



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFICACIA DE LA NUTRICIÓN FOLIAR CON 2 SOLUCIONES  
NUTRITIVAS Y 4 DOSIS, EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO  
DE PAPA (*Solanumtuberosum*L. VAR CECILIA) EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL TUNSHI-ESPOCH.**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTEBER EL TITULO  
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ROMMEL FERNANDO GARRIDO PAREDES**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

**EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:**

El trabajo de investigación titulado: **EFICACIA DE LA NUTRICIÓN FOLIAR CON 2 SOLUCIONES NUTRITIVAS Y 4 DOSIS, EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L. VAR CECILIA) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI-ESPOCH**, de responsabilidad del Sr. Egdo. Rommel Fernando Garrido Paredes, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DE TESIS:**

Ing. Agr. Jorge Cevallos.



**DIRECTOR**

Ing. Agr. David Caballero.



**MIEMBRO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Rommel Fernando Garrido Paredes, 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 autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 02 de Enero del 2016.



Rommel Fernando Garrido Paredes

CI: 0603783341

## **DEDICATORIA**

*A Dios y a mi virgen Dolorosa por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mi familia por su apoyo incondicional; a mi esposa Andrea por ser mi soporte diario, su paciencia y ánimos para alcanzar nuevas metas. A mi hija Camila por traer sentido a mi vida, por ser el motivo de salir adelante, progresar y culminar con éxito mi etapa profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.*

*A mi familia por llenar mi corazón de alegría al tenerlas a mi lado.*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a mi querida Escuela de Ingeniería Agronómica.*

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza quienes me han preparado para un futuro competitivo y formándome como persona de bien. De manera especial a las personas que confiaron en el éxito de este trabajo.

Al Ing. David Caballero por su especial colaboración y asesoría.

Al Ing. Jorge Cevallos por su cordial atención y buena guía en esta investigación.

Al Ing. Franklin Arcos por colaborar inicialmente en este trabajo.

Al Ing. Fernando Romero por su empeño en el diseño experimental del trabajo.

Al Ing. Víctor Lindao por su amable asesoría en el campo estadístico.

Al personal de la Estación experimental Tunshi por su desinteresada colaboración especialmente a Pedro Tenelema y Jorge Cando.

De manera especial a mis padres y hermanos quienes estuvieron pendientes.

A todos aquellos que colaboraron con su granito de arena para que culmine este trabajo de investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
II.	TÍTULO	1
III.	INTRODUCCIÓN	3
IV.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	47
VII.	CONCLUSIONES	67
VII.	RECOMENDACIONES	68
IX.	RESUMEN	69
X.	ABSTRACT	70
XI.	BIBLIOGRAFÍA	71
XII.	ANEXOS	75

## LISTA DE CUADROS.

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1.	RESUMEN DE ADEVAS PARA LAS VARIABLES FENOLÓGICAS.....	47
2.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN DÍAS A LA FLORACIÓN.....	48
3.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SOLUCIÓN X DOSIS EN LOS DÍAS A LA SENESCENCIA.....	50
4.	RESUMEN DE ADEVAS PARA ALTURA DE LA PLANTA.....	51
5.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LAS DOSIS EN LA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 90 DDS.....	53
6.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LAS DOSIS EN LA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 120 DDS.....	54
7.	RESUMEN DE ADEVAS PARA NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA.....	55
8.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS X SOLUCIÓN DEL NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA A LOS 60DDS.....	56

9. RESUMEN DE ADEVAS PARA RENDIMIENTO.....	58
10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCION SOLUCIONES X DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE PRIMERA CATEGORÍA.....	58
11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN EL RENDIMIENTO TOTAL EN KG / PARCELA NETA.....	61
12. CÁLCULO DE LOS COSTOS QUE VARÍAN DE LOS TRATAMIENTOS.....	62
13. PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DEL CULTIVO PAPA ( <i>Solanum tuberosum</i> ) VARIEDAD CECILIA SEGÚN METODOLOGIA DEL CIMMYT 1988.....	63
14. ANÁLISIS DE DOMINANCIA PARA LOS TRATAMIENTOS.....	65
15. CÁLCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL PARA TRATAMIENTOS NO DOMINADOS.....	65

#### **LISTA DE GRÁFICOS.**

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	RANGOS DE CONCENTRACIÓN (PPM) DE MINERALES QUE SE HAN DETERMINADO EN LA MATERIA SECA DE LAS PLANTAS.....	19
2.	ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO. ....	26
3.	RANGOS SEGÚN TUCKEY AL 5% PARA DOSIS EN DÍAS A LA FLORACIÓN. ....	49
4.	RANGOS SEGÚN TUCKEY AL 5% PARA SOLUCIONES X DOSIS EN DÍAS A LA SENESCENCIA.....	50
5.	RANGOS SEGÚN TUCKEY 5% PARA DOSIS EN LA ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DDS. ....	53
6.	RANGOS SEGÚN TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN LA ALTURA A LOS 120 DDS.....	54

