000 toneladas métricas anuales, y un rendimiento por hectárea de 8,6 toneladas.

MAGAP (2015), manifiesta que Chimborazo tiene la mayor superficie dedicada al cultivo a nivel nacional. Sin embargo, los rendimientos son relativamente bajos (14,47 t/ha) esto se debe a que los productores tienen diversas formas nutricionales para el cultivo las cuales varían de acuerdo al costo de los mismos sin pensar en el rendimiento y la productividad.

Estudios científicos determinan que el potencial de rendimiento del cultivo de papa dentro del ecosistema andino se acerca a las 100 t/Ha, existiendo en la actualidad agricultores que producen hasta 60 t/Ha, sin embargo el promedio nacional es de 7.8 t/Ha (Herrera et al., 2000).

Pero hoy en la actualidad existen agricultores que tienen rendimientos muy bajos en sus cosechas. Esta baja productividad es atribuida a varios factores bióticos y abióticos, entre los que sobresalen plagas, enfermedades y la reducción de la fertilidad de los suelos.

De las varias técnicas utilizadas para mejorar la producción y el rendimiento del cultivo de papa, la fertilización, es una práctica muy importante en todas partes, pero especialmente donde el cultivo se hace con fines comerciales. El cultivo de papa es uno de los más exigentes en el suministro de nutrientes. 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 una pobre rentabilidad.

La escases de estos elementos esenciales tradicionalmente se ha resuelto con la adición de sales minerales al suelo. Hasta hace unos años esto era suficiente, pero en la actualidad, es necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación a fin de mejorar la productividad del cultivo de papa. Una de las técnicas difundidas y de gran auge en muchos países en la nutrición de los cultivos es la “fertilización foliar”, sin embargo en nuestro país para el cultivo de papa 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.

La fertilización foliar, no es una práctica nueva, desde hace muchos años e ha estado utilizando rociaduras que contienen nutrientes primarios, secundarios y microelementos o elementos menores tales como hierro, magnesio, cobre y zinc, esta práctica ha incidido que los rendimientos del cultivo de papa se incremente y mejore la calidad del producto.

Los agricultores no tienen un patrón establecido para estas prácticas y hay una diversidad de sistemas de manejo de los fertilizantes, especialmente en el uso de los fertilizantes foliares provenientes de los metalosatos.

A. JUSTIFICACIÓN

White et al. (2007), afirma que la fertilización foliar con metalosatos tiene la función de complementar la nutrición durante periodos de tensión crítica, en los que por diversas razones la planta no pueda absorber a través de sus raíces nutrientes en suficientes cantidades, por lo que la función de las aplicaciones foliares de metalosatos es suplementar las practicas agronómicas apropiadas y no reemplazarlas.

Al utilizar los metalosatos, se trata esencialmente de asegurar que las plantas cultivadas estén abastecidas de nutrientes, porque corrigen las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo del cultivo, y mejora el rendimiento y la calidad del producto.

Es prioritario, entonces evaluar la aplicación adecuada y eficiente del metalosato de potasio, en la fase de tuberización y engrose del tubérculo.

La eficiencia de la fertilización foliar con metalosato de potasio en relación a la absorción de nutrientes, es superior a la fertilización al suelo y a la fertilización foliar tradicional llevada por el agricultor, esto debido a que su molécula es pequeña, formado por un ion metálico suspendido en dos aminoácidos y rodeada por una proteína vegetal hidrolizada, lo que permite participar directamente como cofactor de reacciones metabólicas y no

requiere transformaciones internas para incorporarse a los procesos de la planta permitiendo obtener mayores rendimientos, siendo el potasio el nutrimento de mayor requerimiento e importante para el cultivo de papa, en un ensayo de carácter investigativo, que demuestre los beneficios de los fertilizantes foliares.

Bajo estas consideraciones, se vió la necesidad de realizar la presente investigación con la finalidad de determinar y evaluar tres dosis y tres épocas de aplicación del metalosato de potasio (merit rojo) en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L.*), en búsqueda de alternativas productivas y económicas para los agricultores del sector de Airón, parroquia Matriz, cantón Chambo, provincia Chimborazo.

B. OBJETIVOS

1. General

Evaluar el efecto de metalosato de potasio (merit rojo) en tres dosis y tres épocas de aplicación en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum l.*) variedad superchola.

2. Específicos

- a.** Determinar las dosis y las épocas de aplicación adecuadas de metalosato de potasio merit rojo para el cultivo de papa.
- b.** Evaluar el efecto de tres dosis y tres épocas de aplicación del metalosato de potasio (merit rojo) en el rendimiento y la calidad de la papa.
- c.** Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. NUTRICIÓN DEL CULTIVO

La nutrición del cultivo de papa es una práctica agronómica muy importante que consiste en la aportación correcta de los fertilizantes utilizados durante las distintas fases del cultivo. Una fertilización correcta dependerá, entre otros factores, de la producción prevista, por lo que es necesario conocer las necesidades nutricionales del cultivo para una producción determinada (Garate, et al. 2000).

Cáceres. (2001), 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.

Durante la fase crítica de llenado, cuando el rendimiento del tubérculo aumenta de 1.160 a 1.600 kg/ha/día, el requerimiento nutricional diario del cultivo de papa por hectárea puede alcanzar los 4.5 kg de nitrógeno, 0.3 kg de fosforo, 6 kg de potasio, 1.3 kg de calcio, 0.6 kg de magnesio y 0.34 kg de azufre. Por otra parte debe tenerse presente que cada tonelada de papa absorbe del suelo 5 kg de nitrógeno, 0.8 kg de fosforo y 7.6 kg de potasio (Oded, 2012).

Cuando la meta es mejorar el rendimiento y la calidad de papa debe darse importancia no solo a la cantidad, sino al tipo de nutrientes seleccionados así como a la programación de su aplicación.

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 (Hernández, et al. 2011).

En la tabla 1. Se muestra la recomendación del cultivo de papa de acuerdo al nivel de requerimiento de fertilizante.

Tabla 1. Recomendación de fertilización para el cultivo de papa expresado en Kg/ha

NIVEL	N	P₂O₅	K₂O	S
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: INIAP, 2013.

B. FERTILIZACIÓN FOLIAR

La fertilización foliar es una técnica que permite la incorporación del fertilizante en la planta por medio de las hojas. De este modo se logra que el producto se encuentre disponible para el cultivo inmediatamente sin necesidad de lluvia para la incorporación, factor primordial en los fertilizantes sólidos por poseer absorción en raíz por ello son utilizados como complemento a la fertilización al suelo y no como sustitutos debido a la baja concentración de los elementos y de las dosis que se utilizan, aunque si pueden ser efectivos para corregir la deficiencia de los microelementos (Abdo, 2013).

Barone. (2010), dice que en el momento de su respectiva aplicación se deben dar las siguientes condiciones: no haber rocío, no encontrarse con altas temperaturas, la planta posee los estomas cerrados con lo cual no puede absorber el producto, la planta no debe pasar por un estado de estrés, necesita de 24 horas para su completa aplicación. (Por lo tanto una lluvia en ese período podría llegar a ser perjudicial).

SAGARPA. (2010), dice que las carencias en macro y micro elementos pueden dividirse en: carencia absoluta o primaria por falta de un macro y micro elemento en cantidad suficiente en el suelo y carencia inducida por no encontrarse en el suelo en estado asimilable; o por haber sido bloqueado por otros elementos.

La mayoría de los macro y micro nutrientes existen en el suelo en grandes cantidades pero no son asimilados por la planta. Entonces las carencias de la mayoría de los elementos que requiere la planta de papa pueden ser incorporados directamente por medio de las hojas, esta técnica es la fertilización foliar que nos ayuda a que el producto llegue directa y rápidamente a la planta (Venegas, 2010).

Normalmente los fertilizantes foliares se encuentran en forma de sulfatos, nitratos, cloruros simples o quelatados que llevan adicionado un componente orgánico que altera la carga química del fertilizante para que la planta los pueda absorber de una manera más eficiente. Entre los quelatos se pueden mencionar EDTA, TPA, DDTA, los cuales son de origen sintético y también hay de origen orgánico natural tal como los metalosatos derivados de proteína vegetal hidrolizada (Villalobos, 2001).

1. Fisiología y funcionamiento nutricional del producto foliar

Parte de las necesidades nutricionales de las plantas de papa se satisfacen aplicando directamente sobre el follaje una solución de fertilizante con el objetivo, de obtener una respuesta rápida; las diferencias de macro y micro nutrientes se corrigen con una aspersión foliar. Siendo la papa una planta verde donde se fabrican enormes cantidades de materia orgánica con riqueza en proteína y almidón, una fertilización adecuada será necesaria (Hernández, 2002).

El manejo de la nutrición vegetal ha encontrado en la fertilización foliar una herramienta de bajo costo y muy eficiente para aumentar los rendimientos. Para que la fertilización foliar tenga éxito es necesario tener en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar (Bertsch, 2003).

En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la traslocabilidad del nutrimento dentro de la planta (Agroestrategias, 2007).

Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación (Alonso, 2002).

De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas (Ozturk et al, 2010).

a. Fisiología de la absorción foliar

Melgar. (2005), menciona que los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta y la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema.

La fertilización foliar es una técnica más para suministrar nutrientes a los cultivos, no reemplaza en absoluto la nutrición convencional por la fertilización edáfica y asimilación de nutrientes por las raíces, ya que las cantidades normalmente implicadas en la producción del cultivo de papa son muy superiores a las que podrían absorberse a través de las hojas (Ojeda, 2011).

La fertilización foliar debe considerarse una técnica complementaria de un programa de fertilización, utilizándola en periodos críticos de crecimiento y desarrollo del cultivo, en momentos de demanda específica de algún nutriente, o en casos de situaciones adversas del suelo que complementen la nutrición del cultivo (Carbajal, 2002).

b. La absorción mineral de nutrientes por las hojas

Es proceso que ocurre desde que el fertilizante con el nutriente se aplica sobre la superficie de las hojas, cómo penetra dentro de ellas y cómo se distribuye al resto de la planta (Bustamante, et al. 2011).

La absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se puede visualizar en un proceso compuesto de tres etapas:

1) Etapa 1: Retención del producto en la hoja. En esta etapa, el nutriente es aplicado por aspersión sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el nutriente se mantenga en contacto con la hoja el mayor tiempo posible, preferiblemente de 3 a 4 horas, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por esta (Fageria, et al, 2009).

Generalmente, condiciones de alta humedad relativa favorecen la permeabilidad de la cutícula; la temperatura media (20°C) y el uso de agentes tensoactivos ayuda a que la gota que contiene los nutrientes se mantenga por más tiempo en contacto con la superficie foliar (Kadaja, 2004).

2) Etapa 2: Transporte del nutriente a las células. En esta fase el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales (Lerna, et al. 2011).

3) Etapa 3: Movimiento del nutriente hasta los órganos. En este paso los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), se acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destinados (Astorga, 2000).

c. Mojado de superficie foliar con la solución fertilizante

La pared exterior de las células de la hoja está cubierta por la cutícula y una capa de cera con una fuerte característica hidrófoba (repelen el agua). De allí el uso de humectantes que reducen la tensión superficial para facilitar la absorción de nutrientes (Melgar, 2005).

d. Penetración a través de la pared externa de las células de la epidermis

Las paredes exteriores de las células de la epidermis están cubiertas por la cutícula y una capa de cera para proteger a las hojas de la pérdida de agua por transpiración. Esta protección se debe a las propiedades hidrófobas de las ceras y cutinas. Para que los nutrientes puedan infiltrarse a través de la pared exterior de la célula, uno de los conceptos generalmente aceptado es la infiltración mediante poros a través de la cutícula (Arondel , et al. 2000).

La absorción directamente por los estomas de la hoja no es muy probable, ya que las células guardias también están cubiertas por una capa de cera similar a las del resto de la hoja. Esta evidencia se basa en que no hay diferencias de absorción entre pulverizaciones de día (cuando los estomas están abiertos) y pulverizaciones por la noche (cerrados) (Badillo, et al. 2001).

e. Entrada de los nutrientes en la pared celular (apoplasto)

El apoplasto de la hoja es un importante espacio ocupado por los nutrientes antes de la absorción a través de una membrana plasmática al simplasto de una célula individual. Los nutrientes entran en el espacio apoplástico después de la penetración de las paredes de las células epidermales exteriores, pero también llegan desde las raíces vía xilema. Las condiciones químicas del apoplasto (como pH) son decisivas para la posterior absorción en el simplasto y podrían ser manipuladas con adecuados aditivos. Se ha demostrado también que los diferentes genotipos exhiben diferente penetración de nutrientes a través de las paredes celulares exteriores, lo que influye en la posterior absorción en las células interiores de la hoja (Martínez, 2004).

f. Absorción de nutrientes dentro de la célula (simplasto)

Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituye el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las raíces. La absorción es mayor cuando las moléculas son más pequeñas en comparación con moléculas más grandes (Domínguez, 2007).

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la absorción radicular, la absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración (Salas, 2002).

La absorción de nutrientes en el simplasto a través de la membrana plasmática es dependiente de energía y está mediada por proteínas de transporte con adenosina trifosfato. Esto incrementa la fuerza de absorción al establecer gradientes electromagnéticos en la superficie de la membrana (Melgar, 2005).

También determinan si la absorción de nutrientes por las células de la hoja está regulada por el estado nutricional de la planta, como es el caso de la absorción por las raíces. La absorción de fósforo (P) es regulada por el estado nutricional de la planta, es decir, la planta absorbe más nutriente si éste se encuentra en deficiencia, sin embargo, la absorción de hierro (Fe) no está regulada por el estado nutricional de la planta y como sucede con la absorción de Fe por las raíces, la absorción de Fe en las células de las hojas requiere de un paso intermedio de reducción (Andrade, 2002)

En el caso de los nutrientes móviles como el N, P o K y con una aplicación dirigida a las hojas viejas, la retranslocación del nutriente aplicado en las hojas hacia las raíces puede inhibir la absorción radicular inducida por la deficiencia del nutriente. Por otro lado, si este nutriente móvil es aplicado principalmente a las hojas jóvenes que todavía no se han expandido totalmente, la mayoría del nutriente se incorpora en los tejidos de las hojas todavía en crecimiento, sin una marcada translocación y sin una subsecuente inhibición sino más bien un incremento de la absorción del nutriente del suelo por las raíces (Jordan, 2010).

g. La distribución del nutriente dentro de las hojas y su translocación hacia otros órganos de la planta

La distribución de un nutriente dentro de la hoja y su translocación hacia fuera de la hoja depende de la movilidad del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en el

floema, como el K, P, N y magnesio (Mg), se distribuyen dentro de la hoja en forma acropetálica (por el xilema) así como en forma basipetálica (por el floema) y gran parte del nutriente absorbido puede ser transportado fuera de la hoja a otras partes de la planta donde existe alta demanda (sumideros). Por otro lado, los nutrientes con una restringida movilidad en el floema como el Ca, S, Cu, Fe, Mn y Zn se distribuyen en la hoja principalmente en forma acropetálica, sin que exista una considerable translocación del nutriente fuera de la hoja. (Guerrero, 2005).

2. Movilidad y velocidad de absorción de los nutrientes por las hojas

El principio básico que se desarrolla para la fabricación de fertilizantes foliares es la formación de proteínas hidrolizadas en las que se incorporan los nutrimentos catiónicos como N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn (Molina, 2002).

Estos minerales quedan suspendidos entre dos aminoácidos que conforman los grupos donadores y uno de ellos, generalmente un grupo amino (NH_2), forma un enlace covalente complejo, mientras el otro grupo carboxílico (COOH) forma un enlace iónico. De esta forma los iones metálicos quedan acomplejados dentro de la estructura formando un quelato orgánico. La carga iónica del metal es neutralizada por los aminoácidos en forma similar como ocurre con los quelatos sintéticos y en la actualidad con los metalosatos (Molina, 2002).

Esto evita que el metal sea sometido a fuerzas de repulsión o atracción por las cargas negativas de la cutícula, facilitando la absorción. La mayoría de los metalosatos son de bajo peso molecular y por ello favorece la entrada del metalosato a la planta a través de la cutícula, las paredes celulares y las membranas celulares. Una de las ventajas más reconocida de los metalosatos es su rápida absorción, que en algunos casos oscila entre 10 a 30 minutos para complementar el 50% de la absorción (Agroestrategias, 2012)

También la planta con la fertilización foliar de metalosatos recibe aminoácidos biológicamente activos de rápida absorción y translocación, lo cual reduce el gasto de energía metabólica por parte de la planta en la síntesis de proteínas. También se le atribuyen propiedades bioestimulantes en el crecimiento vegetal. Un metalosato es un

compuesto orgánico de origen natural, que puede combinarse con un catión metálico y lo acompleja, formando una estructura heterocíclica. Los cationes metálicos son ligados en el centro de la molécula, perdiendo sus características iónicas (Venegas, 2008).

Los metalosatos protegen al catión de otras reacciones químicas como oxidación reducción, inmovilización, precipitación, etc. El proceso que sufre el metalosato en la planta es que un catión neutraliza la carga positiva de los metales permitiendo que el complejo formado quede prácticamente con carga 0. Esto es una ventaja para facilitar la penetración de iones a través de la cutícula foliar cargada negativamente, y de esta forma no hay interferencia en la absorción por efecto de repulsión o atracción de cargas eléctricas. De esta forma los metalosatos pueden ser absorbidos y translocados más rápidamente que las sales debido a su estructura que los hace prácticamente de carga neta 0 (Espinoza, 2006).

La mayor velocidad de absorción a través de la cutícula constituye una ventaja comparativa con relación a las fuentes de sales porque hay menor riesgo de pérdida del nutrimento por lavado y aumenta la eficiencia para la corrección de deficiencias (Venegas, 2008).

Sin embargo, su costo es más alto que las sales y la concentración de nutrimentos es más baja, debido a que los agentes quelatantes tienen una capacidad limitada para acomplejar cationes (Melgar, 2005).

a. Eficacia rápida

La fertilización foliar es mejor que la fertilización al suelo cuando se presentan condiciones de severas deficiencias nutricionales con la presencia de agudos síntomas de deficiencia en los tejidos. Esto se debe a que se suplementa el nutriente requerido directamente a la zona de demanda en las hojas y a que la absorción es relativamente rápida (Arce, 2004).

Tabla 2. Velocidad de absorción de los nutrientes por las hojas

Nutriente	Tiempo requerido para absorber 50%	
	Horas	Días
N	1- 6	
P		1 – 5
K	10 – 24	
Ca		1 – 2
Mg	2 – 5	
Fe		1 (8% de absorción)
Mn		1 – 2
Zn		1 – 2

Fuente: Venegas, 2008

En la Tabla 2, se presenta la velocidad de absorción de varios nutrientes por los tejidos, la velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes no es igual. El potasio, los elementos secundarios y los micronutrientes, se absorben en períodos de horas hasta un día. El único nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta, es el fósforo (Venegas, 2008).

b. Independencia de la actividad radicular

Durante la etapa de llenado de engrose o tuberización de los cultivos de alto rendimiento se produce una alta competencia para obtener asimilados (producto de la fotosíntesis) por parte de diversas zonas de necesidad en la planta. En esta etapa las raíces no están adecuadamente suplidas con energía en forma de carbohidratos y por esta razón, la adquisición de nutrientes por las raíces (en esta etapa de alto requerimiento) no es suficiente para satisfacer la demanda y la aplicación foliar suplementa esta necesidad (Duarte, 2010).

La adquisición de nutrientes por las raíces puede inhibirse también por la presencia de factores externos que reducen la actividad radicular. Estos factores físicos y químicos

pueden ser baja temperatura, compactación, falta de oxígeno, sequía, alta salinidad o pHs extremos (Duarte, 2010).

3. Mecanismo de la absorción foliar

El mecanismo de absorción foliar puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La hoja es el órgano principal de absorción foliar de nutrimentos, de ahí la importancia de conocer su estructura (Espinoza, 2006).

a. Tasa de penetración

La tasa de penetración depende de la concentración de soluto en la superficie de la hoja y de la humedad relativa, que determina la tasa de evaporación de la solución asperjada. El nitrógeno y el potasio son rápidamente absorbidos por las hojas y transportados a todas las partes de la planta, especialmente a puntos de activo crecimiento como nuevas hojas, frutos jóvenes, tallos en crecimiento y raíces (Gallardo, 2002).

Tabla 3. Plan de nutrición para el cultivo de papa

Días	Nutrición foliar de alto rendimiento para el cultivo de papa		
30 - 45	HUMITA 40		
30 - 45	Goemar MZ-E	Raizofos plus	Humita 15
45 - 60	Merit azul	Raizofos plus	Humita 15
60 - 70	Merit amarillo	Raizofos plus	
70 - 100	Goemar BM86	Humita 15	
100 - 120	Goemar FOLICAL		
120 - 150	Sephu K-50		
160 - 180	Merit rojo		

Fuente: Asproagro, 2015

Asproagro, 2015: Establece un plan de nutrición de alto rendimiento está diseñado a base de la fertilización edáfica normal y fertilización foliar, que serán aplicados después de la siembra hasta la cosecha en la cual se observará que la fertilización foliar es complementaria a la fertilización edáfica por tal razón garantiza mejores resultados calculando una reducción del 30% de fertilizantes usados (Tabla 3).

C. METALOSATOS

Metalosato es un producto químico-biológico en el cual el mineral o ión metálico está suspendido entre 2 aminoácidos, rodeados de proteína vegetal hidrolizada, idéntico al proceso natural que desarrollan los seres vegetales; los cuales pueden ser absorbidos y traslocados muy fácilmente, pues su tamaño molecular es inferior a los 5 ángstrom y su peso molecular es muy inferior a los 500 daltons, haciéndolos ideales para la nutrición vegetal (Bioagro Latinoamérica. 2012).

Los fertilizantes foliares metalosatos son una serie de minerales quelados designados específicamente para el uso foliar en las plantas. Estos son únicos debido a que los minerales son quelados con una serie de aminoácidos altamente bioactivos (Biagro, 2015).

Los aminoácidos son los componentes básicos de la proteína y son moléculas naturales de rápida asimilación por la planta. Los aminoácidos son fácilmente absorbidos por la planta intracelularmente. El mineral queda entonces disponible para ser utilizado por la planta en un lapso de minutos y horas después de aplicado (Biagro, 2015).

El metalosato aporta a la planta minerales y aminoácidos naturales, que pasan a formar parte de las rutas metabólicas de las proteínas. Las proteínas son muy importantes porque sin ellas no hay formación de nuevos compuestos, necesarios para el crecimiento y división celular (Agroforum. 2014).

Desde el punto de vista químico, el metalosato es una sustancia constituida por un ión metálico y una molécula orgánica, que conforman una estructura heterocíclica anular.

Esta estructura protege al mineral para que éste no entre en reacciones químicas indeseadas (Bioagro Latinoamérica. 2012).