7.	RANGOS SEGÚN AL TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN SOLUCIONES X DOSIS, EN EL NÚMERO DE TALLOS A LOS 60 DDS.....	56
8.	RANGOS SEGÚN TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SOLUCIONES X DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE PRIMERA CATEGORÍA.....	59
9.	RANGO SEGÚN TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN EL RENDIMIENTO TOTAL. ....	61
10.	CURVA DE LOS BENEFICIOS NETOS PARA TRATAMIENTOSNO DOMINADOS.....	66

#### **LISTA DE ANEXOS.**

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	DISTRIBUCIÓN AL AZAR DE LOS TRATAMIENTOS EN EL ENSAYO. ....	75
2.	DATOS % DE EMERGENCIA. ....	75
3.	DATOS DÍAS A LA EMERGENCIA. ....	76
4.	DATOS DÍAS A LA FLORACIÓN. ....	76
5.	DATOS DÍAS A LA SENESCENCIA. ....	77
6.	DATOS DE ALTURA A LOS 30 DDS. ....	77
7.	DATOS DE ALTURA A LOS 60 DDS. ....	78
8.	DATOS ALTURA A LO 90 DDS. ....	78
9.	DATOS ALTURA A LOS 120 DDS. ....	79
10.	DATOS NUMERO DE TALLOS A LOS 30 DDS. ....	79
11.	DATOS NÚMERO DE TALLOS A LOS 60 DDS. ....	80
12.	DATOS RENDIMIENTO 1RA CATEGORÍA. ....	80

13.	DATOS RENDIMIENTO 2DA CATEGORÍA. ....	81
14.	DATOS RENDIMIENTO 3RA CATEGORÍA. ....	81
15.	DATOS RENDIMIENTO 4TA CATEGORÍA. ....	82
16.	DATOS RENDIMIENTO TOTAL. ....	82
17.	ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO. ....	83
18.	ANÁLISIS FITOPATÓLOGICO DEL SUELO. ....	84
19.	DATOS PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD RELATIVA. ....	85



# **I. EFICACIA DE LA NUTRICIÓN FOLIAR CON 2 SOLUCIONES NUTRITIVAS Y 4 DOSIS, EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanumtuberosum*L. VarCecilia) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI-ESPOCH.**

## **II. INTRODUCCION**

La aplicación de sustancias fertilizantes mediante la aspersión al follaje con soluciones nutritivas denominada fertilización o abonamiento foliar, es una práctica utilizada ampliamente en la agricultura tecnificada contemporánea. Esta forma de suplir los 16 elementos esenciales en las plantas permite que un cultivo pueda producir al máximo, por lo tanto, altas producciones generan beneficios a la sociedad, especialmente al dedicado y trabajador agricultor ecuatoriano, que tiene como fuente de ingresos la cosecha de sus cultivos.

En Latinoamérica la aplicación de fertilizantes por vía foliar está en creciente aceptación en los últimos años por parte de la agricultura tecnificada más no por parte de los miles de agricultores que se podrían beneficiar con ésta práctica.

La investigación agrícola ha demostrado la factibilidad de suministrar nutrientes a las plantas por vía foliar en condiciones adecuadas y oportunas encontrando que se pueden obtener resultados agronómicos significativos.

Actualmente se reconoce que la nutrición foliar puede complementar y aún sustituir la fertilización al suelo. Aunque las dosis de aplicación que se administran por vía foliar son pequeñas, se pueden compensar aumentando la frecuencia de las aplicaciones para que los cultivos puedan alcanzar altos niveles de productividad por vía radicular, en las etapas de mayor exigencia del cultivo, condición que incide en la disminución en la producción del cultivo, donde es más importante la fertilización foliar (MELÉNDEZ, G. Y MOLINA, E.2002).

En Chimborazo, el cultivo de papa tiene una elevada importancia por ser una provincia con mayor superficie cultivada a nivel nacional y la seguridad alimentaria que brinda al país, sin embargo las tecnologías de nutrición foliar no tienen profundidad en su estudio menos en mezclas de soluciones nutritivas aplicadas según la etapa fenológica de desarrollo del cultivo, por lo tanto esta investigación tiene un gran importancia como aporte a la sociedad y sector agrícola Andino.

## A. JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas en el mundo es la falta de alimentos razón por la cual los objetivos del milenio es erradicar la pobreza extrema y el hambre. Basándonos en esta premisa, esta investigación apunta a contribuir a mejorar la producción de papa en la zona, y por ende generar mayores ingresos a sus productores, que satisfaga la parte de las necesidades nutricionales de gran parte de la sociedad, tratando así, de reducir la mal nutrición y el hambre, para de esta manera apuntar a cumplir el objetivo primordial propuesto por la ONU en el 2013. (PNUD. 2015)

## B. HIPOTESIS.

### 1. Nula.

La aplicación de 2 soluciones nutritivas en 4 dosis no influye en el rendimiento del cultivo de papa cultivar Cecilia.

### 2. Alternante.

Por lo menos una solución nutritiva y una dosis influyen en el rendimiento del cultivo de papa cultivar Cecilia.

## C. OBJETIVOS

### 1. General.

Determinar la eficacia de la nutrición foliar con 2 soluciones nutritivas y 4 dosis en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanumtuberosum L.var Cecilia*) en la estación experimental Tunshi-ESPOCH.

### 2. Específicos.

- Evaluar 2 soluciones nutritivas en el rendimiento del cultivo de papa, variedad Cecilia.
- Determinar la mejor dosis de aplicación de las soluciones nutritivas.
- Analizar económicamente los tratamientos.

### **III. REVISION BIBLIOGRAFICA**

#### **A. MARCO CONCEPTUAL**

##### **1. Eficacia**

Capacidad para producir los resultados esperados con el tratamiento (WORDREFERNCE. 2014).

##### **2. Nutrición**

La nutrición es el proceso biológico en el que los organismos asimilan los alimentos y los líquidos necesarios para el funcionamiento, el crecimiento y el mantenimiento de sus funciones vitales. La nutrición también es el estudio de la relación que existe entre los alimentos y la salud (TROEH, F. & DONAHUE, R. 2003).

##### **3. Foliar**

De las hojas de las plantas o relativo a ellas (TROEH, F. & DONAHUE, R. 2003).

##### **4. Soluciones**

Solución es una mezcla homogénea a nivel molecular o iónico de dos o más sustancias, que no reaccionan entre sí(TROEH, F. & DONAHUE, R. 2003).

##### **5. Bioestimulantes**

Bioestimulante es un término utilizado para describir sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades afectan el crecimiento de las plantas y su desarrollo. Los bioestimulantes pueden incluir fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido absicico, ácido jasmónico, auxinas (NORIEGA. 2014).

##### **6. Fenología**

La fenología es la ciencia que estudia la relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos(WORDREFERNCE. 2014).

##### **7. Dosis**

La tasa de pesticida o fertilizante prescrito o aplicado (TROEH, F. & DONAHUE, R. 2003).

##### **8. Cultivo**

Cultivo o producto agrícola; cada uno de los productos de la agricultura (TROEH, F. & DONAHUE, R. 2003).

## **B. MARCO TEORICO**

### **1. Cultivo**

#### **a. Origen y Distribución.**

Hace 6.000 a 10.000 años aproximadamente se seleccionaban los primeros cultivos de papa en los Andes al sur de Perú al norte del lago Titicaca donde se origina la primera papa domesticada que se dice es *Solanum stenotomum* la cual habría dado origen a *S. andigena* a través de continuos procesos de propagación en diferentes zonas cultivadas, al darse hibridaciones interespecíficas e intervarietales se habría permitido ampliar la diversidad y adaptabilidad genética de la papa andina (ALBORNOZ, G. 2011).

#### **b. Clasificación taxonómica**

La papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Familia: Solanaceae; Género: Solanum; Subgénero: Potatoe; Sección: Petota; Serie: Tuberosa.(ESPINOSA, F. 1998).

#### **c. Descripción botánica**

La papa es una dicotiledónea herbácea, anual, pero puede ser considerada como perenne potencial debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos, tiene hábitos de crecimiento rastrero o erecto. Esta planta está compuesta por una parte que crece sobre el suelo, en la que destacan tallos, hojas, flores y frutos. La otra que crece subterráneamente corresponde a papa-madre (tubérculo-semilla), estolones, tubérculos y raíces(PARDAVÉ, C. 2004).

#### **d. Descripción Morfológica**

##### **1) Hojas**

El follaje normalmente alcanza una altura entre 0,60 a 1,50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas(PARDAVÉ, C. 2004).

## **2) Sistema radicular**

Las plantas nacidas de semilla y de tubérculo, no son idénticas. De la semilla, nace una plántula con una raíz principal y dos o aún tres cotiledones. La planta originada de un tubérculo, es un clon, no tiene raíz principal ni cotiledones ya que nace de una yema. Las raíces de un clon, son por tanto, adventicias y éstas nacen en grupos de 3 a 4 a partir de los nudos cerca a los estolones(PARDAVÉ, C. 2004).

## **3) Tubérculo**

Morfológicamente el tubérculo es un tallo subterráneo, acortado engrosado y provisto de yemas u ojos en las axilas de sus hojas escamosas. En cada ojo, existen normalmente 3 yemas, aunque en ocasiones pueden ser más. Una yema es, en consecuencia, una rama lateral del tallo subterráneo con entrenudos no desarrollados y todo el tubérculo un sistema morfológico ramificado y no una simple rama(PARDAVÉ, C. 2004).

Los ojos se concentran con mayor frecuencia hacia el extremo distal (corona o roseta), siendo a la vez más profundos en esta región(PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002).