Los metalosatos son productos que consisten en incorporar a la proteína hidrolizada un determinado ión metálico para incrementar y acelerar el transporte de ellos dentro del vegetal. Con esto, se obtiene una mayor capacidad energética, mejor crecimiento y con ello una mayor producción (Agroforum. 2014).

1. Qué es un mineral quelado

La quelación es el proceso que consiste en adherir una molécula orgánica específica ligada a un mineral nutritivo en dos o más sitios para formar una estructura de anillo. Los quelatos pueden ser sintéticos o naturales. Algunos ejemplos de quelatos sintéticos son EDTA, DTPA, y EDDHA. La hemoglobina (encontrada en la sangre) y la clorofila son ejemplos de quelatos naturales (Biagro, 2015).

Los quelatos de aminoácido son químicamente muy similares a los aminoácidos de origen natural encontrados en las plantas. La ventaja de usar quelatos de aminoácido ligados a un mineral es que rodea y protege el mineral de condiciones adversas. Estas condiciones pueden ocurrir en una solución, en el suelo o en la superficie de la hoja (Biagro, 2015).

Los minerales no quelados son frecuentemente proveídos a la planta de forma no disponible o son absorbidos a tazas muy bajas. Debido a que los metalosatos usan aminoácidos naturales para quelar los minerales, estos son rápidamente absorbidos, traslocados y rápidamente metabolizados por la planta (Corporación Agrilife, 2013).

La estructura de la molécula de los metalosatos minimiza la interacción del mineral con el medio ambiente. Estos son absorbidos y traslocados rápidamente dentro de la planta de manera similar a otras pequeñas moléculas. Una vez que la molécula de metalosato está dentro, las células de la planta contienen los mecanismos necesarios para separar la molécula quelada, usando el aminoácido para el crecimiento celular y el mineral para su beneficio nutricional específico (Corporación Agrilife, 2013).

Albión laboratorios (2012), manifiesta que la absorción foliar del metalosato se produce a través de toda la superficie de la hoja, incluyendo la superficie superior donde existen pocos estomas. Incluso la pequeña cantidad que pueda pasar a través de los estomas debe también cruzar la cutícula que alinea la superficie interna de la hoja. Esto significa que si el mineral alcanza las células, se producirá la absorción a través de la cutícula de la hoja (intra e intracelular).

2. Solubilidad del metalosato

La solubilidad en agua es esencial para la absorción por las plantas. Esto aplica para químicos sistémicos así como nutrientes. El material debe ser soluble para penetrar a través de la superficie y a través de las células de la planta (Albion laboratorios, 2000).

Las sales minerales insolubles, incluyendo todos los óxidos, la mayoría de hidróxidos, los carbonatos, los fosfatos y algunos sulfatos no pueden ser absorbidos por la planta. Cuando una aplicación foliar de estas formas se lleva a cabo, simplemente se crea una capa dejando el mineral fuera de la planta, volviéndolo no disponible a la planta. Al contrario, todos los metalosatos son completamente solubles en agua permitiendo que sean absorbidos por la planta después de unas horas de aplicados (Albion laboratorios, 2000).

3. Absorción y translocación de los metalosatos

La composición mineral de los metalosatos es de carga completamente neutral, por lo tanto no son atraídos ni repelidos por las cargas negativas de la superficie de la hoja. Así que pasan libremente a través de la cutícula. Cuando el mineral adherido al aminoácido alcanza la membrana celular, es reconocido por los mecanismos de absorción como una fuente de nitrógeno orgánico. Como resultado, el quelato entero es llevado dentro de la célula rápidamente y translocado vía floema, como un proteinato (Salas, 2002).

Otras formas de quelación mineral mencionadas pueden no ser nutricionalmente benéficas. Estas formas pueden contener cargas negativas y tener una estructura molecular muy larga las cuales no pueden ser absorbidas dentro de las células de la planta. Alternativamente, el agente quelatante puede ser tan fuerte que no libere el mineral una

vez que llegue dentro de la célula y no pueda ser utilizado por la planta y en algunos casos puede ser toxico para la planta (Martínez, 2000).

La fórmula única de los metalosatos utiliza moléculas de aminoácido muy pequeñas. En consecuencia, estas pasan fácilmente a través de las barreras contra absorción de la planta, que incluyen la cutícula y las células de la membrana (Martínez, 2000).

Albion laboratorios, (2000), indica que las plantas pueden absorber 90% o más de los metalosatos aplicados foliarmente en dos o tres horas.

3. Nutrición mineral

El metalosato es todo un proceso, que al incorporarse al sistema vascular pasa a formar parte del complejo coloidal, no le resta energía al sistema sino muy por el contrario aporta a la planta la energía en forma de Trifosfato de Adenosina (ATP) que es la forma más pura de energía biológica existente en el proceso de fotosíntesis (Bioagro Latinoamérica. 2012).

Una óptima nutrición mineral da a los organismos vivos lo siguiente: longevidad, resistencia a las enfermedades, rápido crecimiento, mayor energía, funcionamiento óptimo (Tattersall, 2014).

4. Efectos

Los efectos que tiene el metalosato en los vegetales son los siguientes: presenta un mayor desarrollo radicular, un crecimiento precoz y vigoroso, aumento de la resistencia a las enfermedades y a las condiciones climáticas adversas, aumento en calidad y cantidad de la producción (Bioagro Latinoamérica. 2012).

5. Ventajas del tratamiento foliar

El metalosato puede ser aplicado utilizando cualquier método de aspersión que asegure un rocío fino y una cobertura óptima, sin escurrimiento, para que potencialice el proceso fotosintético, haya mayor producción de materia seca, mejore la absorción de elementos primarios, se logre una coloración verde oscura (más clorofila), resista mejor las condiciones adversas: por estrés, enfermedades o insectos y mejore la productividad y calidad de la cosecha (Bioagro Latinoamérica. 2012).

6. Ahorro de energía en la planta

Al hablar de energía en la planta, se debe enfatizar su relación con la quelación. El proceso de quelación de los minerales en la planta necesita un promedio de 300 kilocalorías / mol. Esto incluye un primer gasto de energía en buscar los aminoácidos afines al mineral para romper las cadenas de péptidos, al quelatar el mineral con el aminoácidos se trasloca el quelato hasta el punto donde la planta lo necesita y donan el mineral y los amino ácidos regresan al sistema (Raven, et. al., 2004).

Pero este proceso de quelación y donación de minerales necesita de un balance de energía, la energía inmediata es el ATP (Trifosfato de adenosina) siendo éste la energía más pura de la planta, contribuyendo con 7 kcal/mol para balancear el gasto en la quelación, el cual se combina con una energía más lenta que es la Glucosa que ofrece 650 kcal / mol (Raven, et. al., 2004).

Al aplicar metalosato en un cultivo entra a la planta como una proteína, la cual dona nitrógeno protéico, es decir energía, con el amino ácido de su formulación. Por ejemplo, un galón de metalosato le da 4825 kilocalorías. La planta no gasta su energía en hacer la quelación de esos minerales por lo tanto se ahorra ATP y Glucosa (Tattersall, 2014).

La energía ahorrada le servirá a la planta para optimizar su crecimiento, tener mayores producciones con mejor calidad y por otro lado puede defenderse de las condiciones negativas externas como enfermedades, clima y otros factores tanto bióticos como

abióticos. En la papa al agregar un litro por tanque de metalosato de potasio se da 115 kilocalorías a la planta (Tattersall, 2014).

7. Metalosatos utilizados en el Ecuador

Merit, es un metalosato, fertilizante foliar que se utiliza en Ecuador, es de última generación pues combina propiedades de un quelato e incluso de un metalosato, pues su formulación se encuentra recubierta por un radical fosfito que funciona como un agente encapsulador, el cual está diseñado para aplicación foliar a las plantas para prevenir o corregir las deficiencias de nutrientes que pueden limitar el crecimiento y rendimiento de sus cultivos. Son solubles en agua y no tóxicos para las plantas cuando se aplican de acuerdo a lo recomendado (Asproagro, 2015).

En Ecuador se utilizan fertilizantes foliares de la línea de Sumitomo la cual se presenta en la siguiente formulación:

a. Merit rojo

Está diseñado para el cuajado, maduración y finalización de flores y frutos (Asproagro, 2015).

D. METALOSATO DE POTASIO (MERIT ROJO)

El metalosato de potasio merit rojo es un fertilizante foliar de base polifosfito, ingresa a la planta de forma instantánea dando resultados visuales inmediatos, dando flores y frutos con un mejor color, brillo, sabor y calidad (Asproagro, 2015).

Además protege a la planta de plagas y enfermedades, especialmente en el cultivo de papa de enfermedades fungosas producidas por oomicetos por tener en su formulación la presencia de fósforo orgánico (Asproagro, 2015).

El metalosato de potasio, a más de ser un fertilizante complementario también llega a ser un fertilizante estimulante por que consiste en la aplicación de formulaciones de N, P, K y microelementos en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulatorio y complementario sobre la absorción de la planta (Asproagro, 2015).

Este tipo de fertilizante es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en periodos de gran demanda nutricional o en periodos de tensiones hídricas (Asproagro, 2015).

El cultivo de papa por su gran capacidad de producción necesita de una adecuada fertilización con los elementos nutritivos indispensables que aseguren la obtención de altos rendimientos y buena calidad del producto (Asproagro, 2015).

1. Características de merit rojo

a. Actividad

Merit rojo reduce el problema de plagas y enfermedades por la presencia de fósforo orgánico. (Agrociencias, 2012).

b. Amplio espectro de acción

Merit rojo permite balancear los desequilibrios existentes en el suelo y proporcionar una adecuada nutrición en las plantas (Agrociencias, 2012).

c. Acción rápida

Merit rojo por ser un quelato orgánico la velocidad de asimilación de cada elemento como nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, manganeso, zinc, molibdeno (Agrociencias, 2012).

Este producto por tener altas características de movilidad en la planta se considera de gran importancia en la nutrición de los cultivos, acelerando el desarrollo de la misma, transportando los azúcares a los tubérculos porque el potasio es un elemento responsable de más de 48 funciones distintas en las plantas, desde regulador del cierre estomático de las hojas en las células oclusivas, hasta principal activador de la síntesis de carbohidratos. Por esta última función que es la más importante en los cultivos como la papa debido al gran contenido de carbohidratos que debe formar la planta al almacenar en los tubérculos (Suárez, et al. 2006).

Su deficiencia produce plantas con hojas algo cloróticas, tallos débiles y quebradizos, crecimiento lento. En el caso de la papa, su deficiencia produce ciclo fisiológico retardado, maduración desigual de frutos y tolerancia disminuida a cambios de temperatura y estrés hídrico. Y con aplicaciones altas el cultivo tiende a producir grandes tubérculos y en menor tiempo (Suárez, et al. 2006).

El potasio, a diferencia del nitrógeno y del fósforo, no forma parte estructural estable de las moléculas en las células de la planta. Como es un catalizador de muchas reacciones que actúan en las síntesis de proteínas y de carbohidratos, asegurando la obtención de altos rendimientos, de productos de buena calidad y adelantando sus procesos fisiológicos (Suárez, et al. 2006).

d. Larga actividad residual

La formulación de merit rojo permite un movimiento dentro de la hoja de manera acelerada conforme a las necesidades de la planta (Agrociencias, 2012).

e. Formulación de merit rojo

En el Cuadro 1, se detalla la composición química del metalosato de potasio utilizados en la investigación.

Cuadro 1. Composición química del metalosato de potasio merit rojo

MERIT ROJO	
Engrose	
Composición garantizada	%
Nitrógeno Total (N)	0
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅)	10
Potasio Soluble(K ₂ O)	9
Manganeso (Mn)	0.1
Boro (B)	0.2
Hierro (Fe)	0.08
Cobre (Cu)	0.05
Zinc (Zn)	0.05
Molibdeno (Mo)	0.07

Fuente: Agrocencias, 2012

f. Eficiencia de merit rojo

De acuerdo a las características de merit rojo y por ser un quelato orgánico la velocidad de asimilación de cada elemento se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Eficiencia de los metalosatos de potasio merit rojo

Elemento	Sales y Óxidos	Quelatos Sintéticos	MERIT® Minutos
Nitrógeno	1-6 h	1-6 h	12
Fósforo	15 d	7-11 d	16
Potasio	4 d	2 d	15
Hierro	2 d	24 h	6
Manganeso	2 d	24 h	4
Zinc	3 d	36 h	7
Molibdeno	2 d	24 h	8

Fuente: Agrocencias, 2012

La formulación permite un movimiento dentro de la hoja de manera acelerada de acuerdo a las necesidades metabólicas de la planta, reduce el estrés térmico, hídrico, lumínico nutricional, mejora la capacidad metabólica de las plantas, inherente a la mejor conversión de ATP y azúcares de la formulación (Agrociencias, 2012).

g. Recomendaciones de uso

Tattersall, 2014, nos dice para la aplicación foliar, la dosis a utilizar dependerá del cultivo, del estado de crecimiento, de la severidad de la deficiencia y de la época de aplicación. La dosis máxima es para aplicar en plantas que se quiera adelantar su proceso fisiológico dependiendo la zona donde se encuentre el cultivo y este producto se podrá aplicar hasta dos veces en el cultivo de papa después de la floración.

En el Cuadro 3, se detalla las recomendaciones y dosis del metalosato de potasio merit rojo en el cultivo de papa utilizado en la investigación.

Cuadro 3. Recomendación y dosis del metalosato de potasio merit rojo

Cultivo	Dosis litros	Recomendaciones
Papa	2.5 cc/l	160 – 180 días después de la siembra

Fuente: Agrociencias, 2012

E. POTASIO

El potasio es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal y es indispensable en la agricultura para obtener altos rendimientos y es el elemento más abundante de la corteza terrestre con un porcentaje de 2,6% que no forma complejos orgánicos (Hernández, J. et al 2010).

Los cultivos que producen frutas y tubérculos son muy extractores de potasio y en muchos de ellos es el elemento de mayor absorción (Meléndez, G. et al 2002).

El potasio fomenta la fotosíntesis mediante la activación de numerosas enzimas que

participan en este proceso, mejora la eficiencia en el consumo de agua al aumentar la presión osmótica de las células, volviéndolas más turgentes. De esta forma, las plantas bien provistas de potasio cierran rápidamente sus estomas, impidiendo la pérdida de humedad durante períodos de déficit hídrico (Meléndez, et al 2002).

El potasio acelera el flujo y translocación de los productos asimilados, tales como los azúcares y almidones que son formados durante la fotosíntesis y luego transportados desde las hojas hasta los órganos de reserva (frutos, semillas, tubérculos, etc) con la participación del potasio (Meléndez, et al 2002).

Este elemento cumple un papel vital en el llenado de frutas, granos y semillas. Asimismo el potasio incrementa el rendimiento y calidad de la cosecha, mejorando el sabor, el contenido de azúcares y el color de los frutos (Meléndez, et al 2002).

Favorece la resistencia a enfermedades al fortalecer los tejidos vegetativos. El potasio también mejora las propiedades de almacenamiento poscosecha de frutas y hortalizas, al promover mayor firmeza y resistencia de los tejidos (Meléndez, et al 2002).

Dado que el potasio se absorbe en gran cantidad en cultivos frutícolas, la fertilización al suelo es la principal fuente del elemento a la planta. Sin embargo, las aplicaciones foliares de potasio durante el período de fructificación han sido muy recomendadas, como complemento al abonamiento edáfico (Meléndez, et al 2002).

La nutrición foliar con potasio tiene como objetivo ayudar a incrementar el peso y tamaño de los frutos, favorecer la acumulación de azúcares y sólidos solubles, y mejorar la firmeza y calidad de los frutos. El momento y contenido adecuado de potasio en las frutas, semillas, tubérculos mejora la vida útil de la misma en almacenamiento poscosecha (Meléndez, et al 2002).

Meléndez, et al (2002), afirma que el potasio influye fuertemente en el rendimiento y calidad de los tubérculos, señala que al incrementar las dosis de potasio se incrementa el rendimiento de los tubérculos de primera clase al igual que el rendimiento total.

F. CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*)

1. Generalidades

La papa ha sido por milenios un cultivo de alta prioridad en el Ecuador. Hoy en día, los agricultores del país siembran anualmente cerca de 66.000 hectáreas de este cultivo (Pumisacho, et al. 2002).

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 (Pumisacho, et al. 2002).

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 (Pumisacho, et al. 2002).

Una fracción importante del cultivo se desarrolla en condiciones de subpáramo, particularmente en el subpáramo húmedo (Pumisacho, et al. 2002).

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, et al. 2002).

2. Taxonomía y morfología de la planta

Según Pumisacho, et al. (2002), a la papa (*Solanum tuberosum* L.), le corresponde la siguiente clasificación taxonómica: Reino: Plantae; Subreino Antophyla; División Angiosperma; Clase Dicotiledónea; Subclase Simpetalae; Orden Tubiflorae; Familia Solanaceae; Género *Solanum*; Especie *tuberosum*.

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto.

Generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura.

El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas (Andrade, 2002).

Las flores nacen en racimos y por lo regular son terminales. Cada flor contiene órganos masculino (androceo) y femenino (gineceo). Son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores, pero comúnmente blanco, amarillo, rojo y púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación. La autopolinización se realiza en forma natural (Andrade, 2002).

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene las semillas sexuales. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas (Andrade, 2002).

3. Cosecha

Tradicionalmente, los productores de Ecuador dejan sus cultivos de papa en el campo hasta ver la senescencia de la planta; es decir, cuando los tallos se viran y las hojas se vuelven amarillas (Pumisacho, et al. 2002).

Los tubérculos cosechados deben ser retirados rápidamente del terreno con el objeto de exponerlos lo menos posible a daños ocasionados por el ambiente, plagas y enfermedades (Pumisacho, et al. 2002).

G. VARIEDAD AGRONÓMICA

Según Librogen (2009), una variedad agronómica es un grupo de individuos que tienen características sobresalientes para los cuales el fito-mejorador los ha elegido.

1. Características de la variedad superchola

Origen genético: (Curipamba negra por *Solanum demissum*) por clon resistente con comida amarilla por chola seleccionada.

Generador German Bastidas - Carchi. Subespecie: indígena. Zonas recomendadas provincias de la región sierra norte del callejón interandino, clima templado frío y una altitud entre los 2.800 a 3.600 ms n. m. (Pumisacho, et al. 2002).

Presenta un follaje frondoso con desarrollo rápido, tallos robustos y fuertes; hojas medianas que cubren bien el terreno (Pumisacho et al. 2002).

Tiene un tubérculo mediano de forma elíptica a ovalada con piel rosada y lisa con crema alrededor de los ojos, también tiene pulpa amarilla pálida sin pigmentación y ojos superficiales (Pumisacho, et al. 2002).

Presenta maduración semitardía dependiendo el lugar donde esta este cultivo en zonas altas y con la fertilización tradicional de los agricultores los tubérculos llegan a madurar en un promedio de 230 días después de la siembra (Agroscopio, 2004).

Obtiene un rendimiento potencial en zonas bajas con suelos sueltos de 30 t/ha y en zonas altas de 20 a 22 t/ha (Sierra, 2002).

Reinoso, (2007), argumento que el rendimiento por planta de la papa variedad superchola en zonas altitudinales mayor a 2800 msnm es de 1,76 kg/planta con una fertilización tradicional.

Tiene una reacción susceptible a enfermedades a lancha (*Phytophthora infestans*), medianamente resistente a la roya (*Puccinia pittieriana*) y tolerante al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) (Agroscopio, 2004).

La densidad de siembra que se recomienda para esta variedad es de 1000 a 1200 kg/ha de semilla certificada, manteniendo una distancia de siembra entre surcos de 1.10 a 1.20 metros dependiendo de la pendiente del terreno y entre plantas de 0.30 a 0.40 metros dependiendo del lugar donde se siembre (Agroscopio, 2004).

La papa se lo puede consumir en fresco ya sea en sopas, puré y etc. También se la puede procesar en papas fritas en forma de hojuelas (chips) y a la francesa (Pumisacho et al. 2002).

2. 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).

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

a. 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 45 días, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas donde se establezca el cultivo (Sifuentes, 2009).

b. 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).

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).

c. 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, déficit nutricional (Sifuentes, 2009).

d. 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 artificialmente (Alba, 2001).

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).

e. **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).

3. **Selección y clasificación comercial**

La selección es muy importante porque hoy en el mercado y el consumidor exige un producto de calidad y ese valor agregado tiene un mejor precio.

Los tubérculos seleccionados deben tener la característica de la variedad pura, no deben presentar pudriciones, verdeados, brotes daños por picadura de insectos ni golpes por daños mecánicos.

En la tabla 4 se presentara los calibres comerciales de la papa variedad superchola con demanda en el mercado.

Tabla 4. Categorías comerciales de la papa variedad superchola

Categorías de la papa comercial variedad superchola		
Categorías	Diámetro menor cm.	Peso gr.
Comercial o de primera (gruesa).	+ 5.5	De 81 a 120
Comercial o de segunda (mediana).	3.4 – 4.4	De 61 a 80
Desecho o de tercera (pequeña).	2.6 – 3.3	De 30 a 60

Fuente: Contreras, et al. 2011

H. MARCO CONCEPTUAL

1. Evaluación

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 quién evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de parámetros de referencia para emitir un juicio que será relevante para el evaluador (Terán, 2007).

Consideramos que la evaluación agronómica es sistemática, porque requiere de un estudio metódico, en función de características como: vigor, crecimiento, producción, etc., la cual debe ser continua para valorar los cambios y determinar la eficacia de las estrategias establecidas en la mejora de los rendimientos en los cultivos, tomando en cuenta que el proceso evaluativo es interactivo, se desarrolla a lo largo de un período y no es una acción puntual o aislada (Ruiz, 2005).

2. Aplicación

Colocación de un producto sobre una planta o animal, de modo que queden adheridos o fijados y que ejerza alguna acción sobre el mismo (Cosia, 2009).

Una técnica que cambia la dosis de aplicación de los productos de acuerdo a los cambios en el contenido del ingrediente activo a medida que el producto es disuelto en el agua y aplicado en el campo (Gail, et al, 2000).

3. Dosis

Es la cantidad de ingrediente activo de un producto que se necesita para alcanzar un efecto determinado. La dosis determina el tipo y magnitud de la respuesta biológica, que es un concepto fundamental de la toxicología. El efecto adverso o daño es una función de la dosis y de las condiciones de exposición a la misma (Pharmacy.edu, 2012).

4. Épocas

La época de aplicación es momento de aplicar un fertilizante, tiene un efecto significativo en los rendimientos de los cultivos. Aplicando los fertilizantes en la época adecuada aumenta los rendimientos, reduce las pérdidas de nutrientes, aumenta la eficiencia del uso de nutrientes y previene daños al medio ambiente (Albornoz, 2015).

La época óptima para la aplicación de fertilizantes es por lo tanto, determinado por el patrón de absorción de nutrientes del cultivo. Para el mismo cultivo, cada nutriente tiene un patrón de consumo individual (Albornoz, 2015).