Las yemas de esta región normalmente se desarrollan primero. Cuando la yema apical es removida o muerta, otras yemas son estimuladas a desarrollar. Cada ojo es capaz de producir un infinito número de brotes, dependiendo del tamaño del tubérculo y de la reserva de hidratos de carbono.

## **4) Fruto**

El fruto de la papa es una baya de forma redonda, alargada, cortiforme, ovaladas o cónicas. Este puede contener desde ninguna a 300 ó 400 amarillas o castaño-amarillentas, pequeñas, ovals y uniformes. De éstas se pueden generar nuevas variedades vía selección(PARDAVÉ, C. 2004).

### **e. Requerimientos edafoclimáticos**

#### **1) Zonificación**

La zona recomendada para la variedad Cecilia comprende a las provincias centrales del callejón interandino: Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.(ALBORNOZ, G. 2011).

## 2) **Clima**

LUCERO, H. (2011) Señala que las zonas de cultivo de papa estar comprendidas entre una altitud de 1800 a 3600m.s.n.m, un clima templado a frío. Gallegos, P. (2011) agrega que además debe tener una temperatura: De 8 °C a 24 °C.

## 3) **Altitud**

La mejor adaptación se ha observado en las partes bajas de las zonas paperas, a altitudes de 2600 a 2800 metros (ALBORNOZ, G. 2011).

## 4) **Requerimientos edáficos**

Suelos sueltos de textura francos o franco-arcillosos (ALBORNOZ, G. 2011).

## 2. **Prácticas culturales**

### a. **Preparación del terreno**

Estas características del suelo afectan directamente al desarrollo y crecimiento de la semilla lo ideal es optimizar la relación suelo - agua - planta. Para lo cual se recomienda para una obtener un rendimiento de 24,2 Tn /Ha se debe rastras de disco, un arado con vertedera con siembra y fertilización simultanea (INOSTROZA, J & MENDEZ P. 2010).

### b. **Siembra**

FALCONI, 2011 Señala que se debe usar semilla pregerminada, la cual se deposita en el lomo del surco abonado orgánica y mineralmente. La profundidad de siembra no es un factor determinante en la productividad, sin embargo se recomienda a una profundidad de 10 - 15 cm.

### c. **Densidad de siembra**

La densidad de cada hilera de papas depende del tamaño de los tubérculos, y el espacio entre las hileras debe permitir el aporque del cultivo. Por lo general se siembran 1,5 - 2 toneladas de papas semillas por hectárea (FAO, 2008).

**d. Riego**

Un cultivo de papa localizado a 3000 msnm necesita entre 600 y 700 mm de agua, distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. La etapa crítica, durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de floración – tuberización. (INOSTROZA, J & MENDEZ P. 2010).

**e. Retape**

Es una labor que se hace comúnmente en la provincia de Carchi entre los 15 y 21 días después de la siembra. Sirve para incorporar el fertilizante complementario tanto como para el control mecánico de malezas. En algunas zonas esta labor sustituye al rascadillo (PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002).

**f. Rascadillo**

El rascadillo consiste en remover superficialmente el suelo, lograr el control oportuno de malezas y permitir que el suelo se airee. Esta labor se realiza a los 30 o 35 días después de la siembra, cuando las plantas tengan de 10 a 15 centímetros de altura.

No obstante, el momento del rascadillo puede variar de acuerdo con la calidad de preparación del suelo y de la humedad reinante (PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002).

**g. Medio aporque y aporque**

PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002 señalan que consiste en arrimar la tierra a las plantas, dejando camellones bien formados, sin embargo, con las variedades modernas de ciclo corto (menos de 100 días), es posible aporcar una sola vez. Si en estos casos existen problemas de drenaje, un segundo aporque puede ser aconsejable. El periodo óptimo para hacer el aporque depende del desarrollo de la planta, en particular la formación de estolones y la tuberización. En general, el medio aporque debe realizarse entre 50 a 60 días y se debe incorporar fertilizantes. LUCERO, H. (2011) manifiesta que el medio aporque se recomienda hacer a los 60 días después de la siembra y aplicar los abonos en banda lateral a 10 cm del cuello la planta, al lado de arriba primero colocar el fertilizante y luego apegar el abono.

El aporque se recomienda a partir de los 70 hasta los 80 días ya que tiene como propósito el incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones en forma adecuada, ayudando de esta manera a crear un ambiente propicio para la tuberización. Además, sirve para controlar malezas, proporcionar sostén a la planta y facilitar la cosecha (PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002).

## h. Fertilización

La extracción de nutrientes del suelo por el cultivo de papa depende de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo. La extracción total de fósforo es inferior a la de nitrógeno y potasio. Sin embargo, debido al alto grado de fijación del fósforo en los suelos del país, las cantidades de fertilizantes fosfatados aplicados al suelo en Ecuador son mayores a las de nitrógeno y potasio. La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inician la tuberización y crecimiento del follaje (PARDAVÉ, C. 2004).

La papa responde muy bien a las aportaciones orgánicas para una producción de 30000 kg/ha, un buen abonado puede ser, de 150 unidades de N, 100 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 300 unidades de K<sub>2</sub>O por hectárea cultivada (PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002).

## i. 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. Sin embargo, es recomendable tomar en cuenta el uso eventual de la cosecha. Para el mercado fresco los tres factores importantes son tamaño, forma y apariencia del tubérculo. Por eso, es importante que el productor revise periódicamente el desarrollo de los tubérculos para determinar cuando hayan alcanzado las características necesarias para el mercado. Si el uso del cultivo no es el mercado fresco, sino otro (por ejemplo: hojuelas o papa frita), se debe realizar la cosecha cuando los tubérculos alcancen las características necesarias de tamaño y contenido de azúcares (PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002).

El producto cosechado se clasifica por tamaño de acuerdo al siguiente cuadro:

**TABLA 1. CLASES DE PAPA SEGÚN SU TAMAÑO**

Primera, gruesa o chaupi	> 121 g
Segunda o rojoja	71 a 120 g
Tercera o rojojilla	51 a 70 g
Cuarta o fina	31 a 50 g
Cuchi o cuambiaca	< 30 g

**FUENTE: PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002.**

### **3. Bioestimulantes**

#### **a. Información técnica de la línea de bioestimulantes NUTRI-THA**

Nombre Comercial del producto: NUTRI-THA.

Composición Química del Producto: Micronutrientes Quelatados en Ácidos Orgánicos.

Uso del Producto: Fertilizante Foliar.

#### **b. Características del producto**

##### **1) Origen:**

Mezcla líquida de aporte multimineralquelatizado por ácidos orgánicos provenientes de metabolitos secundarios de microorganismos.

##### **2) Descripción:**

Solución de Fertilizante Líquido correctora de deficiencias nutricionales y promotora del desarrollo Fisiometabólico óptimo en todas las especies vegetales que al ponerse en contacto con la epidermis exterior de la pared celular posee características de rápida absorción. Está concentrada en macronutrientes como Carbono y Oxígeno en forma de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y Nitrógeno en forma de nitratos, también es rica en micronutrientes como: Mg, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn los mismos que se encuentran quelatizados por ácidos orgánicos de estructuras químicas carboxílicas que sintetizan toda su composición química en una sola molécula fácil de asimilarse a través de ectodesmos en la célula vegetal (BIORGANPLANT. 2014).

##### **3) Formula Empírica:**

Compuestos de N-P-K-Mg + microelementosquelatizados en Ácidos Orgánicos.

#### **c. Composición bioquímica de los productos:**

##### **1) Nutri-tha-raíz:**

**TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUTRITHA - RAÍZ**

Nitrógeno (N)	35000 ppm	Molibdeno (Mo)	17 ppm
Fosforo (P)	42000 ppm	Riboflavina	345 ug/L
Potasio (K)	15000 ppm	Ácido Aspartico	250 ug/L
Magnesio (Mg)	25000 ppm	Ácido Salicilico	360 ug/L
Azufre (S)	5000 ppm	Ácido Fólico	512 ug/L
Hierro (Fe)	4800 ppm	Ubiquinona	120 ug/L
Manganeso(Mn)	1200 ppm	Auxinas	700 ug/L
Cobre(Cu)	1250 ppm	Giberelinas	1000 ug/L
Zinc(Zn)	450 ppm	Citoquininas	410 ug/L
Boro(B)	620 ppm	Ácidos Orgánicos	25 %

Fuente: BIORGANPLANT. 2014.

## 2) Nutritha-plus

**TABLA 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUTRITHA - PLUS**

Nitrógeno (N)	35000 ppm	Molibdeno (Mo)	17 ppm
Fosforo (P)	22000 ppm	Riboflavina	345 ug/L
Potasio (K)	83000 ppm	Ácido Aspartico	250 ug/L
Magnesio (Mg)	25000 ppm	Ácido Salicilico	360 ug/L
Azufre (S)	5000 ppm	Ácido Fólico	512 ug/L

**TABLA 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUTRITHA – PLUS  
(CONTINUACIÓN)**

Hierro (Fe)	4800 ppm	Ubiquinona	120 ug/L
Manganeso(Mn)	1200 ppm	Auxinas	700 ug/L
Cobre(Cu)	1250 ppm	Giberelinas	1000 ug/L
Zinc(Zn)	450 ppm	Citoquininas	410 ug/L
Boro(B)	620 ppm	Ácidos Orgánicos	25 %

Fuente: BIORGANPLANT. 2014.