5. Rendimiento

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

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación, se realizó en la provincia Chimborazo, cantón Chambo, parroquia Matriz, comunidad Airón, hacienda “Pucará Alto”.

2. Ubicación geográfica¹

Altitud: 2881 m.s.n.m

Latitud: 9812144.5 UTM

Longitud: 767626.6 UTM

3. Condiciones climatológicas²

Temperatura media anual: 13.5 °C

Humedad relativa: 60 – 70 %

Precipitación media anual: 400– 500 mm.

4. Clasificación ecológica

Según Holdrige citado por Cabañas, (1984), el lugar de estudio está situado en la zona de vida eeMB, Estepa Espinosa Montano Bajo.

¹Instituto Geográfico militar (2010)

²Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología (2010)

5. Características del suelo

a. Características físicas³

Textura: Franca- arenoso

Estructura: Suelta

Topografía: Inclínada

Pendiente: 25 – 30%

Drenaje: Medio

Permeabilidad: Bueno

Profundidad: 30cm.

b. Características químicas⁴

Tabla 5. Características químicas del suelo

Determinación	Valor	Interpretación
pH	6,8	Neutro
Materia orgánica	2,8%	Bajo
Contenido de nitrógeno	5,3 mg/L	Bajo
Contenido de fósforo	65,2 mg/L	Alto
Contenido de potasio	0,96 meq/100g	Alto
Conductividad eléctrica	210 uS	No salino

B. MATERIALES

1. Material biológico

Cultivar de papa superchola

³Laboratorio de suelos ESPOCH (2015)

⁴ Laboratorio de suelos ESPOCH (2015)

2. Materiales de campo

Tractor, azadones, rastrillo, estacas, cinta métrica, flexómetro, piola, barreno, fertilizantes foliares (metalosatos de potasio), bomba de mochila (controles fitosanitarios), balanza analítica, libreta de campo, traje impermeable para aplicaciones, guantes, mascarilla, gafas, botas de caucho, cámara fotográfica, rótulos de identificación de tratamientos, GPS.

3. Materiales de oficina

Computadora, hojas de papel bond, internet, lápiz, calculadora.

4. Material de investigación

Se utilizó el metalosato de potasio (merit rojo) en tres dosis y tres épocas de aplicación y la papa variedad superchola.

C. METODOLOGÍA

1. Tratamientos en estudio

a. Factor D: Dosis de aplicación

D1: 1.25 cc/l (bajo)

D2: 2.5 cc/l (medio)

D3: 3.75 cc/l (alto)

b. Factor E: Épocas de aplicación

E1: 140 días

E2: 160 días

E3: 140 y 160 días

c. Tratamientos en estudio

Tabla 6. Tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN
T1	D1E1	Dosis baja: 1,25 cc/l, aplicación a los 140 días.
T2	D1E2	Dosis baja: 1,25 cc/l, aplicación a los 160 días.
T3	D1E3	Dosis baja: 1,25 cc/l, aplicación a los 140 días y 160 días.
T4	D2E1	Dosis media: 2,50 cc/l, aplicación a los 140 días.
T5	D2E2	Dosis media: 2,50 cc/l, aplicación a los 160 días.
T6	D2E3	Dosis media: 2,50 cc/l, aplicación a los 140 días y 160 días.
T7	D3E1	Dosis alta: 3,75 cc/l, aplicación a los 140 días.
T8	D3E2	Dosis alta: 3,75 cc/l, aplicación a los 160 días.
T9	D3E3	Dosis alta: 3,75 cc/l, aplicación a los 140 días y 160 días.
T10	T	Ninguna aplicación.

Elaborado: Tigse N, 2015

2. Especificaciones del campo experimental

a. Especificación de la parcela experimental

Número de tratamientos:	10
Número de repeticiones:	3
Número de unidades experimentales:	30
Forma de la parcela:	Rectangular
Ancho del ensayo:	25,20 m
Largo del ensayo:	50.50 m
Área total del ensayo:	1272.6 m ²
Distancia de siembra entre surcos:	1.2 m
Distancia de siembra entre plantas:	0.35 m
Área de la parcela experimental:	15.12 m ²
Área neta del ensayo:	340,2 m ²

b. Parcela

Ancho de la parcela:	350 m
Largo de la parcela:	4.80 m
Área de total de la parcela:	16,80 m ²
Área neta de la parcela:	11,34 m ²
Número de hileras:	5
Número de plantas por hilera:	10
Número de plantas evaluadas:	10
Distancia entre bloque:	1.20 m
Distancia entre tratamiento:	1.20m

3. Tipo de diseño

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (DBCA) bifactorial con tres dosis y tres épocas de aplicación con 3 repeticiones más un testigo agricultor.

a. Análisis estadístico

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

Cuadro 4. Análisis de varianza (adeva) para el ensayo

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	$(t-1)$	9
Repeticiones	$(r-1)$	2
Factor dosis	$(d-1)$	2
CO1(D1VSD2,D3)		1
CO2(D2VSD3)		1
Factor épocas	$(e-1)$	2
Dosis por épocas	$(e-1)(d-1)$	4
T agricultor vs tratamientos alternantes		1
Error	$(t * r)$	18
Total	$(Tr - 1)$	29
Promedio:	U	
Coefficiente de variación:	%	

Elaborado: TIGSE, N. 2015

b. Análisis funcional.

Los resultados fueron sometidos:

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

c. Análisis económico.

Se utilizó el método del presupuesto parcial del CIMMYT 1988.

D. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRAR**1. Variables fenológicas****a. Días a la emergencia**

Para este trabajo se contabilizó los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela neta emergieron. Este dato se expresó en días después de la siembra (dds).

b. Días a la floración

Los días a la floración se determinaron contabilizando el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron flores abiertas y estos datos se expresaron en días después de la siembra (dds).

c. Madurez del tubérculo

La madurez de cosecha se evaluó frotando la cascara de los tubérculos y observando si no hay fácil desprendimiento de la epidermis. Se contabilizó el número de días transcurridos después de la siembra.

2. VARIABLES AGRONÓMICAS

a. Altura de la planta

Se registró la altura de diez 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 140 días y a los 180 días después de la siembra.

b. Número de tubérculos por planta

Para evaluar esta variable se cosechó diez plantas tomadas al azar, dentro de la parcela neta y se contó la cantidad total de tubérculos por planta, obteniendo un promedio de las diez plantas.

c. Rendimiento por categorías

Se realizó una clasificación de los tubérculos en categorías según el diámetro y el peso de cada uno de acuerdo a los parámetros establecidos en la tabla 4.

d. Rendimiento por planta (Kg)

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

d. Rendimiento por hectárea (tn/ha)

Para calcular el rendimiento por hectárea se realizó la sumatoria de los pesos de los tubérculos comerciales de las plantas evaluadas obtenidas por parcela neta y se proyectó el rendimiento a kilogramos por hectárea y luego se transformó en toneladas por hectárea.

3. Evaluación económica

Se utilizó el método de presupuesto parcial del CIMMYT (1988) de los tratamientos en estudio.

E. MANEJO DEL ENSAYO**1. Labores pre-culturales****a. Muestreo**

Se realizó el muestreo de suelos de la parcela experimental, a través del método de zigzag, para extraer la muestra a una profundidad de 30 cm con la ayuda de un barreno (foto 1).

Después se llevó para su respectivo análisis físico-químico, para cuantificar los contenidos de macro nutrientes [N (total), P, K, Ca, Mg y S], además se determinó pH, textura, materia orgánica, CIC, CE (Anexo 2).

b. Preparación del suelo

La preparación del suelo del área del ensayo se realizó de forma mecanizada, consistió en una pasada de arado y dos pasadas de rastra, con la finalidad de incorporar los restos de cultivos anteriores así como también dejar el suelo bien mullido.

c. Trazado de la parcela

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

d. Surcado

Se surcó con yunta siguiendo las curvas de nivel del terreno a una distancia de 1.20 m entre hileras.

2. Labores culturales**a. Obtención de la semilla**

La semilla que se empleó es la variedad superchola, que utilizó el agricultor donde se desarrolló el experimento.

La semilla contiene las siguientes características pertenece a la clasificación según Montesdeoca (2005), a la categoría III, por poseer un peso de 49,14 gr promedio con un diámetro de longitud de 5,1 cm.

b. Siembra

Se colocó dos tubérculos semilla por sitio a una distancia de 0,35 m en el fondo del surco y enseguida se procedió a colocar una capa de tierra encima de la misma con la ayuda de un azadón (foto 3).

c. Fertilización del ensayo

Para la fertilización del ensayo se consideró el análisis químico del suelo y la recomendación del INIAP para el cultivo de papa, para la cual se utilizó los siguientes

fertilizantes edáficos: 60 Kg de 18-46-00, 72 Kg de 16-16-16 y 27 Kg de sulpomag en 1273 m² que corresponde al área total del ensayo.

Como la investigación corresponde a fertilización foliar con metalosato de potasio (merit rojo), la aplicación foliar se realizó en tres etapas, la primera a los 140 días, la segunda a los 160 días y la tercera aplicación se realizó a los 140 y 160 días después de la siembra a base de los tratamientos (foto 4).

d. Forma de aplicación de los fertilizantes

La fertilización edáfica se aplicó a chorro continuo a los 15 días después de la siembra y a los 60 días en el aporque.

A esto se suma la aplicación foliar del metalosato de potasio merit rojo como complemento de la fertilización inicial la cual se realizó con una aspersion muy fina al follaje de la planta (foto 5).

e. Control de malezas

Se realizó de forma manual, evitando así la competencia con el cultivo.

f. Control fitosanitario

Se realizó aplicaciones fitosanitarias utilizando productos preventivos y curativos, con la aparición de los primeros síntomas de plagas y enfermedades.

- ✓ Para tratar el problema de la presencia de lancha tardía y temprana se utilizó METARRANCH (2,5 g/l), CURZATE (2,5 g/l), ACROBAT (3,75 g/l) a razón de cinco aplicaciones por ciclo.
- ✓ Para el control de insectos de hoja se utilizó CURACRON (1,25 cc/l), RODELTA (0,5 cc/l), ACARAMIK (0,5 cc/l) a razón de cinco aplicaciones por ciclo.

- ✓ Para el control de insectos del suelo se utilizó AMULET (1,25 cc/l), LORSBAN 75 (4,5 g/l), ENGEO (1,25 cc/l).

g. 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 ya que la comercialización se realizó en el mercado Mayorista de Riobamba (foto 6).

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. RESULTADOS

1. Días a la emergencia, días a la floración altura de la planta a los 140 días y altura de la planta a los 180 días

CUADRO 5. Cuadrados medios para la interpretación de las variables días a la emergencia, días a la floración y altura de la planta a los 140 dds y 180 dds.

CUADRADOS MEDIOS PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS VARIABLES									
F. de V	G.L.	días a la emergencia		días a la floración		altura de la planta a los 140 dds		altura de la planta a los 180 dds	
		C.M	INTER	C.M	INTER	C.M	INTER	C.M	INTER
REPETICIONES	2	0,43	N.S	0,63	N.S	0,37	N.S	0,37	N.S
TRATAMIENTOS	9	4,61	N.S	4,53	N.S	0,63	N.S	0,63	N.S
FACTOR DOSIS	2	1,59	N.S	1,44	N.S	0,77	N.S	0,77	N.S
CO1 (D1 vs D2, D3)	1	0,46	N.S	0,17	N.S	1,07	N.S	1,07	N.S
CO2 (D2 vsD3)	1	2,72	N.S	2,72	N.S	0,47	N.S	0,47	N.S
FACTOR EPOCAS	2	10,48	N.S	10,78	N.S	0,90	N.S	0,90	N.S
DOSIS X EPOCAS	4	4,31	N.S	4,06	N.S	0,57	N.S	0,57	N.S
TESTIGO AGRICULTOR vs TRATAMIENTOS	1	0,09	N.S	0,13	N.S	0,02	N.S	0,02	N.S
ERROR	18	4,54		4,41		1,4		1,4	
TOTAL	29	4,28		4,19		1,09		1,09	
C.V.		6,91		1,6		1,55		1,55	

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

ns: No siggnificativo

El análisis de varianza para días a la emergencia de plantas, días a la floración y altura de la planta a los 140 dds y 160 dds (Cuadro 5), no presentó diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

El coeficiente de variación fue 6,91 % para días a la emergencia, 1,6% para días a la floración y 1,55% para la altura de la planta tanto para los 140 y 160 dds.

Los valores registrados en el análisis de varianza (cuadro 5) de cada una de las variables no presentaron diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación, esto se debe porque el producto utilizado en el tema de investigación se lo utiliza en la última etapa fenológica de la planta y por ellos se puede evidenciar que el cultivo se mantuvo uniforme hasta la etapa de tuberización.

2. Madurez de tubérculo

CUADRO 6. Análisis de varianza para la madurez del tubérculo

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	4886,97	168,52				
REPETICIONES	2	130,47	65,23	2,94	3,55	6,01	Ns
TRATAMIENTOS	9	4357,63	484,18	21,85	2,46	3,60	**
FACTOR DOSIS	2	1901,41	950,70	42,90	3,55	6,01	**
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	1431,19	1431,19	64,59	4,41	8,29	**
CO 2 (D2 Vs D3)	1	470,22	470,22	21,22	4,41	8,29	**
FACTOR EPOCAS	2	1014,74	507,37	22,90	3,55	6,01	**
DOSIS X EPOCAS	4	112,59	28,15	1,27	2,93	4,58	Ns
Testigo agricultor vs Tratamientos	1	1328,89	1328,89	59,97	4,41	8,29	**
Error	18	398,87	22,16				
C de V	2,55						

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

ns: No significativo

** : Altamente significativo

El análisis de varianza para días transcurridos a la madurez del tubérculo (Cuadro 6), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 1 (D1 Vs D2, D3), comparación ortogonal 2 (D2 Vs D3), factor épocas, testigo agricultor vs tratamientos y no significativas para repeticiones y factor dosis por épocas.

El coeficiente de variación fue 2,55 %.

El promedio de días transcurridos a la madurez del tubérculo fue de 184,37 dds.

a. Prueba de Tukey al 5% para la madurez del tubérculo

1) Para factor dosis de metalosato de potasio

En la prueba de Tukey al 5 % entre dosis según el número de días transcurridos a la madurez del tubérculo (Cuadro 7) presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó la dosis baja (D1: 1,25 cc/l) con un valor de 192,44 dds, en el rango “B” se ubicó la dosis media (D2: 2,50 cc/l) con un valor de 182,11 dds; mientras que en el rango “C” se ubicó la dosis alta (D3: 3,75 cc/l) con un valor de 171,89 dds.

CUADRO 7. Prueba de Tukey al 5% según la dosis para la madurez del tubérculo

Dosis	Medias (Días)	Rango
D1	192,44	A
D2	182,11	B
D3	171,89	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

En el gráfico 1, se observa claramente que a dosis de 3,75 cc/l (D3) en relación a dosis de 1,25 cc/l (D1), existe una diferencia de 21 días, apresurando su tiempo de maduración del tubérculo en un 11% respectivamente.

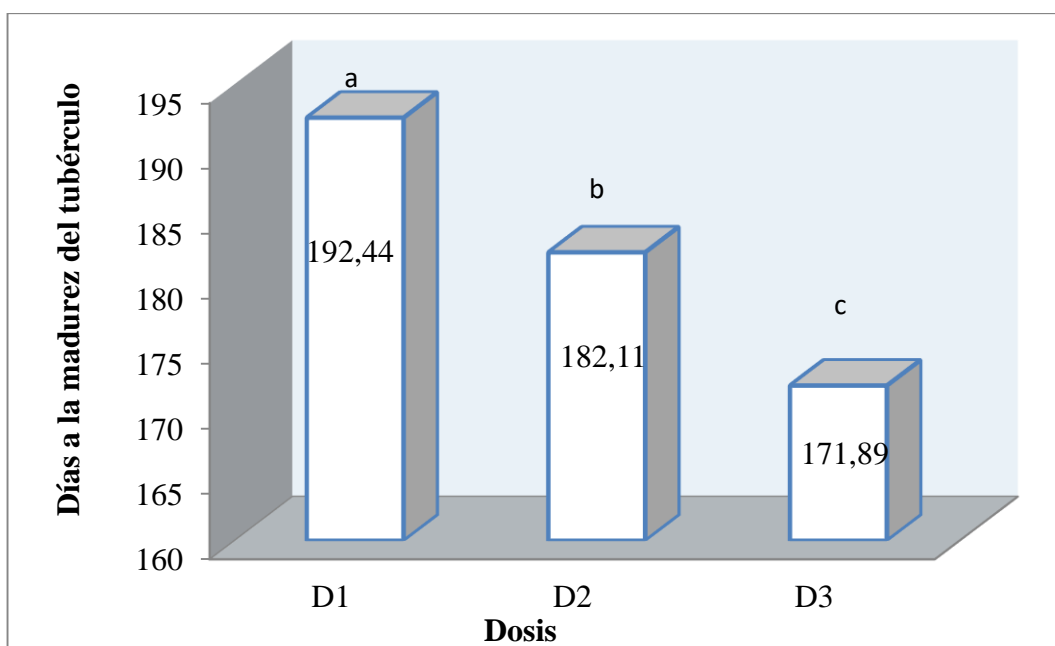


Gráfico 1. Número de días a la madurez del tubérculo para las dosis

2) Para factor épocas de aplicación de metalosato de potasio

En el cuadro 8, se observa que la época de aplicación más precoz es la época 3 (E3: 140 y 160 dds) que se ubica en el rango “C” con un valor de 174,44 dds y las épocas más tardías fueron la época 2 (E2: 160 dds) que se ubica en el rango “A” con un valor de 189,44 dds y la época 1 (E1: 140 dds) que se ubica en el rango “B” con un valor de 182,56 dds.

CUADRO 8. Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para la madurez del tubérculo

Épocas	Medias (días)	Rango
E2	189,44	A
E1	182,56	B
E3	174,44	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

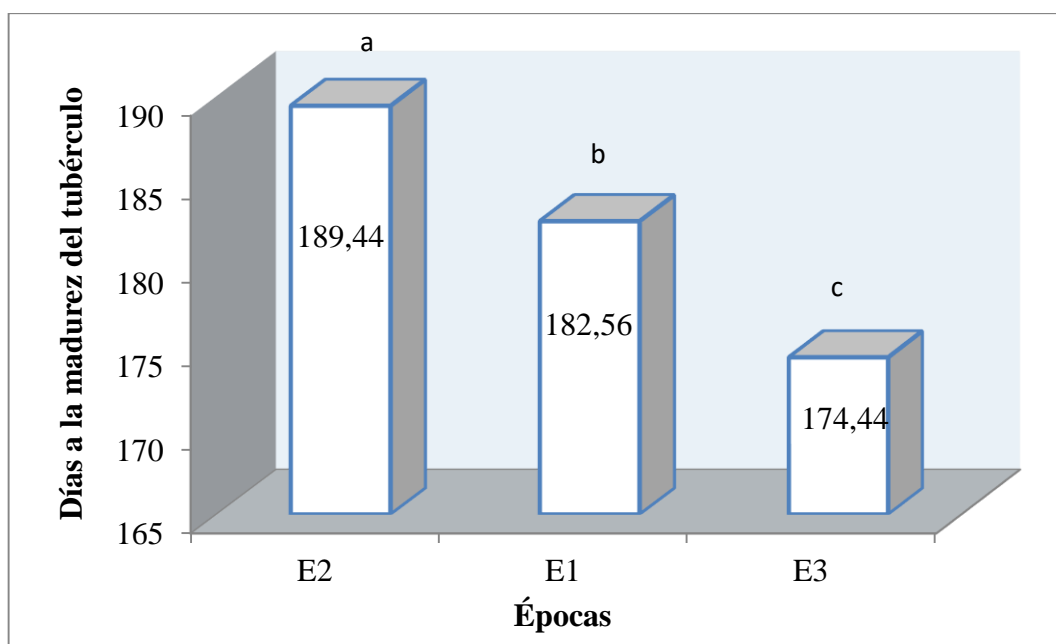


Gráfico 2. Número de días a la madurez del tubérculo para las épocas

El gráfico 2, representa los días de diferencia que existe, entre las épocas de aplicación del metalosato de potasio merit rojo a los 140 y 160 días (E3) en relación a épocas de aplicación a los 140 días (E1) y a épocas de aplicación a los 160 días (E2). Los mejores resultados se obtuvieron con época de aplicación a 140 y 160 días, con lo cual, los días de maduración del tubérculo se acortaron al menos en un 9% al comparar con épocas de aplicación a los 160 días y un 6% a 140 días.

3) Para testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio

En el cuadro 9, se observa que el Testigo agricultor vs tratamientos, presentaron seis rangos; en el rango "A" se ubicó al testigo agricultor con un valor de 204,33 dds, en el rango "F" se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos frecuencias de aplicación (T9) con un valor de 166,67 dds; mientras que los demás tratamientos se ubicaron en un rango intermedio.

CUADRO 9. Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para la madurez del tubérculo

Tratamientos	Código	Medias (días)	Rango
Testigo	T	204,33	A
T2	D1E2	199,67	AB
T1	D1E1	194,33	AB
T5	D2E2	188	ABC
T4	D2E1	185	BCD
T3	D1E3	183,33	BCD
T8	D3E2	180,67	CDE
T6	D2E3	173,33	DEF
T7	D3E1	168,33	EF
T9	D3E3	166,67	F

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

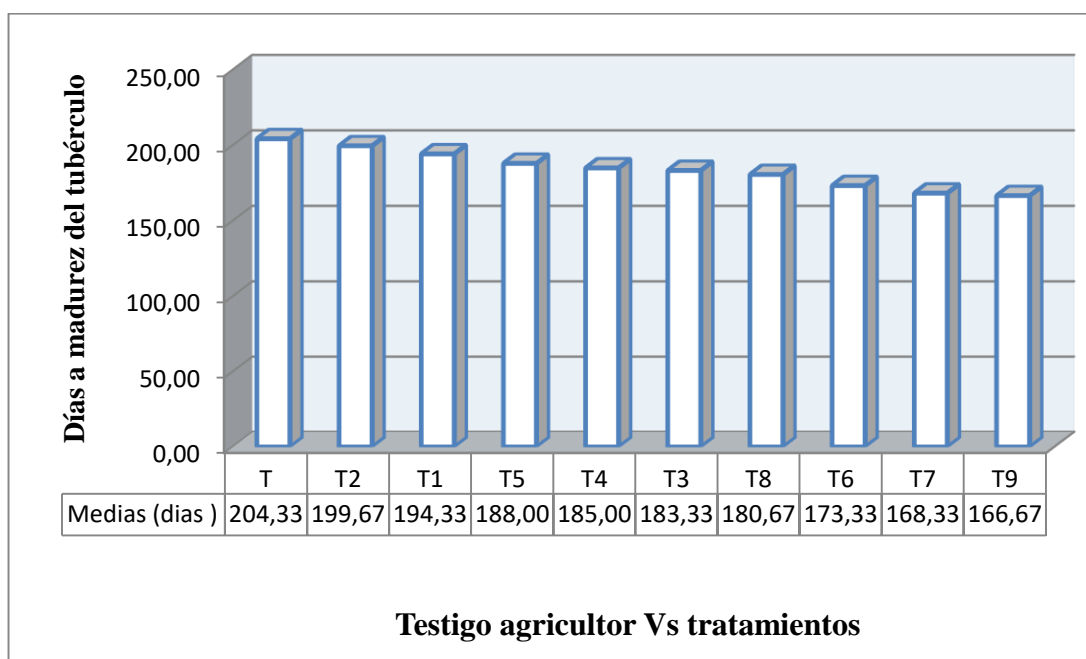


Gráfico 3. Número de días a madurez del tubérculo para el testigo agricultor vs los tratamientos

Según el número de días transcurridos a la madurez del tubérculo en la presente investigación reportan que las dosis y las épocas de aplicación de metalosato de potasio

utilizado en este ensayo, influyó al número de días a la cosecha de la planta de papa en cada uno de los tratamientos.

Poniéndose en evidencia que al existir menor número de días a la cosecha para la dosis 3,75 cc/l (D3) (cuadro 7) y la época de aplicación a los 140 y 160 días (E3), la cual tiene dos aplicaciones (cuadro 8), cumpliendo su ciclo fisiológico en menor número de días después de la siembra y en la interacción entre testigo vs tratamientos al realizar la prueba de Tukey 5%, como se puede apreciar en el (gráfico 3) el tratamiento con una dosis de aplicación alta 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación alcanzó el menor número de días a la cosecha con un valor de 166,67 dds, diferenciándose en un 18% para el testigo agricultor y 20% para el tratamiento con dosis 1,25cc/l con una época de aplicación a los 160 días; esto se debe a los diferentes niveles y épocas de aplicación de potasio, disponibilidad del mismo y a la relación directamente proporcional que existe entre el nivel de potasio aplicado mediante el uso de la fertilización foliar del metalosato de potasio (merit rojo) y la aceleración del desarrollo fisiológico de las plantas de papa a través de su absorción, lo que concuerda con AgroscoPIO, (2004) que la madurez de los tubérculos en zonas altas y con la fertilización tradicional de los agricultores es de 230 dds. Lo que coincide con la afirmación de Suarez, L. (2006) que una mayor disponibilidad de potasio aceleran la senescencia del cultivo, provocando la movilización anticipada de los azúcares desde el follaje a los tubérculo, esta es la razón por la cual los días en llegar a la madurez del tubérculo sea menor al utilizar el metalosato de potasio (merit rojo) en una dosis alta (3,75 cc/l) y con dos épocas de aplicación.

3. Número de tubérculos por planta

El análisis de varianza para el número de tubérculos por planta (cuadro 10) establece diferencias estadísticas significativas para comparación ortogonal 1 (D1 Vs D2, D3) y Testigo agricultor vs tratamientos y diferencias no significativas para repeticiones, tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 2 (D2 vs D3), factor épocas y la interacción entre dosis por épocas.

El coeficiente de variación fue 7,08 %.

El promedio general de número de tubérculos por planta fue de 42,71 tubérculos.

CUADRO 10. Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	390,87	13,48				
REPETICIONES	2	40,99	20,49	2,24	3,55	6,01	Ns
TRATAMIENTOS	9	185,46	20,61	2,26	2,46	3,60	Ns
FACTOR DOSIS	2	60,66	30,33	3,32	3,55	6,01	Ns
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	59,54	59,54	6,52	4,41	8,29	*
CO 2 (D2 Vs D3)	1	1,13	1,13	0,12	4,41	8,29	Ns
FACTOR EPOCAS	2	20,83	10,41	1,14	3,55	6,01	Ns
DOSIS X EPOCAS	4	57,84	14,46	1,58	2,93	4,58	Ns
Testigo agricultor vs Tratamientos	1	46,13	46,13	5,05	4,41	8,29	*
Error	18	164,42	9,13				
C de V	7,08						

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

*: Significativo

Ns: No Significativo

a. Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta

1) Para testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio

En el cuadro 11, se observa que el Testigo agricultor vs tratamientos, presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubicó la dosis baja 1,25 cc/l con una época de aplicación a los 140 días (T1) y al testigo agricultor con un valor de 46,77 y 46,43 tubérculos, en el rango “B” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación a los 140 y 160 días (T9), dosis media 2,5 cc/l con dos épocas de aplicación a los 140 y 160 días (T6) y la dosis alta 3,75 cc/l con una época de aplicación a los 140 días (T7) con valores de 39.93, 39.57 y 39.40 tubérculos respectivamente; mientras que los demás tratamientos se ubicaron en un rango intermedio.

CUADRO 11. Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el número de tubérculos por planta

Tratamientos	Código	Medias (número de tubérculos)	Rango
T1	D1E1	46,77	A
T	Testigo	46,43	A
T3	D1E3	43,77	A
T8	D3E2	43,67	AB
T5	D2E2	43,10	AB
T2	D1E2	42,67	AB
T4	D2E1	41,83	AB
T9	D3E3	39,93	B
T6	D2E3	39,57	B
T7	D3E1	39,40	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

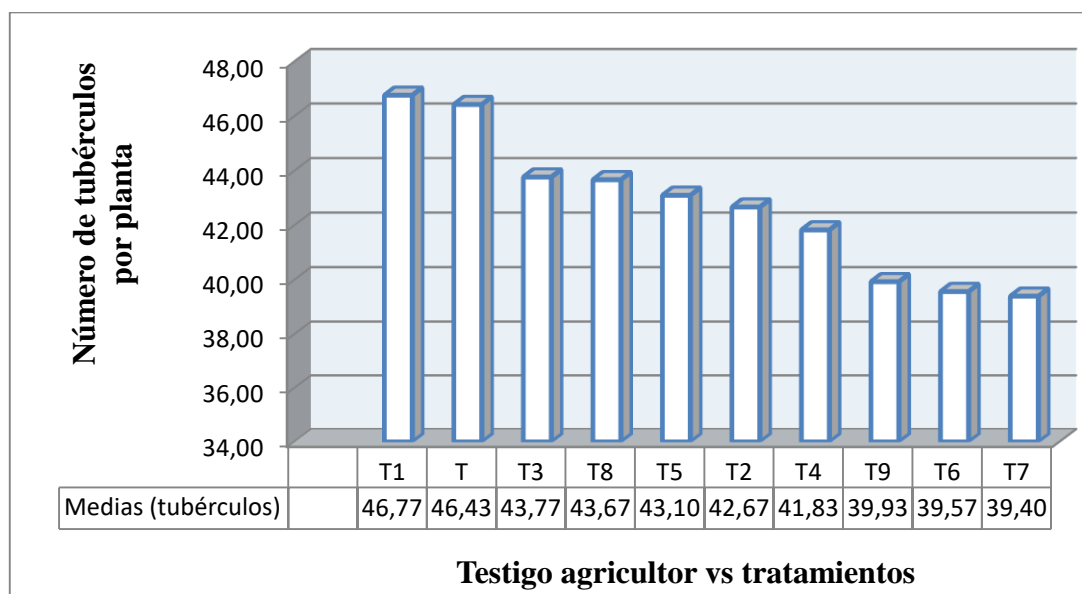


Gráfico 4. Número de tubérculos por planta para el testigo agricultor vs los tratamientos

En el gráfico 4, se puede observar claramente la diferencia que existe del número de tubérculos por planta entre el testigo agricultor vs los tratamientos es mínima.

La tasa de multiplicación de los tubérculos, presentó una relación negativa a los niveles de fertilización foliar de metalosato de potasio merit rojo, como se puede observar en el (cuadro 11), la mayor tasa de multiplicación presentó al aplicar una dosis baja con una época de aplicación a los 140 dds que corresponde al tratamiento (T1) con una media de 46,77 tubérculos ubicándose en el rango “A”, mientras que la menor media con 39 tubérculos se presentó con la aplicación de una dosis alta 3,75 cc/l con una época de aplicación a los 160 dds que corresponde al tratamiento (T7), ubicándose en el rango “B”. Sifuentes (2009), indica que la época de fraccionamiento de potasio es decisiva, es así que al aplicar potasio después de los 120 días o en la etapa de desarrollo de los tubérculos el número de tubérculos ya está fijado en la planta. Meléndez, G. et al (2002), afirma que el momento de aplicación del potasio tiene un efecto significativo en el engrose de los cultivos, tiene como objetivo ayudar a incrementar el peso y tamaño de los tubérculos, favorecer la acumulación de azúcares y sólidos solubles, y mejorar la firmeza y calidad de los frutos.

4. Rendimiento por planta kg/planta

El análisis de varianza para el rendimiento por planta (cuadro 12) establece diferencias estadísticas significativas para comparación ortogonal 2 (D2 Vs D3), diferencias altamente significativas para tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 1 (D1 VS D2, D3), factor épocas y Testigo agricultor vs tratamientos y diferencias no significativas para repeticiones y dosis por épocas.

El coeficiente de variación fue 8,32 %.

El promedio general del rendimiento por planta fue de 1,65 kg/planta.

CUADRO 12. Análisis de varianza para el rendimiento por planta

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	1,83	0,06				
REPETICIONES	2	0,00	0,00	0,05	3,55	6,01	Ns
TRATAMIENTOS	9	1,49	0,17	8,84	2,46	3,60	**
FACTOR DOSIS	2	0,30	0,15	8,10	3,55	6,01	**
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	0,21	0,21	11,12	4,41	8,29	**
CO 2 (D2 Vs D3)	1	0,10	0,10	5,08	4,41	8,29	*
FACTOR EPOCAS	2	0,26	0,13	6,97	3,55	6,01	**
DOSIS X EPOCAS	4	0,09	0,02	1,21	2,93	4,58	Ns
Testigo agricultor vs tratamientos	1	0,83	0,83	44,54	4,41	8,29	**
Error	18	0,34	0,02				
C de V	8,32						

Elaborado: TIGSE, N. 2016

*: Significativo

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

a. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por planta (kg/planta)

1) Para la dosis del metalosato de potasio

En la prueba de Tukey al 5 % entre dosis según el rendimiento por planta (kg/planta) (Cuadro 13) presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l (D3) con un valor de 1,84 kg/planta, en el rango “B” la dosis bajo 1,25 cc/l (D1) con un valor de 1,58 kg/planta; mientras que la dosis media 2,50 cc/l (D2) se le ubicó en un rango intermedio con un valor de 1,69 kg/planta.

CUADRO 13. Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento por planta

Dosis	Medias (kg/pl)	Rango
D3	1,84	A
D2	1,69	AB
D1	1,58	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

2) Para las épocas de aplicación de metalosato de potasio

CUADRO 14. Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para el rendimiento por planta

Épocas	Medias (kg/pl)	Rango
E3	1,82	A
E1	1,7	B
E2	1,58	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

En la prueba de Tukey al 5 % entre épocas según el rendimiento por planta (kg/planta) (Cuadro 14) presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó la época 3, dos épocas de aplicación 140 y 160 dds (E3) con un valor de 1,82 kg/planta, en el rango “B” a la época 2 con una época de aplicación 160 dds (E2) con un valor de 1,58 kg/planta; mientras que la época 1 con una época de aplicación 140 dds (E1) se situó en un rango intermedio con un valor de 1,70 kg/planta.

3) Para testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio

En el cuadro 15, se observa que el testigo agricultor vs los tratamientos, presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación a los 140 y 160 días (T9) con un valor de 2,07 Kg/planta, en el rango “B” se ubicó la dosis media 2,5 cc/l con una época de aplicación 160 dds (T5) y al tratamiento de dosis baja

1,25 cc/l con una sola época de aplicación 140 dds (T1) con un valor de 1,60 Kg/planta y al tratamiento en dosis baja con una sola época de aplicación 160 dds (T2) con valor de 1,49 kg/planta respectivamente y en el rango “C” se le ubica al testigo agricultor con un valor de 1,15 kg/planta; mientras que los demás tratamientos se ubicaron en un rango intermedio.

CUADRO 15. Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por planta.

TRATAMIENTOS	CODIGO	MEDIAS (kg/pl)	RANGO
T9	D3E3	2,07	A
T7	D3E1	1,77	AB
T6	D2E3	1,74	AB
T4	D2E1	1,73	AB
T8	D3E2	1,66	AB
T3	D1E3	1,65	AB
T5	D2E2	1,60	AB
T1	D1E1	1,60	B
T2	D1E2	1,49	B
T	TESTIGO	1,15	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

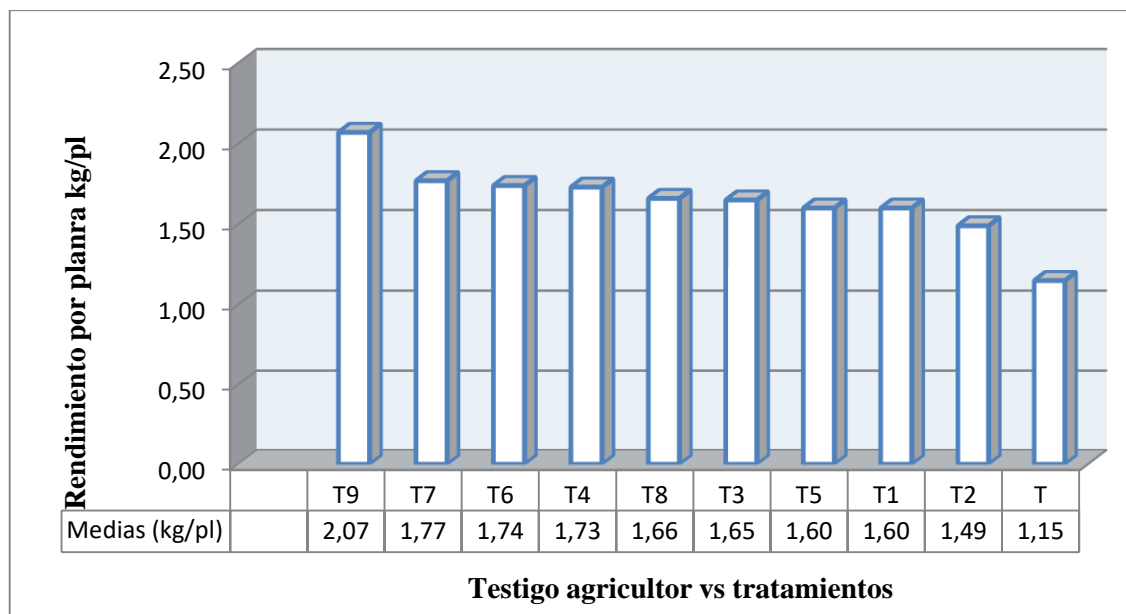


Gráfico 5. Rendimiento por planta para el testigo agricultor vs los tratamientos

El gráfico 5, representa claramente el rendimiento por planta entre el testigo agricultor vs los tratamientos, donde la gráfica ubica los mejores resultados a los tratamientos que recibieron la fertilización foliar del metalosato de potasio merit rojo. Observando que el mayor rendimiento alcanzó el tratamiento T9 con una diferencia de 0,92 kg/planta en relación al testigo agricultor alcanzando un 80% más.

El rendimiento por planta, presentó una relación positiva a las dosis y épocas de aplicación de la fertilización foliar de metalosato de potasio merit rojo, es decir, que el mayor rendimiento se presentó al aplicar 3,75 cc/l de merit rojo con dos épocas de aplicación que corresponde a la dosis alta (T9) con una media de 2,07 kg/planta ubicándose en el rango “A”; mientras que el menor rendimiento con un valor de 1,15 kg/planta se presentó con el testigo agricultor ubicándose en el rango “C” como se puede apreciar en el (cuadro 15). Meléndez, G. et al (2002), manifiesta que la máxima producción en la papa se logra cuando existe potasio disponible para la planta en las etapas de alta demanda, ya que el potasio influye fuertemente en el rendimiento y calidad del tubérculo. Lo que concuerda con Reinoso, R. (2007) quien menciona que el rendimiento por planta de la papa variedad superchola en zonas altitudinales mayor a 2800 msnm es de 1,76 kg/planta resultado de la fertilización tradicional lo que concuerda con nuestros resultados ya que el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis alta de

aplicación de metalosato de potasio con una media de 1,84 kg/planta (cuadro 13) influyendo el metalosato de potasio en el rendimiento de papa en un 5 % más.

5. Rendimiento por categorías

a. Categoría gruesa o primera (81 – 120 gr)

CUADRO 16. Análisis de varianza para el rendimiento de categoría gruesa

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	988,28	34,08				
REPETICIONES	2	14,64	7,32	1,94	3,55	6,01	Ns
TRATAMIENTOS	9	905,85	100,65	26,73	2,46	3,60	**
FACTOR DOSIS	2	450,84	225,42	59,86	3,55	6,01	**
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	166,24	166,24	44,14	4,41	8,29	**
CO 2 (D2 Vs D3)	1	284,61	284,61	75,57	4,41	8,29	**
FACTOR EPOCAS	2	156,99	78,50	20,84	3,55	6,01	**
DOSIS X EPOCAS	4	72,14	18,04	4,79	2,93	4,58	**
Testigo agricultor vs tratamientos	1	225,87	225,87	59,98	4,41	8,29	**
Error	18	67,79	3,77				
C de V	10,43						

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

El análisis de varianza (cuadro 16) para la categoría gruesa (81 – 120gr) (kg/pn) presenta diferencias altamente significativas para tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 1 (D1 VS D2, D3), comparación ortogonal 2 (D2 Vs D3), factor épocas, factor dosis por épocas, testigo agricultor vs tratamientos y diferencias no significativas para repeticiones.

El coeficiente de variación fue 10,43 % y el promedio general del rendimiento de la categoría gruesa fue de 18,61 kg/pn.

1) Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de categoría gruesa

a) Para la dosis del metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 17), para rendimiento de la categoría gruesa (81 – 120gr) (kg/pn), para la dosis de metalosato de potasio (factor dosis), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l (D3) con un valor de 25,25 kg/pn, mientras que en el rango “B” se ubicaron la dosis baja 1,25 cc/l (D1) y la dosis media 2,5 cc/l (D2) con medias de 16,01 kg/pn y 17,30 kg/pn respectivamente.

CUADRO 17. Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento de categoría gruesa

Dosis	Medias (kg/pn)	Rango
D3	25,25	A
D2	17,3	B
D1	16,01	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

En el gráfico 6, se observa claramente que al comparar la dosis de 3,75 cc/l (D3) con dosis de 1,25 cc/l (D1), existe una diferencia de 9,24 kg/pn correspondiendo un incremento del 37 % del rendimiento de la categoría gruesa de papa.

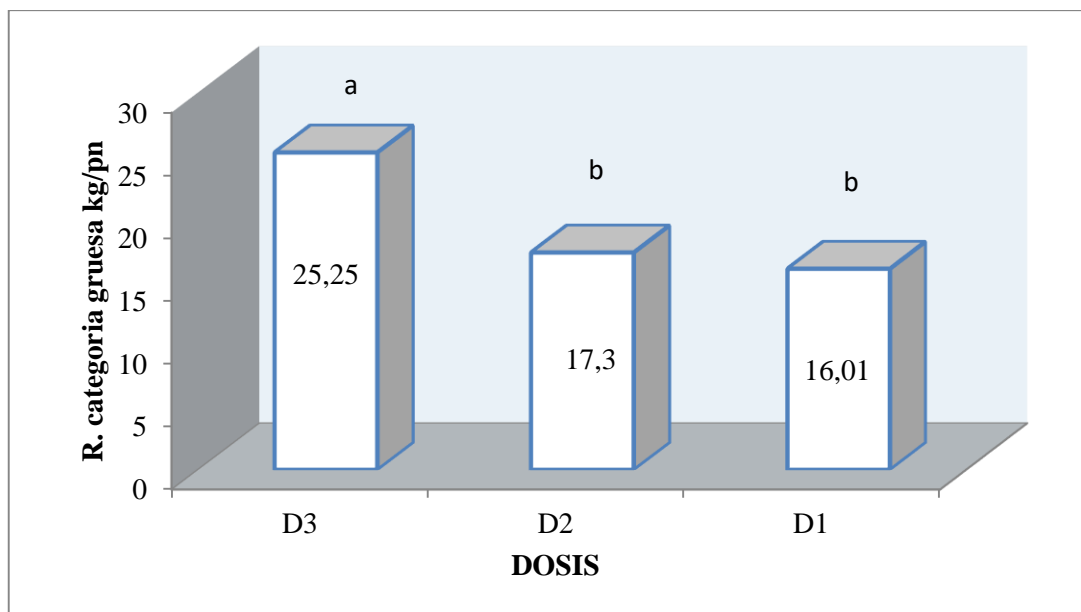


Gráfico 6. Rendimiento categoría gruesa para el factor dosis

b) Para las épocas de aplicación de metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 18), para rendimiento de la categoría gruesa (81 – 120gr) (kg/pn), para la época de aplicación de metalosato de potasio (factor épocas), presentó dos rangos. Donde la aplicación fue a los 140 y 160 días que corresponde a la época 3 (E3) se ubicó en el rango “A” con una media de 22,91 kg/pn, mientras que en el rango “B” se ubicaron las épocas de aplicación, 140 dds (E1) y 160 dds (E2) con medias de 18,18 kg/pn y 17,48 kg/pn respectivamente.