### 3) Nutritha-magnesio

**TABLA 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUTRITHA - MAGNESIO**

Nitrógeno (N)	45000 ppm	Molibdeno (Mo)	17 ppm
Fosforo (P)	100000 ppm	Riboflavina	345 ug/L
Potasio (K)	15000 ppm	Ácido Aspartico	250 ug/L
Magnesio (Mg)	35000 ppm	Ácido Salicilico	360 ug/L
Azufre (S)	5000 ppm	Ácido Fólico	512 ug/L
Hierro (Fe)	4800 ppm	Ubiquinona	120 ug/L
Manganeso(Mn)	22200 ppm	Auxinas	700 ug/L
Cobre(Cu)	1250 ppm	Giberelinas	1000 ug/L
Zinc(Zn)	450 ppm	Citoquininas	410 ug/L
Boro(B)	620 ppm	Ácidos Orgánicos	25 %

Fuente: BIORGANPLANT. 2014.

#### 4) Nutritha-calcio y boro

**TABLA 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUTRITHA - CALCIO Y BORO**

Nitrógeno (N)	35000 ppm	Boro(B)	4.0 g/L
Calcio (Ca)	100 g/L	Auxinas	700 ug/L

Fuente: BIORGANPLANT. 2014.

#### 5) Nutritha-engrose

**TABLA 6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE NUTRITHA - ENGROSE**

Nitrógeno (N)	85000 ppm	Molibdeno (Mo)	17 ppm
Fosforo (P)	22000 ppm	Riboflavina	345 ug/L
Potasio (K)	90000 ppm	Ácido Aspartico	250 ug/L
Magnesio (Mg)	25000 ppm	Ácido Salicilico	360 ug/L
Azufre (S)	5000 ppm	Ácido Folico	512 ug/L
Hierro (Fe)	4800 ppm	Ubiquinona	120 ug/L
Manganeso(Mn)	1200 ppm	Auxinas	700 ug/L
Cobre(Cu)	1250 ppm	Giberelinas	1000 ug/L
Zinc(Zn)	450 ppm	Citoquininas	410 ug/L
Boro(B)	620 ppm	Ácidos Orgánicos	25 %

Fuente: BIORGANPLANT. 2014.

#### 4. Los nutrientes en la planta

##### a. Nitrógeno

AZCÓN, J. TALÓN, M. (2000) manifiestan que es el nutrimento requerido en mayor cantidad. Absorbido como urea,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$  (con excepción del arroz la mayoría de los cultivos agrícolas absorben el N primordialmente como  $\text{NO}_3^-$ ). La planta requiere utilizar energía para reducir  $\text{NO}_3^-$  y para ser convertido a aminoácidos. El rango normal en tejido es 1 - 5 %. Es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal. Es constituyente de aminoácidos (proteínas estructurales y enzimas), ácidos nucleicos, clorofila, cito-cromos, coenzimas, hormonas y otros compuestos nitrogenados con funciones variadas (ureidos, amidas, alcaloides). Por lo tanto, participa activamente en los principales procesos metabólicos: la fotosíntesis, la respiración, la síntesis proteica.

La carencia de N y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis. Cantidades adecuadas de N producen hojas de color verde oscuro (debido a que estas tienen una alta concentración de clorofila) y mejora la eficiencia de uso del agua. La deficiencia de N resulta en clorosis de las hojas. En general, este amarillamiento se inicia en las hojas más viejas y luego se traslada a las hojas más jóvenes a medida que la deficiencia se torna más severa. Otros síntomas de deficiencia se manifiestan como: plantas pequeñas de crecimiento lento, semillas y partes vegetativas contienen bajo contenido proteico, las plantas tienen menos hojas. Exceso de N en relación a P, K, y S retrasa la maduración de frutos.

##### b. Fósforo

AZCON-BIETO, J; TALON, M. (2000) dicen que el P forma parte de la molécula transportadora de alta energía (ATP), por lo que el P participa en todos los procesos metabólicos energéticos. Las plantas pueden absorber el P como el ion ortofosfato primario ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) o secundario ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). El rango en los tejidos es de 0.1- 0.5 %. Estructuralmente constituye parte de los fosfolípidos de las membranas celulares, de los ácidos nucleicos, de la mayoría de las enzimas y de las coenzimas NAD y NADP y participa en la fotosíntesis, en la glicólisis, en la respiración, en la síntesis de ácidos grasos y en la síntesis de proteínas, especialmente nucleoproteínas en los tejidos meristemáticos. El ácido fítico (hexafosfato de inositol) almacenado en la semilla es la principal fuente de fosfato inorgánico durante la germinación.

Al igual que el N, las concentraciones más altas de P se encuentran en el tejido joven y las deficiencias aparecen primero en las partes bajas de la planta. A medida que las plantas maduran la mayor parte del P se mueve a las semillas o el fruto. El P ayuda a las raíces y plántulas a desarrollarse rápidamente, aumenta el número de tallos y hojas nuevas, aumenta la fructificación, mejora la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades y acelera la madurez.