CUADRO 18. Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para el rendimiento por planta

Épocas	Medias (kg/pn)	Rango
E3	22,91	A
E1	18,18	B
E2	17,48	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

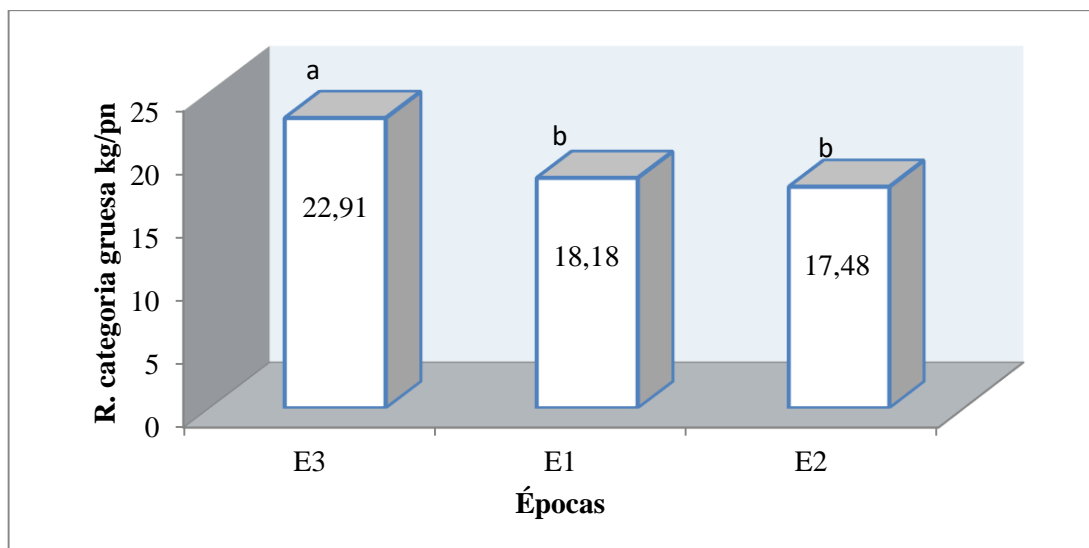


Gráfico 7. Rendimiento categoría gruesa para el factor épocas

En el gráfico 7, se observa que la época de aplicación a los 140 y 160 dds (E3) en relación a la época de aplicación a los 160 dds (D2), existe una diferencia de 5,43 kg/pn de rendimiento de la categoría gruesa de papa, superando el 24% más.

c) Para la interacción dosis por épocas de aplicación de metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 19), para rendimiento de la categoría gruesa (81 – 120gr) (kg/pn), para la interacción entre dosis por época de aplicación de metalosato de potasio (dosis x épocas), presentó cuatro rangos. En el rango “A” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación 140 y 160 dds (T9) con una media de 31,61 kg/pn, mientras que en el rango “C” se ubicaron a los tratamientos que se realizó una aportación de dosis baja con una sola frecuencia de aplicación los mismos que corresponden a los T1, T2 Y T5 con unas medias de 15,84, 15,28 y 14,92 respectivamente.

CUADRO 19. Prueba de Tukey al 5%, para el rendimiento de la categoría gruesa (kg/pn), para la interacción entre dosis y épocas de aplicación de metalosato de potasio

Tratamientos	Código	Medias (kg/pn)	Rango
T9	D3E3	31,61	A
T8	D3E2	22,22	B
T7	D3E1	21,93	B
T6	D2E3	20,19	BC
T3	D1E3	16,92	BC
T4	D2E1	16,79	BC
T1	D1E1	15,84	C
T2	D1E2	15,28	C
T5	D2E2	14,92	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

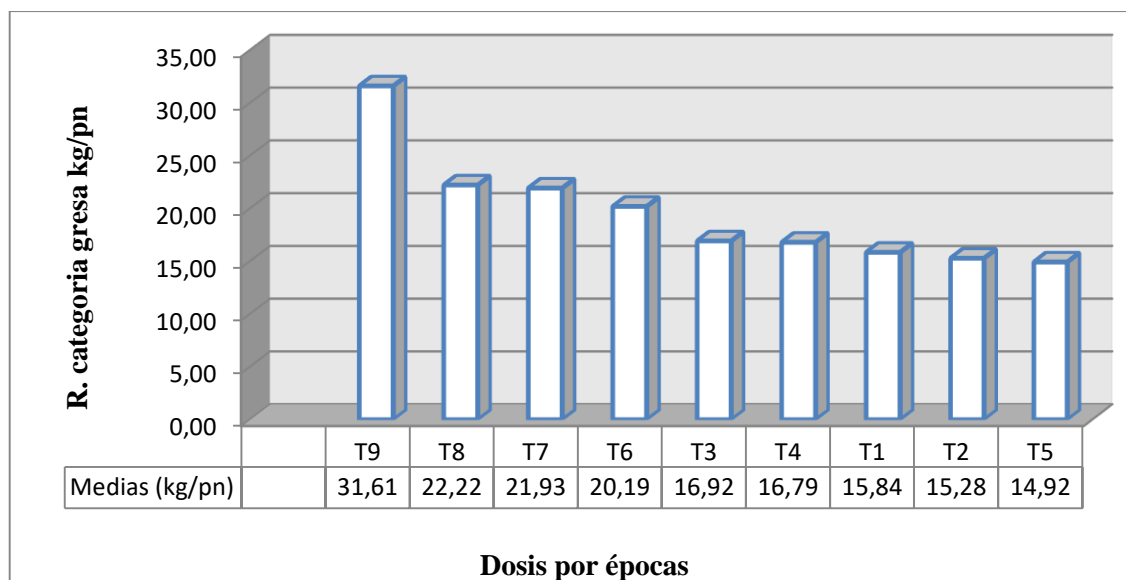


Gráfico 8. Rendimiento categoría gruesa para el factor dosis por épocas

El gráfico 8, representa la diferencia que existe en el rendimiento de la categoría gruesa de papa, entre los tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación a dosis 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación 140 y 160 dds (T9) con el cual, el rendimiento fue

mayor en un 16,69 kg/pn, al comparar con la aplicación a dosis 2,5 cc/l con una época de aplicación a los 160 dds (T5), superando en un 53%.

d) Para testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio

En el (cuadro 20) se observa que el Testigo agricultor vs los tratamientos, presentaron cuatro rangos; en el rango “A” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación (T9) con un valor de 31,61 Kg/pn, en el rango “B” se ubicó a los tratamientos de dosis alta con una sola frecuencia de aplicación (T8 y T7) con valores de 22,22 y 21,93 Kg/pn respectivamente, en el rango “C” se ubican los tratamientos de dosis baja y dosis media con una época de aplicación (T1,T2 y T5) con valores de 15,84, 15,28 y 14,92 kg/pn respectivamente; mientras que el testigo agricultor se ubicó en el rango “D” con un valor de 10,38 kg/pn y los tratamientos T6, T3 y T4 se encuentran en un rango intermedio.

CUADRO 20. Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por categoría gruesa.

Tratamientos	Código	Medias (kg/pn)	Rango
T9	D3E3	31,61	A
T8	D3E2	22,22	B
T7	D3E1	21,93	B
T6	D2E3	20,19	BC
T3	D1E3	16,92	BC
T4	D2E1	16,79	BC
T1	D1E1	15,84	C
T2	D1E2	15,28	C
T5	D2E2	14,92	C
T	Testigo	10,38	D

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

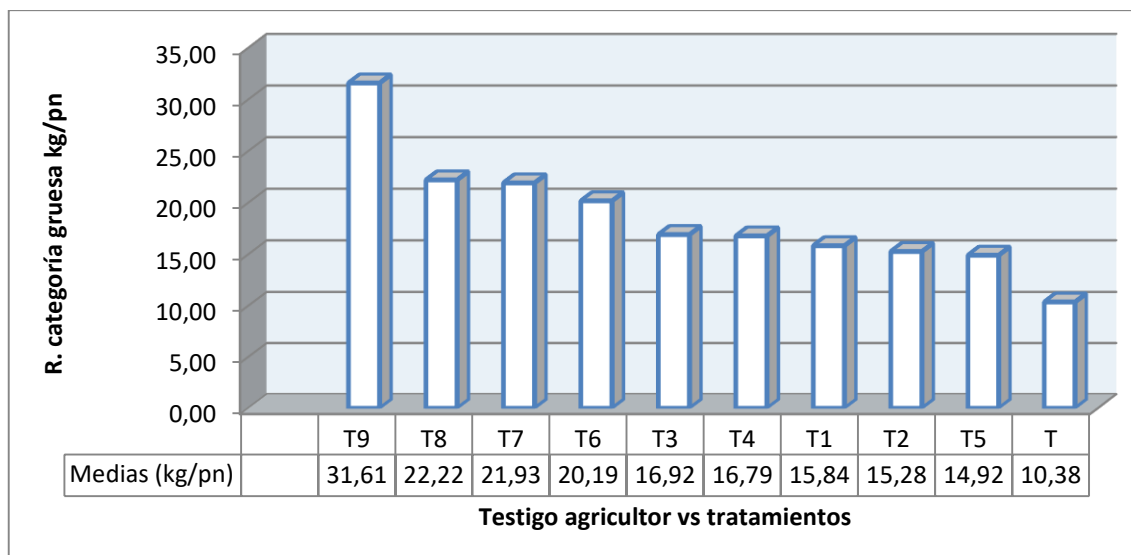


Gráfico 9. Rendimiento categoría gruesa para el testigo agricultor vs tratamientos

El gráfico 9, representa la diferencia que existe en el rendimiento de la categoría gruesa de papa, entre el testigo agricultor vs tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación a dosis 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación 140 y 160 dds (T9) con la cual, el rendimiento fue mayor en un 21,23 kg/pn, resaltando en un 205% más, al comparar con el testigo agricultor el cual obtuvo el menor rendimiento en la investigación.

Las dosis y las épocas de aplicación usadas en este ensayo influyeron de una forma positiva en el rendimiento de las papas categoría gruesa en cada uno de los tratamientos poniéndose en evidencia al existir diferencias estadísticas al realizar la prueba de Tukey como se puede apreciar en el (cuadro 20). Los mejores rendimientos de la categoría gruesa con una media de 31,61 kg/ha se obtuvo al aplicar 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación mismo que corresponde al T9 y los menores rendimientos en esta categoría con una media de 10,38 kg/ha se presentó con el testigo agricultor. Lo que concuerda con Meléndez, et al (2002), quien señala que al incrementar la dosis de potasio se incrementa el rendimiento de los tubérculos de primera clase al igual que el rendimiento total, el principal objetivo de una aplicación foliar es lograr la máxima absorción de los nutrientes dentro del tejido vegetal. Esto corrobora con la investigación que al aplicar fuentes metalosadas de potasio ayuda que las plantas tengan un mayor contenido de este mineral en sus órganos en la etapa del desarrollo de los tubérculos obteniendo respuestas muy positivas en la investigación.

b. Categoría mediana o segunda (61 – 80 gr)

El análisis de varianza (cuadro 21) para la categoría mediana (61 – 80gr) (kg/pn) presenta diferencias altamente significativas para tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 2 (D2 Vs D3), y presentan diferencias no significativas para repeticiones, comparación ortogonal 1 (D1 VS D2, D3), factor épocas, testigo agricultor vs tratamientos, mientras que el factor dosis por épocas establece diferencias significativas.

El coeficiente de variación fue 13,78 % y el promedio general del rendimiento de categoría mediana fue 11,06 kg/pn en la parcela experimental.

CUADRO 21. Análisis de varianza para el rendimiento de categoría mediana

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	149,31	5,15				
REPETICIONES	2	3,92	1,96	0,84	3,55	6,01	Ns
TRATAMIENTOS	9	103,56	11,51	4,95	2,46	3,60	**
FACTOR DOSIS	2	62,83	31,42	13,52	3,55	6,01	**
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	0,93	0,93	0,40	4,41	8,29	Ns
CO 2 (D2 Vs D3)	1	61,91	61,91	26,64	4,41	8,29	**
FACTOR EPOCAS	2	6,41	3,20	1,38	3,55	6,01	Ns
DOSIS X EPOCAS	4	28,04	7,01	3,02	2,93	4,58	*
Testigo agricultor vs Tratamientos	1	6,28	6,28	2,70	4,41	8,29	Ns
Error	18	41,83	2,32				
C de V	13,78						

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

*: Significativo

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

1) **Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de categoría mediana**

a) **Para la dosis del metalosato de potasio**

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 22), para rendimiento de la categoría media (61 – 80gr) (kg/pn), para la dosis de metalosato de potasio (factor dosis), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicó la dosis media 2,5 cc/l (D2) y la dosis baja 1,25 cc/l (D1) con valores de 12,94 kg/pn y 11,48 kg/pn, mientras que en el rango “B” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l (D3) con una media de 9,23 kg/pn.

CUADRO 22. Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento de categoría media

Dosis	Medias (kg/pn)	Rango
D2	12,94	A
D1	11,48	A
D3	9,23	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

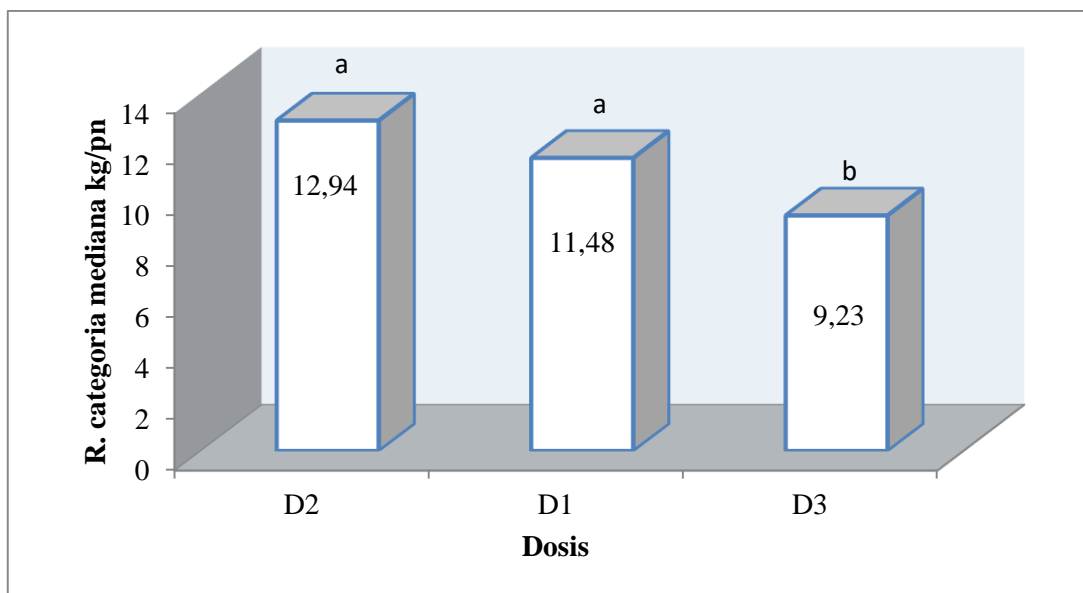


Gráfico 10. Rendimiento categoría mediana para el factor dosis

En el gráfico 10, se observa claramente que a dosis de 2,5 cc/l (D2) en relación a dosis de 3,75 cc/l (D3), existe una diferencia de 3,71 kg/pn superando un 29% del rendimiento de la categoría mediana de papa.

b) Para la interacción dosis por épocas de aplicación de metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 23), para rendimiento de la categoría media (61 – 80gr) (kg/pn), para la interacción entre dosis por época de aplicación de metalosato de potasio (D x E), presento cuatro rangos. En el rango “A” se ubicó la dosis media 2,5 cc/l con una época de aplicación 160 dds mismo que corresponde al tratamiento T5 con una media de 14,07 kg/pn, mientras que en el rango “C” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos frecuencias de aplicación 140 y 160 dds (T9) con una media de 7,66 kg/pn.

CUADRO 23. Prueba de Tukey al 5%, para el rendimiento de la categoría mediana (kg/pn), para la interacción entre dosis por épocas de aplicación de metalosato de potasio

Tratamientos	Código	Medias (kg/pn)	Rango
T5	D2E2	14,07	A
T4	D2E1	13,39	AB
T3	D1E3	12,70	AB
T2	D1E2	11,62	ABC
T6	D2E3	11,35	ABC
T7	D3E1	10,47	ABC
T1	D1E1	10,11	ABC
T8	D3E2	9,56	BC
T9	D3E3	7,66	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

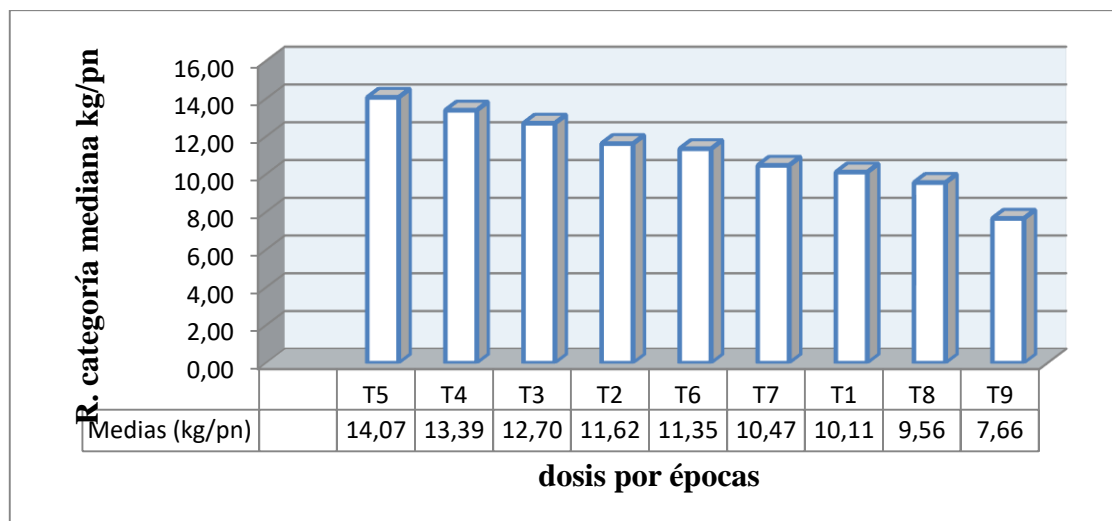


Gráfico 11. Rendimiento categoría mediana para la interacción dosis por épocas

El gráfico 11, representa la diferencia que existe en el rendimiento de la categoría mediana de papa, entre los tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación a dosis 2,5 cc/l con una época de aplicación 160 dds (T5) con el cual, el rendimiento fue mayor en un 6,41 kg/pn, aventajando en un 46% más, al comparar con la aplicación a dosis 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación a los 140 y 160 dds (T9).

Las dosis y épocas de aplicación de metalosato de potasio merit rojo influyeron en el rendimiento de las papas categoría mediana ya que presentaron diferencias altamente significativas al realizar la prueba de Tukey para todos los tratamientos (cuadro 23). Los mejores rendimientos de la categoría mediana con una media de 14,07 kg/pn se obtuvieron con la aplicación de 2,5 cc/l de merit rojo con una época de aplicación mismo que corresponde al tratamiento T5, y el menor rendimiento en esta categoría se presentó en el tratamiento T9 con una media de 7,66 kg/pn que corresponde a la aplicación de 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación 140 y 160 dds.

Esto corrobora Asproagro, (2015), quien manifiesta que la fertilización foliar del metalosato de potasio tiene la ventaja de su rápida absorción y traslación esto hace que el potasio se vuelva beneficioso para las plantas cuando las concentraciones de potasio en solución son altas beneficia en el tamaño y calidad de los frutos obteniendo rendimientos altos para el mercado.

c. Categoría pequeña o cuchi (31 – 60 gr)

El análisis de varianza (cuadro 24) para la categoría pequeña (31 – 60gr) (kg/pn) presenta diferencias altamente significativas para tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 1 (D1 VS D2, D3), comparación ortogonal 2 (D2 Vs D3), testigo agricultor vs tratamientos y presentan diferencias significativas para repeticiones, factor épocas, mientras que el factor dosis por épocas establece diferencias no significativas.

El coeficiente de variación fue 15,58 % con un promedio general de 7,19 kg/pn del rendimiento de categoría pequeña.

CUADRO 24. Análisis de varianza para el rendimiento de categoría pequeña

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	115,19	3,97				
REPETICIONES	2	12,91	6,45	5,15	3,55	6,01	*
TRATAMIENTOS	9	79,71	8,86	7,07	2,46	3,60	**
FACTOR DOSIS	2	53,22	26,61	21,23	3,55	6,01	**
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	23,39	23,39	18,66	4,41	8,29	**
CO 2 (D2 Vs D3)	1	29,83	29,83	23,79	4,41	8,29	**
FACTOR EPOCAS	2	12,33	6,17	4,92	3,55	6,01	*
DOSIS X EPOCAS	4	3,03	0,76	0,60	2,93	4,58	Ns
Testigo agricultor vs Tratamientos	1	11,14	11,14	8,88	4,41	8,29	**
Error	18	22,56	1,25				
C de V	15,58						

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

*: Significativo

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

1) Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de categoría cuchi

a) Para la dosis del metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 25), para rendimiento de la categoría cuchi (31 – 60gr) (kg/pn), para la dosis de metalosato de potasio (factor D), presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicaron la dosis baja 1,25 cc/l (D1) y la media 2,5 cc/l (D2) con unas medias de 8,30 kg/pn y 7,61 kg/pn respectivamente, mientras que en el rango “B” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l (D3) con una media de 5,04 kg/pn.

CUADRO 25. Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento de categoría cuchi

Dosis	Medias (kg/pn)	Rango
D1	8,3	A
D2	7,61	A
D3	5,04	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

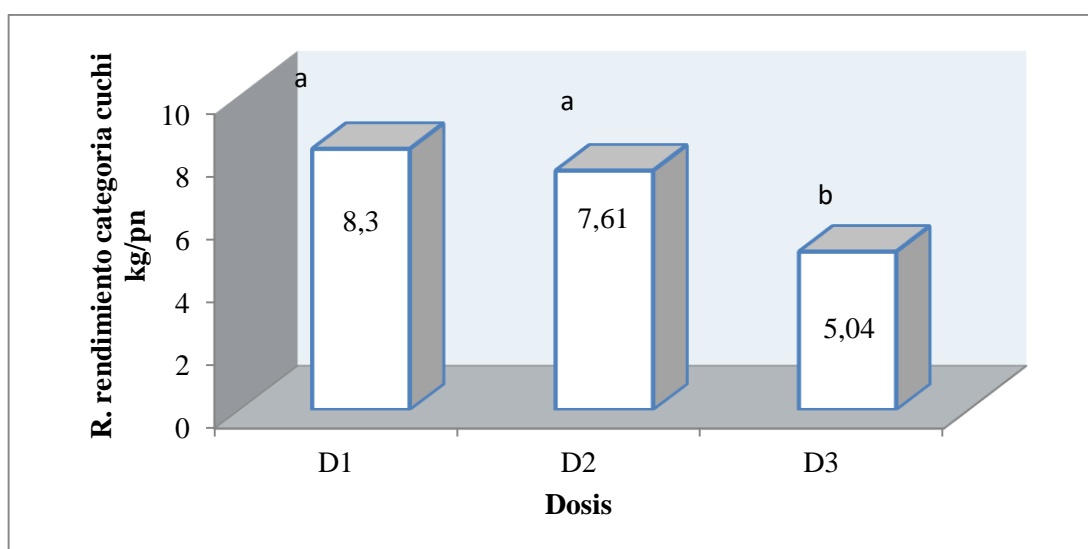


Gráfico 12. Rendimiento categoría cuchi para el factor dosis

En el gráfico 12, se observa claramente que a dosis de 1,25 cc/l (D1) en relación a dosis de 3,75 cc/l (D3), existe una diferencia de 3,26 kg/pn del rendimiento de la categoría cuchi de papa, evidenciando un 39% más de papa cuchi de la dosis D3.

b) Para las épocas de aplicación de metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 26), para rendimiento de la categoría cuchi (31 – 60gr) (kg/pn), para la época de aplicación de metalosato de potasio (factor E), presentó tres rangos. Donde la aplicación a los 160 días que corresponde la época 2 (E2) se ubicó en el rango “A” con una media de 7,53 kg/pn, mientras que en el rango “B” se ubicó la aplicación a los 140 y 160 días que corresponde la época 3 (E3) con una media de 6,03 kg/pn y la época 1 a los 140 dds (E1) con una media de 7,40 kg/pn corresponde al rango intermedio.

CUADRO 26. Prueba de Tukey al 5% según las épocas de aplicación para el rendimiento de la categoría cuchi

Épocas	Medias (kg/pn)	Rango
E2	7,53	A
E1	7,4	AB
E3	6,03	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

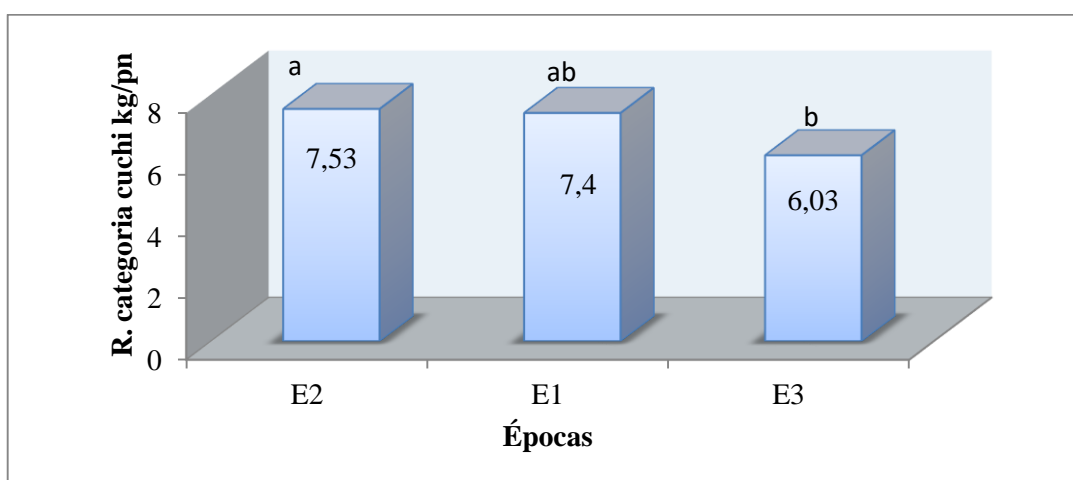


Gráfico 13. Rendimiento categoría cuchi para el factor épocas

En el gráfico 13, se observa claramente que a épocas de aplicación a los 160 días (E2), en relación a épocas de aplicación a los 140 y 160 días (E3) existe una diferencia de 1,5 kg/pn, en rendimiento de la categoría cuchi, resultando un 20% más en los tratamientos con una sola época de aplicación a los 160 días.

d) Para testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio

En el cuadro 27, se observa que el Testigo agricultor vs tratamientos, presentaron dos rangos; en el rango “A” se ubicó la dosis baja 1,25 cc/l con una época de aplicación 140 dds que corresponde al tratamiento (T1) y el testigo agricultor (T) con valores de 9,13 y 9,02 Kg/pn respectivamente y en el rango “C” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos frecuencias de aplicación la misma que corresponde al tratamiento T9 con un valor de 4,12 Kg/pn, mientras que los demás tratamientos se encuentran en un rango intermedio.

CUADRO 27. Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por categoría cuchi

Tratamientos	Código	Medias (kg/pn)	Rango
T1	D1E1	9,13	A
T	Testigo	9,02	A
T5	D2E2	8,35	AB
T2	D1E2	8,24	AB
T4	D2E1	8,05	AB
T3	D1E3	7,53	AB
T6	D2E3	6,44	ABC
T8	D3E2	5,99	ABC
T7	D3E1	5,01	BC
T9	D3E3	4,12	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

El gráfico 14, representa la diferencia que existe en el rendimiento de la categoría cuchi de papa, entre el testigo agricultor vs tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación a dosis 1,25 cc/l con una época de aplicación 140 dds (T1) con el cual, el rendimiento fue mayor en 5,01 kg/pn al comparar con la aplicación a dosis 3,75 cc/l con una época de aplicación 140 y 160 dds (T9) logrando obtener el menor rendimiento en un 45% en esta categoría.

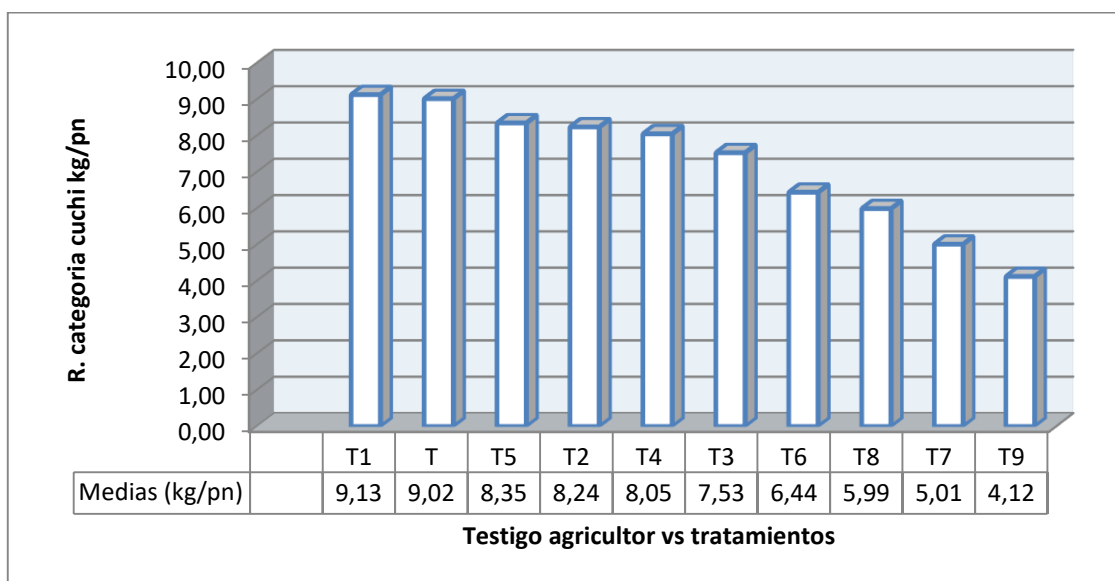


Gráfico 14. Rendimiento categoría cuchi para el testigo agricultor vs los tratamientos

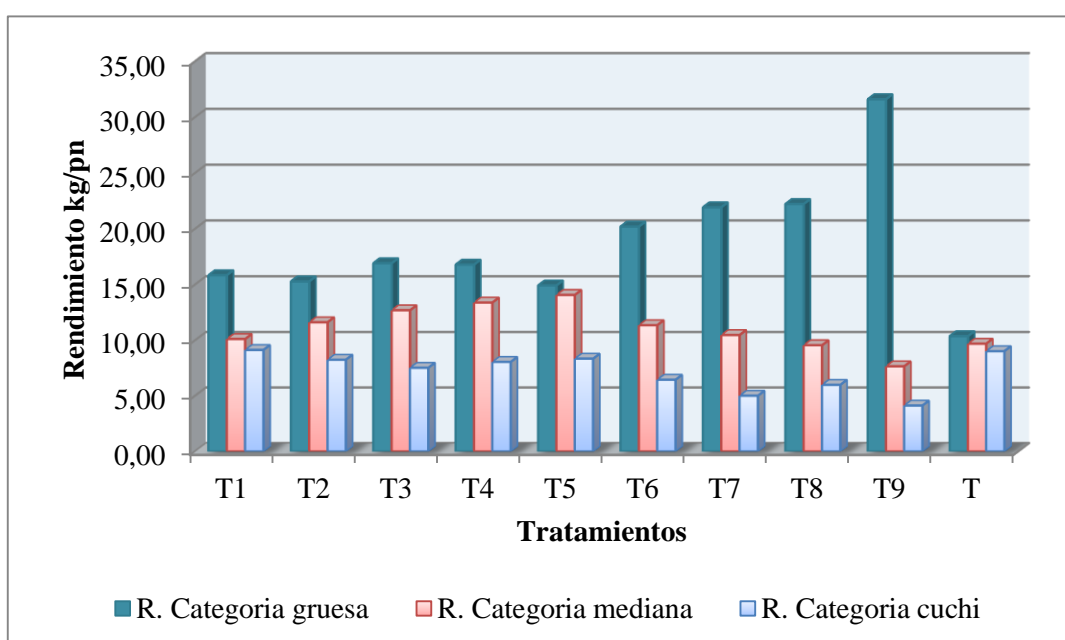


Gráfico 15. Rendimiento por categorías de los diez tratamientos

Analizando los resultados por categorías permiten confirmar que, la aplicación del fertilizante foliar metalosato de potasio merit rojo influenció favorablemente en el cultivo de papa variedad superchola (Gráfico 15). Las dosis y las épocas aportadas influyeron en el rendimiento de la categoría cuchi ya que presentaron rendimientos altos de esta categoría los tratamientos que fueron aplicados con dosis bajas de (1,25 cc/l) y con una sola época de aplicación. Esto corrobora con la afirmación de Sifuentes, (2009) que la etapa de crecimiento o desarrollo del tubérculo puede durar de 60 a 90 días, lo que depende del clima, sanidad del cultivo y nutrición, 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 déficit nutricional.

6. Rendimiento por parcela neta (kg/pn)

CUADRO 28. Análisis de varianza para el rendimiento por parcela neta

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	530,12	18,28				
REPETICIONES	2	2,04	1,02	0,13	3,55	6,01	Ns
TRATAMIENTOS	9	391,71	43,52	5,74	2,46	3,60	**
FACTOR DOSIS	2	115,51	57,75	7,62	3,55	6,01	**
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	82,30	82,30	10,86	4,41	8,29	**
CO 2 (D2 Vs D3)	1	33,20	33,20	4,38	4,41	8,29	Ns
FACTOR EPOCAS	2	39,34	19,67	2,60	3,55	6,01	Ns
DOSIS X EPOCAS	4	21,16	5,29	0,70	2,93	4,58	Ns
Testigo agricultor vs tratamientos	1	215,71	215,71	28,47	4,41	8,29	**
Error	18	136,37	7,58				
C de V	7,41						

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

El análisis de varianza para el rendimiento por parcela neta (kg/PN) (cuadro 28) establece diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 1 (D1 VS D2, D3) y Testigo agricultor vs tratamientos mientras que las variables repeticiones, comparaciones ortogonales 2 (D2 Vs D3), factor épocas e interacción dosis por épocas establecen diferencias no significativas.

El coeficiente de variación fue 7,41 %.

El promedio general del rendimiento por parcela neta fue de 37,13 kg/PN.

1) Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por parcela neta

a) Para la dosis del metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 29), para rendimiento por parcela neta, para la dosis de metalosato de potasio (factor D), se puede apreciar la existencia de tres rangos, donde la dosis alta 3,75 cc/l (D3) presentó el mayor rendimiento con una media de 40,61 kg por lo que se ubica en el rango “A”, mientras que la dosis baja 1,25 cc/l (D1) con una media de 35,55 kg respectivamente se ubica en el rango “B”.

CUADRO 29. Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento por parcela neta

Dosis	Medias (kg/pn)	Rango
D3	40,61	A
D2	37,9	AB
D1	35,55	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

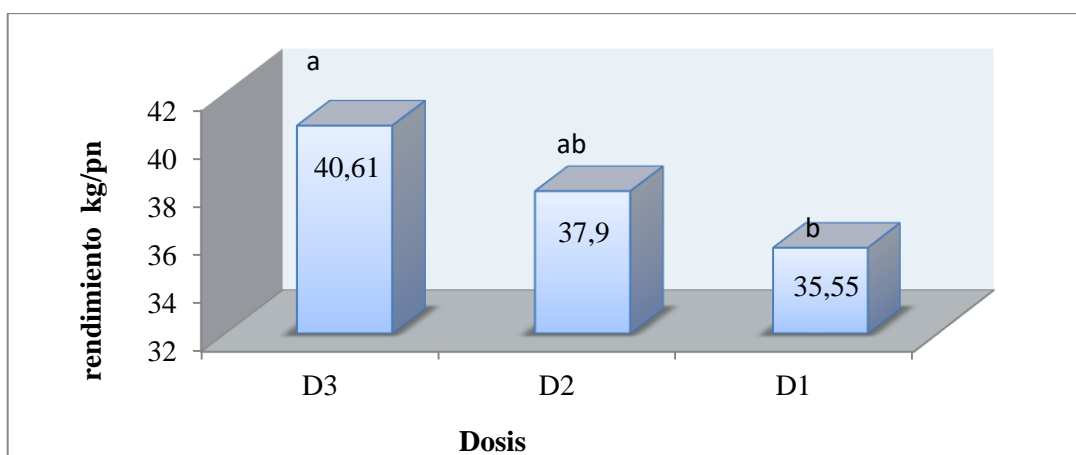


Gráfico 16. Rendimiento por parcela neta para el factor dosis

En el gráfico 16, se observa claramente que a dosis de 3,75 cc/l (D3) en relación a dosis de 1,25 cc/l (D1), existe una diferencia de 5.06 kg/pn del rendimiento de la parcela, superando el 88% más.

b) El testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio

CUADRO 30. Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por parcela neta

Tratamientos	Código	Medias (kg/pn)	Rango
T9	D3E3	43,40	A
T7	D3E1	40,68	AB
T4	D2E1	38,23	AB
T6	D2E3	38,00	AB
T8	D3E2	37,77	AB
T5	D2E2	37,47	AB
T3	D1E3	37,14	AB
T1	D1E1	35,08	AB
T2	D1E2	34,43	B
T	Testigo	29,08	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

En el cuadro 30, se observa que el Testigo agricultor vs los tratamientos, presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó la dosis alta 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación (T9) con un valor de 43,40 Kg/pn, en el rango “B” se ubicó la dosis baja 1,25 cc/l con una época de aplicación (T2) con un valor de 34,43 Kg/pn, mientras que el testigo agricultor se encontró en el rango “C” con un valor de 29,08 Kg/pn.

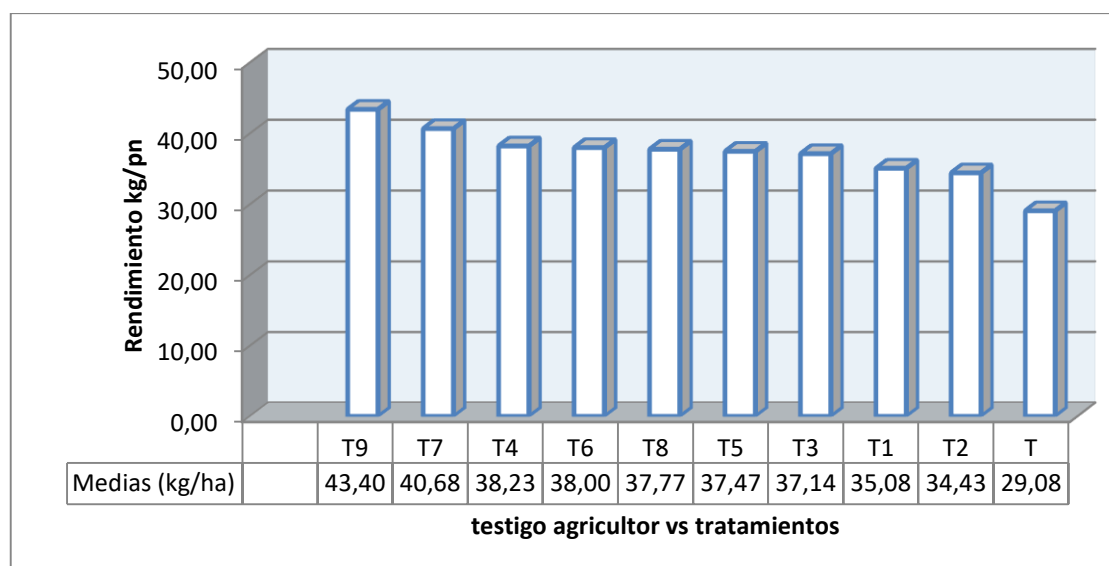


Gráfico 17. Rendimiento por parcela neta para el testigo agricultor vs los tratamientos

El gráfico 17, representa la diferencia que existe en el rendimiento de la parcela neta, entre el testigo agricultor vs tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación a dosis 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación 140 y 160 dds (T9) con la cual, el rendimiento fue mayor en un promedio de 14,32 kg/pn superando en un 49% al testigo agricultor el cual obtuvo el menor rendimiento.

Analizando los resultados del rendimiento por parcela neta, permiten confirmar que la aplicación del fertilizante foliar metalosato de potasio merit rojo influyó favorablemente en el cultivo de papa variedad superchola, generalmente los tratamientos que recibieron fertilización foliar, produjeron mejores rendimientos, mientras que en el testigo agricultor los rendimientos fueron significativamente menores. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con la aplicación 3,75 cc/l, con el cual el rendimiento se obtuvo en un promedio de 43,4 kg/pn, al comparar con los tratamientos de las dosis bajas 1,25 cc/l (D1) con una media de 34,43 kg/pn y el testigo agricultor con

una media de 29,08 kg/pn (cuadro 30). Igualmente, al aplicar el fertilizante foliar con dos épocas en un intervalo de veinte días (E3), permitiendo esto corroborar que con la aplicación de 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación, se obtienen mayores rendimientos. Al respecto Albion laboratorios, (2000) Indica que las plantas pueden absorber 90% o más de los metaloatos aplicados foliarmente en dos o tres horas. Asproagro, (2015), manifiesta que el metalosato de potasio, a más de ser un fertilizante complementario también llega a ser un fertilizante estimulante por que consiste en la aplicación de formulaciones de N, P, K y microelementos en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulatorio y complementario sobre la absorción de la planta las mismas que están diseñadas para el cuajado, maduración, finalización de flores y frutos y el grosor de tubérculos.

7. Rendimiento por hectárea (Tn/ha)

CUADRO 31. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
TOTAL	29	412,24	14,22				
REPETICIONES	2	1,59	0,79	0,13	3,55	6,01	Ns
TRATAMIENTOS	9	304,61	33,85	5,74	2,46	3,60	**
FACTOR DOSIS	2	89,82	44,91	7,62	3,55	6,01	**
CO 1 (D1 Vs D2, D3)	1	64,00	64,00	10,86	4,41	8,29	**
CO 2 (D2 Vs D3)	1	25,82	25,82	4,38	4,41	8,29	Ns
FACTOR EPOCAS	2	30,59	15,30	2,60	3,55	6,01	Ns
DOSIS X EPOCAS	4	16,46	4,11	0,70	2,93	4,58	Ns
Testigo agricultor vs Tratamientos	1	167,74	167,74	28,47	4,41	8,29	**
Error	18	106,04	5,89				
C de V	7,41						

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

El análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (Tn/ha) (cuadro 31) establece diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, factor dosis, comparación ortogonal 1 (D1 VS D2, D3) y testigo agricultor vs tratamientos mientras que las variables repeticiones, comparación ortogonal 2 (D2 Vs D3), factor épocas e interacción dosis por épocas establecen diferencias no significativas.

El coeficiente de variación fue 7,41 %.

El promedio general del rendimiento por hectárea es de 32,74 Tn/ha.

1) Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por hectárea

a) Para la dosis del metalosato de potasio

Según la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 32), para rendimiento por hectárea, para la dosis de metalosato de potasio (factor D), se puede apreciar la existencia de tres rangos, donde la dosis alta 3,75 cc/l (D3) presentó el mayor rendimiento con una media de 35,82 Tn/ha por lo que se ubica en el rango “A”, mientras que la dosis baja 1,25 cc/l (D1) con una media de 31,35 Tn/ha respectivamente se ubica en el rango “B”.

CUADRO 32. Prueba de Tukey al 5% según la dosis para el rendimiento por hectárea

Dosis	Medias (Tn/ha)	Rango
D3	35,82	A
D2	33,42	AB
D1	31,35	B

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

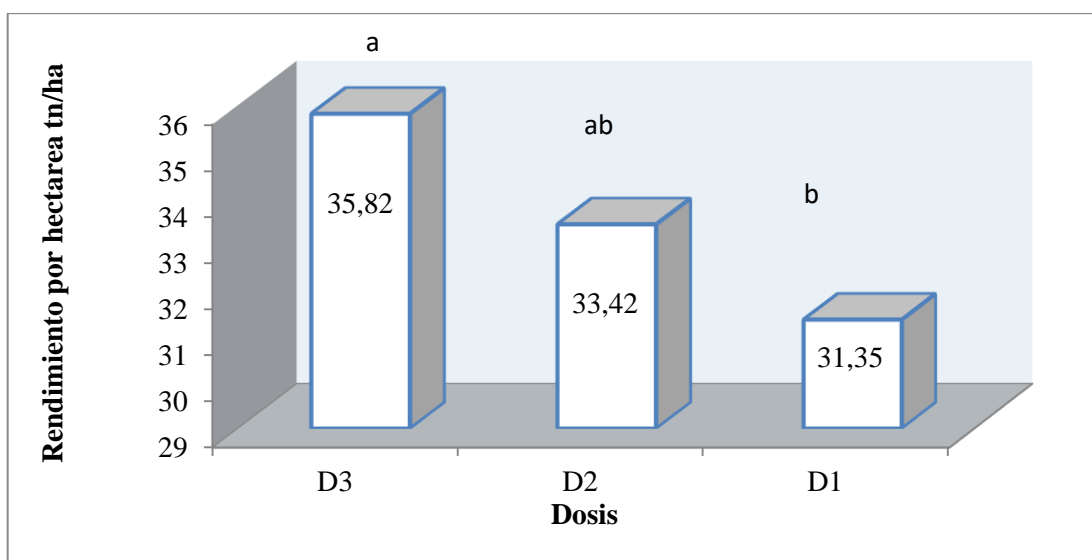


Gráfico 18. Rendimiento por hectárea para el factor dosis

En el gráfico 18, se observa claramente que a dosis de 3,75 cc/l (D3) en relación a dosis de 1,25 cc/l (D1), existe una diferencia de 4,47 tn/ha, ganando el 12% más del rendimiento de la papa por hectárea.

b) El testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio

En el cuadro 33 se observa que el testigo agricultor vs los tratamientos, presentaron tres rangos; en el rango “A” se ubicó al tratamiento T9 que corresponde a la dosis alta 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación 140 y 160 dds con un valor de 38,27 Tn/ha, en el rango “B” se ubicó al tratamiento T2 el mismo que corresponde a la dosis baja 1,25 cc/l con una época de aplicación 160 dds con un valor de 30,36 Tn/ha, mientras que el testigo agricultor se encontró en el rango “C” con un valor de 25,65 Tn/ha.

CUADRO 33. Prueba de Tukey al 5% según testigo agricultor vs tratamientos de la aplicación de metalosato de potasio para el rendimiento por hectárea.