La primera señal de falta de P es una planta pequeña (de crecimiento lento) y la forma de las hojas se distorciona. Cuando la deficiencia es severa se desarrollan áreas muertas en la hoja, el fruto y el tallo. En gramíneas la falta de P se manifiesta como un color púrpura o rojizo, asociado con la acumulación de azúcares. En ciertas etapas de crecimiento, la deficiencia de P causa que el cultivo presente un color verde oscuro. Exceso de P se puede manifestar como una deficiencia de algún micronutriente (Fe, Mn, Zn).

### **c. Potasio**

Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de K que N, pero más K que P. Es absorbido (del suelo) por las plantas en forma iónica ( $K^+$ ). El rango normal en los tejidos es de 1 - 5 %. Su forma iónica ( $K^+$ ), es móvil dentro de la planta y no forma compuestos orgánicos en la planta. Participa indirectamente en casi todos los procesos, respiración, fotosíntesis, síntesis de clorofila. Tiene que ver en la regulación osmótica e hídrica de la planta, en el mantenimiento de la electroneutralidad celular y en la permeabilidad de las membranas. Actúa como activador de una gran cantidad de enzimas de la síntesis proteica y del metabolismo de carbohidratos, y está involucrado muy directamente en el transporte de azúcares vía el floema. Puede ser parcialmente sustituido por el Na y el Rb.

El K es importante en la formación de frutas, ayuda a la planta a resistir ataques de enfermedades, mejora la eficiencia del uso del agua a través de apertura y cierre de los estomas. Otros efectos que causa el K en las plantas son: incrementa la eficiencia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones, estimula el llenado de granos, mejora la calidad de los productos, mantiene la turgencia de la planta, evita los efectos severos de la sequía y de las heladas, aumenta la resistencia a enfermedades y plagas.

Uno de los síntomas más comunes de carencia de K es el marchitamiento o quemado de los márgenes de las hojas moviéndose hacia adentro. En la mayoría de los cultivos los síntomas se observan primero en las hojas más viejas. Las plantas con deficiencia de K crecen lentamente, tienen un sistema radicular mal desarrollado, los tallos son débiles, y los frutos son pequeños. Exceso de K puede resultar en deficiencias de Mg. (NAVARRO, G y NAVARRO, S.2013).

### **d. Calcio**

El calcio es absorbido por las plantas en forma del catión  $Ca^{+2}$ . El rango de concentración en las plantas es de 0.2 - 1 %. Su papel principal es estructural, porque constituye, como pectatos de Ca en las láminas media, la parte cementante de las paredes celulares. Participa en la formación de membranas celulares y de estructuras lípidas. Es necesario en pequeñas cantidades para la mitosis en las zonas meristemáticas pues confiere estabilidad al aparato estructural durante la división celular. Actúa como activador de enzimas.

El Ca en la planta, proporciona rigidez, aumenta la utilización de  $\text{NO}_3^-$ , fomenta el desarrollo de las raíces, aumenta la resistencia a enfermedades y plagas, favorece el cuaje de flores, impulsa la producción de semillas y ayuda a la fijación simbiótica del N.

Un síntoma común de la deficiencia de Ca es un pobre crecimiento de raíces. Las raíces con deficiencia de Ca se tornan negras y se pudren. Las hojas jóvenes y tejidos nuevos desarrollan síntomas debido a que el Ca no se trasloca dentro de la planta. Las hojas nuevas no se estiran y se mantienen dobladas. Las deficiencias de Ca casi nunca se muestran en el campo, debido a que los efectos de condiciones secundarias como acidez, limitan primero el crecimiento de la planta. Las deficiencias ocurren más comúnmente en los cultivos de maní y hortalizas. Exceso de Ca puede producir deficiencias de Mg o K (NAVARRO, G y NAVARRO, S.2013).

#### **e. Magnesio**

NAVARRO, G y NAVARRO, S. (2013) Señalan el magnesio es absorbido por las plantas en forma catiónica ( $\text{Mg}^{+2}$ ). La concentración en tejido varía de 0.1 - 0.4 %. Forma parte de la molécula de clorofila, por lo tanto es importante para la fotosíntesis. Participa en gran medida en el balance electrolítico dentro de la planta. Actúa como activador enzimático, especialmente en reacciones de fosforilación del ATP, en el metabolismo de los azúcares y en la síntesis de ácidos nucleicos, y por lo tanto en la síntesis de proteínas.

Los síntomas de deficiencia de Mg aparecen primero en las hojas inferiores (hojas viejas) debido a que el Mg se transloca dentro de la planta de tejido viejo a tejido joven. Las hojas tienen un color amarillento, o bronceado mientras que las venas se mantienen verde. En el maíz se presentan cuñas amarillentas a lo largo de las hojas. Un desbalance entre Ca y Mg en suelos de baja CIC puede acentuar la deficiencia de Mg, especialmente cuando se encala solamente con calcita intensamente. La deficiencia de Mg también puede acentuarse con la aplicación de altos niveles de K en el suelo.