Tratamientos	Código	Medias (Tn/ha)	Rango
T9	D3E3	38,27	A
T7	D3E1	35,87	AB
T4	D2E1	33,71	AB
T6	D2E3	33,51	AB
T8	D3E2	33,31	AB
T5	D2E2	33,05	AB
T3	D1E3	32,76	AB
T1	D1E1	30,94	AB
T2	D1E2	30,36	B
T	Testigo	25,65	C

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

El gráfico 19, representa la diferencia que existe en el rendimiento total, entre el testigo agricultor vs tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación a dosis 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación 140 y 160 dds (T9) con el cual, el rendimiento fue mayor en un 14,32 Tn/ha, superando el 49%, al comparar con el testigo agricultor el cual obtuvo el menor rendimiento por hectárea.

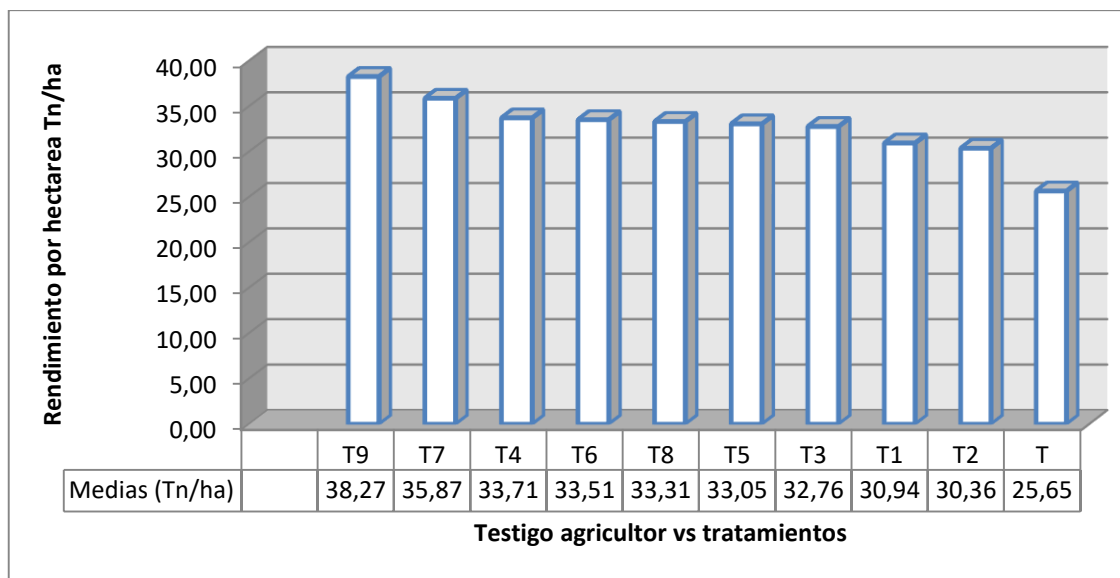


Gráfico 19. Rendimiento por hectárea para el testigo agricultor vs los tratamientos

Las dosis y las frecuencias utilizadas en este ensayo influyeron en el rendimiento (Tn/ha) en cada uno de los tratamientos poniéndose en evidencia al existir diferencias altamente significativas al realizar el análisis de varianza como se puede apreciar en el cuadro 32. Se obtuvo con la aplicación de 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación de metalosato de potasio (merit rojo) el mejor rendimiento con una media de 38,2 Tn/ha, mientras que, el menor rendimiento con una media de 25,65 Tn/ha se le obtuvo del testigo agricultor (sin fertilización foliar con merit rojo) (cuadro 33). Esto se debe al metalosato de potasio merit rojo que al ser absorbido por la planta ayuda a trasladar los carbohidratos a los tubérculos, logrando producir un mayor rendimiento de papa, lo cual no ocurrió con el testigo agricultor que no tuvo la aplicación foliar presentando menor producción y de menor tamaño. Agroestrategias, (2007), manifiesta que, mientras más alto es el rendimiento obtenido, mayor es la extracción nutricional, de donde se infiere que entre más alto sea el rendimiento potencial o esperado del cultivo, también serán más elevados los requerimientos de fertilización. La fertilización foliar sobre los cultivos de papa con buena capacidad productiva como la variedad superchola garantizan una mayor productividad. El tratamiento D3E3 tuvo el mejor rendimiento potencial debido a la aplicación de metalosato de potasio a la dosis 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación en un intervalo de veinte días. Meléndez, et al (2002) indica, que el potasio estimula el grosor de los tubérculos, acelera la madurez fisiológica e incrementa la productividad. Comparativamente la mejor respuesta obtenida en el rendimiento de este ensayo es de

38,2 Tn/ha considerado muy bueno, ganando el 27% más al momento de comparar los resultados citados por Sierra, (2002), donde manifiesta que el rendimiento obtenido por el INIAP a nivel experimental, en la variedad superchola es de 30 Tn/ha, en condiciones óptimas de clima y suelo.

8. Análisis económico

Para establecer el análisis económico de esta investigación, se procedió a calcular los costos totales por hectárea en dólares para cada uno de los tratamientos, el mismo que variara de acuerdo al costo del metalosato de potasio merit rojo y costos por tratamientos.

Cuadro 34. Cantidad en (cc/ha) del metalosato de potasio merit rojo usado en el ensayo

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	MERIT ROJO (cc/ha)
T1	D1	E1	21,58
T2	D1	E2	21,58
T3	D1	E3	43,15
T4	D2	E1	43,15
T5	D2	E2	43,15
T6	D2	E3	86,3
T7	D3	E1	64,73
T8	D3	E2	64,73
T9	D3	E3	121,75
T	TESTIGO		

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Cuadro 35. Costo del metalosato de potasio

fertilizante foliar	cc/frasco	costo/frasco
merit rojo	500	8,63

Cuadro 36. Costos variables de los tratamientos

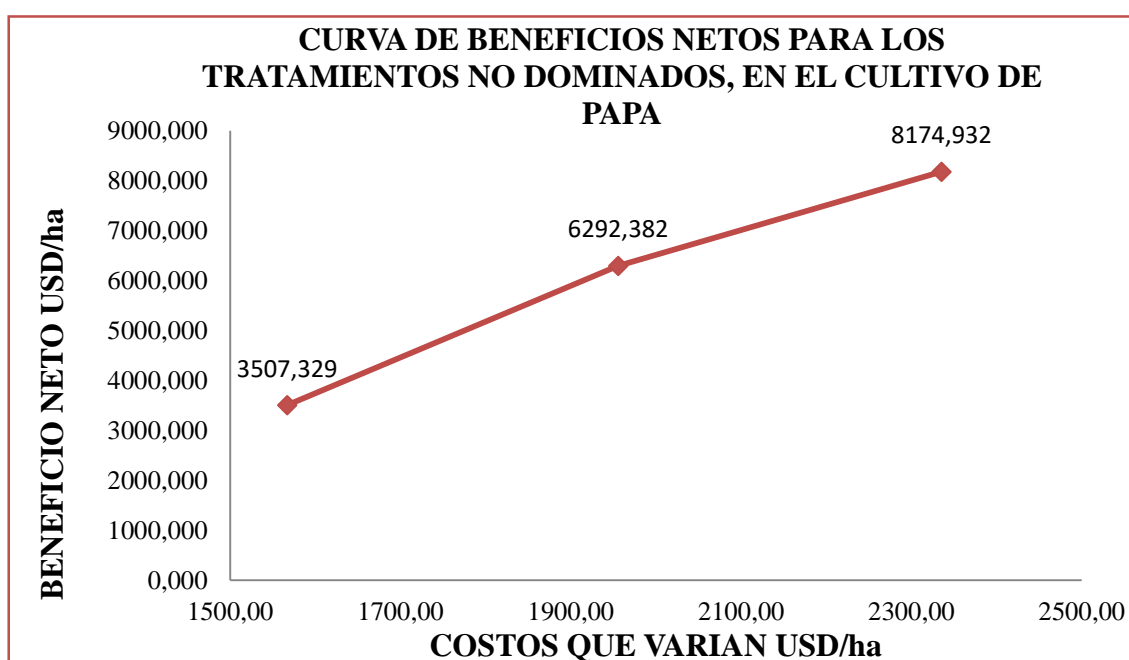
TRATAMIENTOS	COSTOS QUE VARIAN
T1	2067,66
T2	2498,44
T3	2254,65
T4	2268,16
T5	2734,73
T6	2346,26
T7	2097,70
T8	1955,58
T9	2335,27
T	1566,87

Cuadro 37. Análisis de dominancia de los tratamientos

TRATAMIENTO S	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIO NETO	DOMINANCIA
T10	1566,87	3507,329	ND
T8	1955,58	6292,382	ND
T1	2067,66	4643,824	D
T7	2097,70	6149,896	D
T3	2254,65	5073,510	D
T4	2268,16	5165,482	D
T9	2335,27	8174,932	ND
T6	2346,26	5635,659	D
T2	2498,44	4237,520	D
T5	2734,73	4292,831	D

Cuadro 38. Análisis marginal de los tratamientos no dominados

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	INCREMENTO BENEFICIO NETO	COSTOS QUE VARIAN	INCREMENTO COSTO QUE VARIAN	T.R.M
T9	8174,932		2335,27		
		1882,549		379,691	495,81
T8	6292,382		1955,58		
		2785,053		388,708	716,49
T	3507,329		1566,87		

**Gráfico 20.** Curva de beneficio neto para los tratamientos no dominados en el cultivo de papa

El Testigo agricultor (sin fertilización foliar de merit rojo) obtuvo el menor costo variable 1566,87 USD/ha mientras que el tratamiento que presentó el mayor costo variable fue el tratamiento T5 (Dosis nivel medio con dos épocas de aplicación de merit rojo) con un valor de 2734,73 USD/ha como se puede observar en el cuadro 36.

La aplicación de la dosis nivel alto 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación de merit rojo (T9) presentó mayor beneficio neto con un valor de 8174,93 USD/ha mientras que, el

menor beneficio neto se presentó con el Testigo agricultor (sin fertilización de merit rojo) con un valor de 3507,33 USD/ha como se puede apreciar en el anexo 17.

Los tratamientos (T9) los mismos que corresponde la dosis nivel alto 3,75 cc/l con dos épocas de aplicación de merit rojo), T8 (dosis nivel alto con una época de aplicación de merit rojo) y testigo agricultor (sin aplicación foliar de merit rojo) según el análisis de dominancia cuadro 37 resultaron no dominados.

Como se puede observar en el cuadro 38, la tasa de retorno marginal es de 495,81 % con el paso de tratamiento T9 (Dosis nivel alto con dos épocas de aplicación de merit rojo) a T8 (Dosis nivel alto con una época de aplicación de merit rojo), finalmente con el paso de T8 (Dosis nivel alto con dos épocas de aplicación de merit rojo) al testigo agricultor (sin fertilización foliar de merit rojo) la tasa de retorno marginal es de 716,49 % lo que quiere decir que por cada dólar que se invierta se recuperara el dólar invertido y adicionalmente se gana USD 7,16.

VI. CONCLUSIONES

- A. La aplicación del fertilizante foliar metalosato de potasio merit rojo a dosis 3,75 l/ha con dos épocas a los 140 y 160 dds (T9) produjo los mejores resultados: precocidad del cultivo, días a la cosecha, mayor rendimiento por planta, mayor rendimiento por categoría gruesa, mayor rendimiento total, agronomicamente la fertilización foliar es un método eficaz y complementario de la nutrición para las plantas conjuntamente con la fertilización edáfica.

- B. Con la aplicación del metalosato de potasio en dosis 3,75l/ha a los 140 y 160 dds se obtuvo los mejores rendimientos por planta (kg/planta), por categorías, por parcela neta (kg/pn), así como el rendimiento total (Tn/ha), a comparación con el testigo, resultando un 80% más en rendimiento por planta, 205% más en rendimiento por categoría gruesa y un 49% más en rendimiento por parcela neta y total.

- C. Economicamente, Con dosis de 3,75 l/ha y una época de aplicación a los 160 días (T8) se alcanzó la mayor tasa de retorno marginal logrando un valor de 716,49% frente al testigo agricultor; es decir, se recupera el dólar invertido y existe un beneficio de \$7,16 dólares a su favor.

VII. RECOMENDACIONES

- A.** Aplicar 3,75 l/ha con una época de aplicación de metalosato de potasio merit rojo a los 160 días después de la siembra en la etapa de crecimiento o desarrollo del tubérculo para alcanzar un buen rendimiento en el cultivo de papa superchola para suelos franco arenosos y zonas secas.

- B.** Desde el punto de vista económico, aportar 3,75 l/ha con una sola época de aplicación del metalosato de potasio merit rojo se alcanzó la mayor tasa de retorno marginal.

- C.** Realizar investigaciones utilizando otras fuentes de potasio, para realizar una buena fertilización foliar, apoyarse de fertilizaciones metalosadas para incrementar los rendimientos.

- D.** Realizar investigaciones sobre la época de fraccionamiento de potasio usando fertilizantes metalosados ya que es determinante en el grosor y la calidad del tubérculo.

- E.** Efectuar estudios futuros de la aplicación del metalosato de potasio a los 120, 140, 160 y 180 días después de la siembra.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar el efecto de metalosato de potasio (merit rojo) en tres dosis y tres épocas de aplicación en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola, parroquia Chambo, provincia de Chimborazo; utilizando el diseño experimental, de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo bifactorial con tres dosis y tres épocas de aplicación con 3 repeticiones más un testigo agricultor. Se efectuó el análisis de varianza (ADEVA), pruebas de tukey al 5% para las dosis, épocas, interacción D*E y testigo agricultor VS tratamientos. Existió diferencias entre las dosis y las épocas de aplicación del fertilizante foliar metalosato de potasio merit rojo utilizado en el ensayo en días a la cosecha, rendimiento por planta, rendimiento por categoría gruesa, rendimiento por categoría cuchí, rendimiento por parcela neta, rendimiento total (Tn/ha), la mejor dosis de fertilización foliar de metalosato de potasio merit rojo fue el nivel alto (3,75 l/ha). El tratamiento que resulto más costoso es el T5 (nivel medio con una sola aplicación foliar) con un valor de 2734,73 USD pero el tratamiento T9 presento el mayor beneficio neto con un valor de 8174,93 USD, mientras que el Testigo agricultor presento el menor beneficio neto con 3507,33 USD. El mejor rendimiento agronómico presento el T9 (nivel alto con dos épocas de aplicación de metalosato de potasio merit rojo) con una media de 38,27 Tn/ha (Anexo 13). La mayor tasa de retorno marginal presentó en el paso del tratamiento T8 al testigo agricultor con 716.49%. Se recomienda aplicar (3,75 l/ha con una época de aplicación de metalosato de potasio merit rojo a los 160 días después de la siembra en la etapa de crecimiento o desarrollo del tubérculo para alcanzar un buen rendimiento en el cultivo de papa superchola para suelos franco arenosos y zonas secas.

Palabras clave: METALOSATO DE POTASIO – PAPA - TUBÉRCULO.



IX. ABSTRACT

The present research proposes: to evaluate the effect of potassium metalosate (red merit) in three doses and three times of application in the yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) variety superchola, Chambo parish, Chimborazo province: using experimental design, of complete random blocks (DBCA) with bifactorial arrangement with three doses and three times of application with 3 replicates, and a farmer witness too. The analysis of variance (ADEVA), the Tukey tests at 5% for the doses, the times, the interaction D*E and the farmer witness VS treatments were performed. There were differences between the doses and the times of application of the foliar fertilizer potassium metalosate merit red used in the trial in days at harvest, yield per plant, yield per heavy category, yield per plot, yield per net plot, total yield Tn/ha), the best dose of foliar fertilizer potassium metalosate red merit was the high level (3, 75 l/ha). The most costly treatment was T5 (average level with a single foliar application) with a value of 2734, 73 USD but the T9 has the highest net profit of USD 8174, 93. It is recommended to apply (3,75 l/ha with a time of application of potassium metalosate red merit at 160 days after sowing in the stage of growth or development of the tuber to achieve a good yield in the cultivation of superchola potato for sandy soils and dry areas.

KEYWORDS: POTASSIUM METALOSATE, POTATO PERFORMANCE, TUBER.



X. BIBLIOGRAFÍA

1. Abdo, P. (2013). *Evaluación de productos ecológicos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum cv. super chola) cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
2. Agrociencias. (2012). *Funciones de merit rojo*. Recuperado el: 24 de abril del 2014, http://www.agrohacienda.com.co/deaq2014/src/productos/14101_33.htm
3. Agroestrategias. (2007). *Aspectos fisiológicos*. Recuperado el: 20 de febrero del 2015, <http://www.agroestrategias.com/pdf/Fisiologia%20%20Aspectos%20Fisiologicos%20del%20K.pdf>
4. Agroforum. (2014). *Importancia del metalosato de potasio*. Recuperado el: 17 de marzo del 2015, <http://www.agroforum.pe/blogs/tattersall-peru/metalosate-potasio-unico-fertilizante-foliar-quelatado-y-complejado-aminoacidos-procesos-de-formulacion-patentados-1124/>
5. Agroscopio. (2004). *Funciones de la papa*. Recuperado el: 2 de noviembre del 2015, <http://www.agroscopio.com/>
6. Alba, J. (2001). *La papa una planta C-3*. Revista de la Papa. Año 3. N. 10. p 23.
7. Albion Laboratorios. (2000). *Potassium deficiencias metalosate Plant Nutrition News*. Recuperado el: 3 de noviembre del 2015, <http://www.agnet.org>
8. Albion Laboratorios. (2012) *La fertilización foliar de los cultivos: un método Racional*. Bogotá. p 291.

9. Albornoz, G. (2015). *Dosis, tiempo y lugar correcto de la aplicación*. Recuperado el: 15 de marzo del 2015,
<http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/la-dosis-correcta-en-el-tiempo-correcto-en-el-lugar-correcto-y-de-la-fuente-cor>.
10. Alonso, F. (2002). *El cultivo de la patata*. Madrid - España: Mundi-Prensa. p. 495.
11. Alonso. (2002). *La pared celular, componente fundamental de las células vegetales*. México: UAC.
12. Andrade, G. (2002). *Eficiencia de fertilizantes foliares en alfalfa*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. p. 4, 21, 22, 23, 32.
13. Andrade, H., & Plancarte (2002). *Cultivo de papa en el Ecuador*. Revista de INIAP CIP, (32). p. 21- 25.
14. Pérez, J. (2008), *La producción de papa y la información del censo nacional agropecuario, análisis de los resultados del censo nacional agropecuario*. Recuperado el: 25 de abril del 2014,
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/censo-papa.pdf>
15. Arce, F. (2004). *El cultivo de la patata*. Madrid: Mundi- Prensa.
16. Arondel V., & Palacios. (2000). *Lipid transfer proteins are encoded by a small multigene family in Arabidopsis thaliana*. Plant Sci. 157:1-12.
17. Asproagro. (2015). *Evaluación de aplicación de metalosatos*. Recuperado el: 13 de marzo del 2015,
<http://www.asproagro.com/nuestros-productos/>
18. Astorga A. (2000). *Lo nuevo en la fertilización de la papa*. Revista Agricultura.34: pp. 36 - 37.

19. Badillo, A. & Jiménez, J. (2001). *Nutrición mineral*. (Tesis de maestría). Universidad de los Andes. Mérida. p. 8.
20. Barone, D. (2010). *Absorción y asimilación de potasio en las plantas*. México. Recuperado el: 23 de febrero del 2015, http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/K_en_plantas.pdf.
21. Bertsch. (2003). *Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca*. (Tesis de maestría). Universidad Mexicana. México. pp. 28-45.
22. Bioagro Latinoamérica. (2012). *Fertilizantes foliares albion metalosate*. Recuperado el: 23 de abril del 2014, <http://www.bioagrolat.com/Paginas/caracternaturaldeunquelato.html>
23. Biagro, (2015). *Supplemental fertilization of solanaceaes, journal of Plant Nutrition*. Recuperado el: 15 demarzo del 2015, <http://www.biagro.es/portfolio/metalosate-f-2/>
24. Bustamante. (2011). *Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por Rhizobium*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Chapingo. México. p. 34, 45, 78.
25. Cáceres, H. (2001). *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 del Desarrollo Agropecuario, (23), p.7 – 12.
26. Carbajal, A. (2002). *Manual de nutrición*. Madrid: Departamento de Nutrición Complutense.

27. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. México. p. 89.
28. Contreras, M., Alvarez, J., & Torres, G. (2011). *Manejo integrado del cultivo de papa*. Secretaria técnica del consejo nacional de la papa. Recuperado el: 25 de noviembre del 2015,
<http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/informes.htm>.
29. Corporación Agrilife, (2013). *Nutrición vegetal*. Recuperado el: 25 de noviembre del 2015,
<http://www.corporacionagrilife.com/nutricion.htm>.
30. Cosia, A. (2009). *La fertilización foliar. Segunda parte: agricultura tropical*. Textos universitarios. Recuperado el: 14 de abril del 2015,
http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Hierro_en_plantas.pdf.
31. Domínguez, A. (2007). *Tratado de fertilización*. (3^{ra} ed). Bogotá: Mundi- Prensa. p. 613.
32. Duarte, G. (2010). *Fertilización foliar en el cultivo de papa*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de México. Montecillo- México. p. 34, 56, 78.
33. Espinoza, J. (2006). *La nutrición foliar*. Revista de informaciones agronómicas. (INPOFOS). (25). 4-47.
34. Fageria, E., Tenesaca, E., Almeida, A., & León, O. (2009). *Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento*. México. Limusa. p. 127.
35. Gail, L. et al, (2000). *Economía agrícola y agro empresas*. México: Continental. p. 89.

36. Gallardo, A. (2002). *El arte de la nutrición*. (3^{ra} ed). San Diego. Elsevier. US. p. 67.
37. Garate, B. Alvarado, R., Torres, G., Guzman, H., & Sanchez, R. (2000). *Foliar fertilization, importance and prospects in crop Production*. (2^{da} ed). Berlín. p. 154-164.
38. Guerrero H. (2005). *El suelo los abonos y los fertilizantes*. Madrid - España: Mundi-Prensa. p.15, 65, 75, 87.
39. Guzman, J. (2004). *Manual de fertilizantes para el cultivo de alto rendimiento*. (2^{da} ed). México: Limusa. p. 154.
40. Hernández, (2002). *Libro de botánica*. Recuperado el: 4 de junio del 2015, <http://www.forest.ula...ve/~rubenhg//nutricionmineral/#'?oligoelementos%20cati%C3%B3nicos%20Zn,Fe,Cu,Mn,Ni%29>
41. Hernández, J. Pancraccio, A., Machado, P., Huizinga, A., & Cervantes, H. (2010). *Revista del elemento potasio en las plantas*. Recuperado el: 15 de junio del 2015, <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/curso/docs/Potasio.pdf>
42. Hernández, J., Pancraccio, A., Machado, P., Huizinga, A., & Cervantes, H. (2011). Boletín Divulgativo INIAP-mejoradapapa 99. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. Recuperado el: 15 de noviembre del 2016, http://cipotatoo.org//region-quito/informacion//inventario-de-tecnologias/ficha_tecnica_cholapapa.
43. Holdrige, L. (1992). *Ecología basada en zonas de vida*. Citado por Cabañas 1984. (2^a. ed). Costa Rica. p. 534.

45. Herrera, M., & Mena, B. (2000). *Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador*. INIAP- PNRT-Papa. Quito - Ecuador. Oyarzun y Andrade. p. 413.
46. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (2015). *Áreas cultivadas en el país*. Recuperado el: 12 de febrero del 2016, www.enec.gov.ec/estadisticas/
47. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Centro Internacional de las Papas, (2002). *Variedades de papa cultivadas en el Ecuador*. Quito. Ecuador.
48. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2013). *Manual del cultivo de papa*. Revista Agropecuaria. (5). 1 - 5.
49. Jordan, L. (2010). *Los fertilizantes foliares*. Recuperado el: 23 de abril 2016, <http://www.jordan.com>
50. Kadaja, L. (2004). *Papa. En: fertilidad de suelos y fertilización de cultivos*. México: INTA. pp. 365-378.
51. Librogen. (2009). *Variedades agronómicas del cultivo de papa*. Recuperado el: 25 de abril del 2016 <http://www.librogen.com.ar/mejoramiento.htm>
52. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). *Manual del cultivo de papa*. Quito. Manual No. 5. 1 – 2 p.
55. Martínez, F. (2004). *Elemento de fisiología vegetal*. Madrid: Mundi - Prensa. p. 1147.

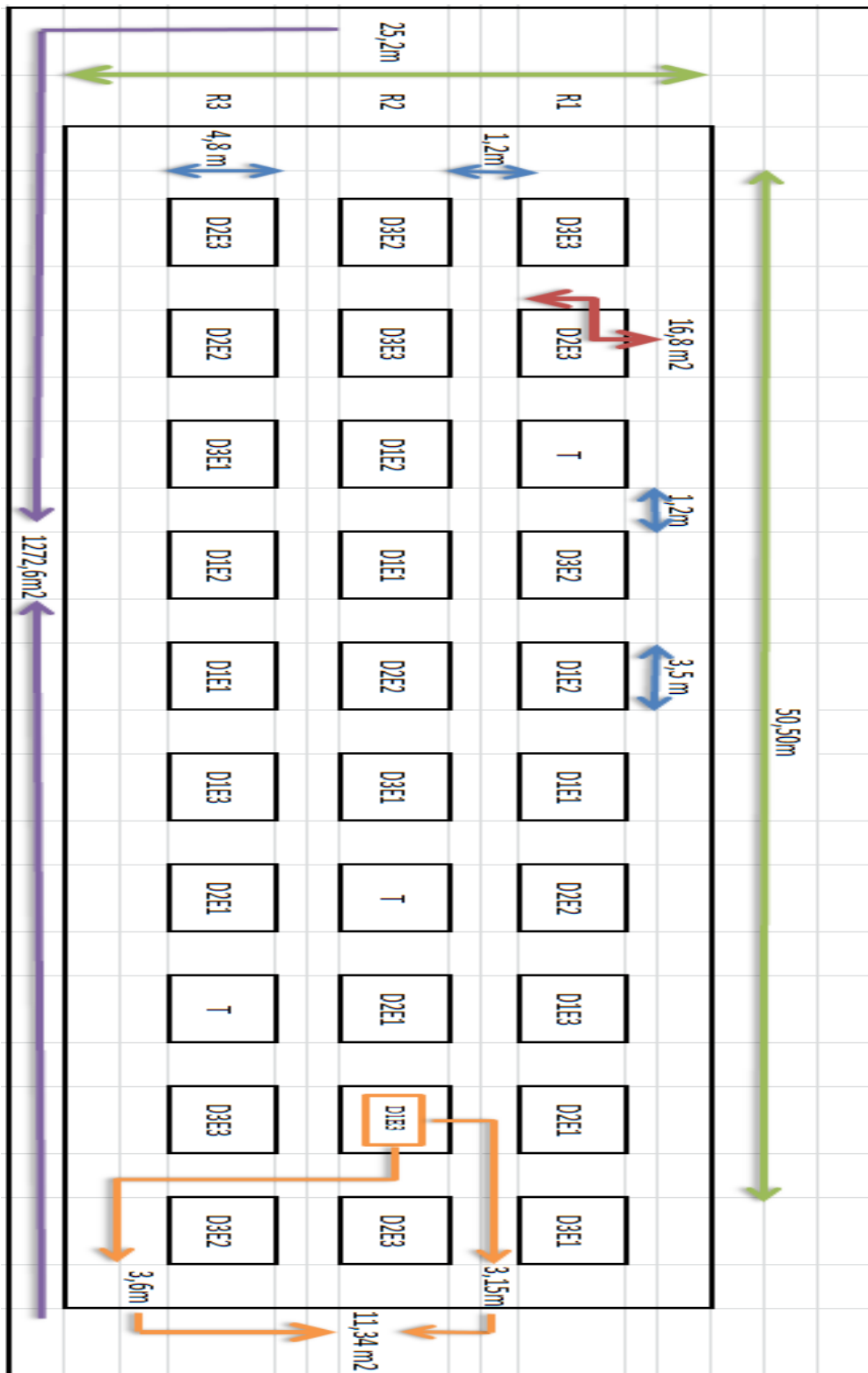
53. Martínez, I. (2000). *Fertilizantes foliares líquidos quelados con aminoácidos*. Recuperado el: 25 de junio del 2016, http://www...bioagrolat.com//archivos//wwwpcontent/uploads/downloads/2014/07/Plant_2016_Metalosate_brochure_SpV1_final.pdf
54. Melgar, R. (2005). *Fertilizantes foliares*. Revistas de fertilizantes: características y manejo, editado. por Meléndez y Molina. Laboratorio de Suelos CIA-UCR/ACCS, San José - Costa Rica.
55. Molina, E. (2002). *Fertilización foliar de solanaceas*. Revistas de fertilización foliar: principios y aplicaciones, editado por Meléndez. Laboratorio de Suelos CIA-UCR/ACCS, San José - Costa Rica.
56. Meléndez, G. (2002). La nutrición foliar. *Informaciones agronómicas: un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. (INPOFOS). No.25: 4-9.
57. Montesdeoca, (2005). *Guía para la comercialización y uso de la semilla de papa*. PNRT – INIAP – Revista cultivos andinos. (12), 40.
58. Oded, R. (2012). *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. p. 103.
59. Ofiagro. (2000). *Diagnóstico de la situación actual de la cadena agroalimentaria De la papa en el Ecuador*. Recuperado el: 25 de junio del 2016, <http://www.papandina.org/pdf>
60. Ojeda, L. (2011). *Fertilización foliar en gran escala*. Revista de agricultura de las Americas 45(2): 10 – 15.

61. Ozturk, Malavolta, A., Osuna, C., Leece, H., Bear, G., Cardona, J., & Plancarte, M. (2010). *The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful*. Berlín. p. 26 - 43.
62. Pharmacy.edu. (2012). *Concepto de dosis*. Recuperado el: 5 de junio del 2016, <http://www.pharmacy.edu.facts.org/es/glosario/def/dosis.htm>
63. Pumisacho M., & Sherwood, S. (2002). *Información técnica de la variedad de papa INIAP – superchola*. Recuperado el: 20 de abril del 2016, <http://es.scribd.com/doc/48440660/3/INIAP-%E2%80%93superchola-99>.
64. Raven, J., & Tisdale, W. (2004) *Efectos de los metalosatos*. Recuperado el: 20 de diciembre del 2015, <http://www.albionplantnutrition.com/>
65. Reinoso, R. (2007) *El cultivo de papa y su participación en la economía ecuatoriana, PNRT-Papa*. Quito: Limusa. p. 345.
66. Ruiz, H. (2005). *Evaluación agronómica*. Recuperado el 20 de diciembre del 2015, www.med.unne.edu.ar/revista/revista118/evaluacion.html.
67. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2010). *Los fertilizantes potásicos en el cultivo de patatas*. Recuperado el 23 de diciembre del 2015, www.siap.gob.mx
68. Salas, R. (2002). *Absorción y translocación de los metalosatos en las plantas*. Recuperado el 3 de enero del 2016 <http://www.bioagrolat.com/archivos/wp-content/uploads/downloads/programa-de-nutricion-foliar.pdf>.

69. Sifuentes, E. (2009). *Descripción morfológica de papas mejoradas*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Thompson SA DCB. P. 20.
70. Sierra, C. (2002). *Manual fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile*. Instituto de investigaciones agropecuarias. Boletín INIA.N° 76, 104. Santiago - Chile. Remehue.
71. Suárez, L., Rodríguez, M., Franke., & Tisdale, D. (2006). *Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad tubérculos en papa para industria*. Informaciones Agronómicas del Cono Sur N° 32. pp. 19-21.
72. LERNA, N., Kovacs, G., Nuñez, C., & Baldovinos, H. (2011). *La papa*. Recuperado el 23 de diciembre del 2015,
http://zhiotm.blogspot.com/2011/04/la-papa-taxonomia-y-nombres_comunes.html
73. Tattersall. (2014). *Ahorro de energía en la planta*. Recuperado el: 30 de diciembre del 2015,
<http://www.ica.gov.co/getdoc/a2f80265-2a07-4f5b-964c-f7d39e60e023/productos-registrads-fertilizantes-pag-web--3.aspx>.
74. Terán, M. (2007). *Evaluación de programas educativos*. Recuperado el: 30 de diciembre del 2015,
<http://educacion.idoneos.com/index.php/372461>
75. Venegas, C. (2008). *Noticias de nutrición vegetal*. Recuperado el: 25 de junio del 2016
fill:///D:/Downloads/Plant_Nutrition_News_2010_potassium_Spanish.pdf
76. Venegas. (2010). *Los fertilizantes y su uso*. (4^{ta} ed.). Roma. Limusa. p. 8

77. Villalobos. (2001). *Fertilización de cultivos en clima frío*. Santa Fe de Bogotá. p.34.
78. White, H., Jyung, & Fregoni, M. (2007). *Advances in foliar feeding of plant nutrients*. Fertilizer technology and usage. Soil Sci. Socalo. (2), p. 156.

ANEXO 2. Esquema de distribución del ensayo



Anexo 3. Análisis químico del suelo donde se realizó el ensayo



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 DEPARTAMENTO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Nancy Ttge
 Remite: Airón
 Ubicación: Nombre de la granja

Quimiag Parroquia
 Riobamba Cantón

Fecha de ingreso: 01/03/2015
 Fecha de salida: 27/04/2015
 Chimborazo Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE SUELO

Identificación	pH	% M.O	uS		mg/L			Mecy/100g			Textura
			Cond. Eléctrica	Cond. no salino	NH4	P	K	Ca	Mg	Fracto arenoso	
Suelo	6.8 N	2.8 B	210.0	no salino	5.3 B	65.2 A	0.96 A	13.4 M	4.2 M		

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Sulficiente	M: medio
L.A: Lig. acido	B: bajo

Ing. José Arcos T.
 DIRECTOR DPTO DE SUELOS
 Director: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1.5, Unidad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
 *Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza

Ing. Elizabeth Pachacama
 TECNICO DE LABORATORIO



Anexo 4. Tabla de número de días a la emergencia

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	NÚMERO DE DÍAS A LA EMERGENCIA			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	29,00	33,00	29,00	30,33
T2	D1	E2	31,00	33,00	29,00	31,00
T3	D1	E3	29,00	29,00	34,00	30,67
T4	D2	E1	34,00	29,00	33,00	32,00
T5	D2	E2	29,00	29,00	29,00	29,00
T6	D2	E3	33,00	31,00	35,00	33,00
T7	D3	E1	30,00	30,00	33,00	31,00
gT8	D3	E2	29,00	29,00	29,00	29,00
T9	D3	E3	33,00	33,00	29,00	31,67
T	TESTIGO		33,00	30,00	29,00	30,67

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 5. Tabla de número de días a la floración

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	NÚMERO DE DÍAS A LA FLORACIÓN			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	130,00	133,00	129,00	130,67
T2	D1	E2	131,00	133,00	129,00	131,00
T3	D1	E3	129,00	129,00	134,00	130,67
T4	D2	E1	134,00	129,00	133,00	132,00
T5	D2	E2	129,00	129,00	129,00	129,00
T6	D2	E3	133,00	131,00	135,00	133,00
T7	D3	E1	130,00	130,00	133,00	131,00
T8	D3	E2	129,00	129,00	129,00	129,00
T9	D3	E3	133,00	133,00	129,00	131,67
T	TESTIGO		133,00	130,00	129,00	130,67

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 6. Tabla de altura de la planta a los 140 días después de la siembra

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	ALTURA DE LA PLANTA A LOS 140 DÍAS			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	77,66	75,77	75,75	76,39
T2	D1	E2	77,77	75,45	73,56	75,59
T3	D1	E3	75,56	77,64	76,98	76,73
T4	D2	E1	75,87	76,87	77,45	76,73
T5	D2	E2	75,87	75,87	75,87	75,87
T6	D2	E3	77,84	75,87	76,98	76,90
T7	D3	E1	75,56	76,98	77,45	76,66
T8	D3	E2	77,65	75,75	77,75	77,05
T9	D3	E3	75,75	77,75	76,75	76,75
T	TESTIGO		77,75	75,77	75,75	76,42

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 7. Tabla de altura de la planta a los 180 días después de la siembra

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	REPETICIONES			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	77,66	75,77	75,75	76,39
T2	D1	E2	77,77	75,45	73,56	75,59
T3	D1	E3	75,56	77,64	76,98	76,73
T4	D2	E1	75,87	76,87	77,45	76,73
T5	D2	E2	75,87	75,87	75,87	75,87
T6	D2	E3	77,84	75,87	76,98	76,90
T7	D3	E1	75,56	76,98	77,45	76,66
T8	D3	E2	77,65	75,75	77,75	77,05
T9	D3	E3	75,75	77,75	76,75	76,75
T	TESTIGO		77,75	75,77	75,75	76,42

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 8. Tabla de los días a la madurez del tubérculo

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	DÍAS A LA MADUREZ			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	190,00	205,00	188,00	194,33
T2	D1	E2	192,00	208,00	199,00	199,67
T3	D1	E3	185,00	180,00	185,00	183,33
T4	D2	E1	180,00	185,00	190,00	185,00
T5	D2	E2	187,00	190,00	187,00	188,00
T6	D2	E3	170,00	175,00	175,00	173,33
T7	D3	E1	170,00	170,00	165,00	168,33
T8	D3	E2	175,00	187,00	180,00	180,67
T9	D3	E3	165,00	170,00	165,00	166,67
T	TESTIGO		205,00	200,00	208,00	204,33

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 9. Tabla del número de tubérculo por planta

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	46,50	48,20	45,60	46,77
T2	D1	E2	39,90	41,90	46,20	42,67
T3	D1	E3	42,60	43,10	45,60	43,77
T4	D2	E1	38,30	46,60	40,60	41,83
T5	D2	E2	41,60	45,60	42,10	43,10
T6	D2	E3	39,90	40,00	38,80	39,57
T7	D3	E1	38,00	40,00	40,20	39,40
T8	D3	E2	38,80	45,60	46,60	43,67
T9	D3	E3	36,50	45,10	38,20	39,93
T	TESTIGO		48,60	40,80	49,90	46,43

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 10. Tabla del rendimiento por planta

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	RENDIMIENTO POR PLANTA (KG)			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	1,68	1,68	1,43	1,60
T2	D1	E2	1,39	1,64	1,43	1,49
T3	D1	E3	1,76	1,51	1,68	1,65
T4	D2	E1	1,64	1,84	1,72	1,73
T5	D2	E2	1,68	1,64	1,47	1,60
T6	D2	E3	1,68	1,55	2,00	1,75
T7	D3	E1	1,80	1,76	1,76	1,77
T8	D3	E2	1,68	1,76	1,55	1,66
T9	D3	E3	2,00	1,96	2,25	2,07
T	TESTIGO		1,10	1,23	1,10	1,15

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 11. Tabla del rendimiento por categoría gruesa

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	RENDIMIENTO CATEGORIA GRUESA KG/PN			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	15,12	16,40	16,00	15,84
T2	D1	E2	14,33	16,79	14,73	15,28
T3	D1	E3	17,18	15,12	18,46	16,92
T4	D2	E1	16,00	17,18	17,18	16,79
T5	D2	E2	15,51	15,71	13,55	14,92
T6	D2	E3	22,88	18,85	18,85	20,19
T7	D3	E1	25,33	20,42	20,03	21,93
T8	D3	E2	23,37	25,33	17,97	22,22
T9	D3	E3	32,69	30,24	31,91	31,61
T	TESTIGO		12,70	9,01	9,43	10,38

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 12. Tabla del rendimiento por categoría mediana

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	RENDIMIENTO CATEGORIA MEDIANA KG/PN			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	9,43	11,88	9,03	10,11
T2	D1	E2	11,49	12,76	10,60	11,62
T3	D1	E3	15,12	10,21	12,76	12,70
T4	D2	E1	13,55	13,55	13,06	13,39
T5	D2	E2	14,33	16,40	11,49	14,07
T6	D2	E3	11,09	10,21	12,76	11,36
T7	D3	E1	10,21	10,60	10,60	10,47
T8	D3	E2	9,82	9,82	9,03	9,56
T9	D3	E3	6,97	8,64	7,36	7,66
T	TESTIGO		7,36	11,46	10,24	9,69

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 13. Tabla del rendimiento por categoría cuchi

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	RENDIMIENTO CATEGORIA CUCHI KG/PN			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	8,15	9,43	9,82	9,13
T2	D1	E2	7,85	9,03	7,85	8,25
T3	D1	E3	6,97	8,64	6,97	7,53
T4	D2	E1	9,03	8,64	6,48	8,05
T5	D2	E2	7,76	7,85	9,43	8,35
T6	D2	E3	4,12	7,36	7,85	6,45
T7	D3	E1	3,24	5,30	6,48	5,01
T8	D3	E2	4,52	5,30	8,15	5,99
T9	D3	E3	3,73	4,12	4,52	4,12
T	TESTIGO		7,36	9,44	10,24	9,02

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 14. Tabla del rendimiento por parcela neta

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	RENDIMIENTO PARCELA NETA TN/PN			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	32,69	37,70	34,85	35,08
T2	D1	E2	33,68	36,43	33,19	34,43
T3	D1	E3	39,27	33,97	38,19	37,15
T4	D2	E1	38,59	39,37	36,72	38,23
T5	D2	E2	38,00	39,96	34,46	37,47
T6	D2	E3	38,09	36,43	39,47	38,00
T7	D3	E1	38,78	36,33	46,93	40,68
T8	D3	E2	37,70	40,45	35,15	37,77
T9	D3	E3	43,40	43,00	43,79	43,40
T	TESTIGO		27,43	29,91	29,91	29,08

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

Anexo 15. Tabla del rendimiento total

TRATAMIENTOS	DOSIS	EPOCAS	RENDIMIENTO EN TN/HA			MEDIAS
			RI	RII	RIII	
T1	D1	E1	28,83	33,25	30,74	30,94
T2	D1	E2	29,70	32,12	29,26	30,36
T3	D1	E3	34,63	29,96	33,68	32,76
T4	D2	E1	34,03	34,72	32,38	33,71
T5	D2	E2	33,51	35,24	30,39	33,04
T6	D2	E3	33,59	32,12	34,81	33,51
T7	D3	E1	34,20	32,03	41,39	35,87
T8	D3	E2	33,25	35,67	31,00	33,30
T9	D3	E3	38,27	37,92	38,61	38,27
T	TESTIGO		24,18	26,38	26,38	25,65

Elaborado: TIGSE, N. 2016.

ANEXO 16. Valor comercial por saco y por kilogramo

CATEGORÍAS	PESO (G)	PRECIO/SACO	CTVS/KG
gruesa o primera	81 – 120	18	0,36
mediana o segunda	61 – 80	10	0,2
cuchi o pequeña	31 – 60	4	0,08

Elaborado: TIGSE, N. 2016

ANEXO 17. Análisis del presupuesto parcial y beneficio neto de los rendimientos

tratamiento	categoría	rendimiento en kg/ha	rendimiento ajustado al 10%	beneficio bruto	costos variables	beneficio neto
T1	Gruesa	13,97	12,57	4526,28	2067,66	4643,82
	Mediana	8,92	8,03	1605,60		
	Pequeña	8,05	7,25	579,60		
TOTAL		30,94	27,84	6711,48		
T2	Gruesa	13,48	12,13	4367,52	2498,44	4237,52
	Mediana	10,25	9,22	1845,00		
	Pequeña	7,27	6,55	523,44		
TOTAL		31,00	27,90	6735,96		
T3	Gruesa	14,92	13,43	4834,08	2254,65	5073,51
	Mediana	11,20	10,08	2016,00		
	Pequeña	6,64	5,97	478,08		
TOTAL		32,76	29,48	7328,16		
T4	Gruesa	14,81	13,32	4798,44	2268,16	5165,48
	Mediana	11,80	10,62	2124,00		
	Pequeña	7,10	6,39	511,20		
TOTAL		33,71	30,34	7433,64		
T5	Gruesa	13,16	11,84	4263,84	2734,73	4292,83
	Mediana	12,41	11,17	2233,80		
	Pequeña	7,36	6,62	529,92		
TOTAL		32,93	29,64	7027,56		
T6	Gruesa	17,81	16,03	5770,44	2346,26	5635,66
	Mediana	10,01	9,01	1801,80		
	Pequeña	5,69	5,12	409,68		
TOTAL		33,51	30,16	7981,92		
T7	Gruesa	19,34	17,40	6266,16	2097,70	6149,90
	Mediana	9,24	8,31	1663,20		
	Pequeña	4,42	3,97	318,24		
TOTAL		32,99	29,69	8247,60		
T8	Gruesa	19,60	17,64	6350,40	1955,58	6292,38
	Mediana	8,43	7,58	1517,40		
	Pequeña	5,28	4,75	380,16		
TOTAL		33,30	29,97	8247,96		
T9	Gruesa	27,88	25,09	9033,12	2335,27	8174,93
	Mediana	6,75	6,08	1215,00		
	Pequeña	3,64	3,27	262,08		
TOTAL		38,27	34,44	10510,20		
T	Gruesa	9,15	8,24	2964,60	1566,87	3507,33
	Mediana	8,54	7,69	1537,20		
	Pequeña	7,95	7,16	572,40		
TOTAL		25,65	23,08	5074,20		

Elaborado: TIGSE, N. 2016.



FOTO 1. Muestreo del terreno.



FOTO 2. Trazado de la parcela experimental.



FOTO 3. Siembra del cultivo.



FOTO 4. Aplicación del fertilizante foliar metalosato de potasio (merit rojo) a los 140 y 160 días después de la siembra.



FOTO 5. Aplicación foliar del metalosato de potasio merit rojo en la parcela experimental.



FOTO 6. Aplicación foliar del metalosato de potasio merit rojo en la parcela experimental.