#### **f. Azufre**

AZCON-BIETO, J; TALON, M. (2000) mencionan que el S es absorbido principalmente como anión sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). También puede entrar por las hojas como  $\text{SO}_2$ . El S forma parte de dos (cisteína, y metionina) de los 21 amino ácidos que forman las proteínas. La concentración típica en los tejidos es de 0.1 - 0.5 %. Es constituyente de algunas enzimas, vitaminas (tiamina y biotina) y de la coenzima A, que participan en el metabolismo de azúcares, grasas y proteínas. También ayuda en la estabilización de la estructura de las proteínas. Muchas especies vegetales contienen pequeñas cantidades de compuestos azufrados volátiles (sulfóxidos) responsables de factor lacrimógeno de las cebollas y el olor de los ajos.

El S causa que aumente el crecimiento vegetativo y la fructificación, es requerido en la síntesis de clorofila, estimula el crecimiento de raíz, propicia la formación de semilla, aumenta la concentración de carbohidratos, aceites, grasas y proteínas

Al ser un constituyente de las proteínas, los síntomas de deficiencia de S son similares al N, aunque aparecen primero en las hojas más jóvenes. Este se presenta como un color verde pálido. En casos de deficiencia severa toda la planta puede presentar color verde pálido y crecimiento lento.

#### **g. Hierro**

NAVARRO, G y NAVARRO, S. (2013) afirman que la concentración típica en los tejidos es de 50 - 250 ppm. Actúa como activador enzimático en la síntesis de clorofila; es un factor necesario pero no forma parte de la molécula. Interviene en la síntesis de proteínas. Acepta y dona electrones por lo que interviene en reacciones redox. Es un componente estructural de proteínas ferroporfirínicas importantes, como los citocromos y la leghemoglobina. El 75 % del hierro está asociado a los cloroplastos. Deficiencias se ven mayormente en suelos calcáreos.

Las deficiencias de Fe aparecen en las hojas como un color verde pálido (clorosis), mientras que las venas permanecen verdes. Los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas jóvenes en la parte superior de la planta. Una deficiencia severa puede dar a toda la planta un color amarillo o blanco.

#### **h. Manganeso**

AZCON-BIETO, J; TALON, M. (2000) manifiestan que la concentración típica en la planta es de 20 - 500 ppm. Actúa como activador enzimático en la respiración y en el metabolismo del N, en este último caso, activando las reductasas. Es el catión predominante en estos procesos, pero puede ser sustituido por Mg, Co, Zn, y Fe. También participa en la síntesis proteica y en la formación de ácido ascórbico (vitamina C). En la fotosíntesis, participa pero solo en su fase oscura. Además es capaz de oxidar el ácido indoloacético.

Los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes, como un amarillamiento entre las venas. En los cereales de grano pequeño aparecen áreas grises cerca de la base de las hojas jóvenes.

#### **i. Zinc**

Es el micronutriente que con más frecuencia limita los rendimientos de los cultivos. Rango de concentración típica es de 25 - 150 ppm. Actúa como activador de varias enzimas, dos de ellas muy importantes: la anhidrasa carbónica ( $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) y en la deshidrogenasa alcohólica, así como de enzimas transportadoras de fosfatos. Participa en la síntesis de la hormona de crecimiento ácido indoloacético, a nivel de su precursor, el triftofano.

La deficiencia de Zn hace que el ápice se torne de color amarillento (clorosis) o blanco en las etapas iniciales de crecimiento de la planta. Las hojas desarrollan franjas cloróticas a un lado o a ambos lados de la nervadura central. Síntomas en otros cultivos incluyen el color bronceado en el arroz, hojas pequeñas en los árboles frutales y severo retraso del crecimiento en maíz y frijol. Altas concentraciones de Zn pueden inducir deficiencias de Fe, o altas concentraciones de P interfiere en el metabolismo de Zn (AZCON-BIETO, J; TALON, M. 2000).

#### **j. Cobre**

NAVARRO, G y NAVARRO, S.(2013) mencionan que rango de concentración típica es de 5 - 20 ppm. Es componente de ciertas proteínas presentes en el cloroplasto, por lo que participa en la fotosíntesis. Promueve la formación de vitamina A. Además, activa varias enzimas y actúa como conductor electrónico en la actividad respiratoria. Está implicado en la biosíntesis de ligninas.

Los suelos orgánicos son los más propensos a ser deficientes en Cu. Estos generalmente tienen niveles adecuados de Cu, pero lo retienen tan fuertemente en forma quelatada que una pequeña cantidad está disponible para los cultivos. Otros metales en el suelo (Fe, Mn, Al) afectan la disponibilidad de Cu.

#### **k. Boro**

Se sabe que tiene múltiples formas de absorción. Según algunos investigadores, es el micronutriente de mayor deficiencia. Afecta muchos procesos en forma indirecta. Interviene en el transporte de azúcares pues forma complejos con los átomos de oxígeno libres o con los grupos OH presentes en ellos, reduciendo su polaridad y facilitando su transporte a través de las membranas. Participa en la síntesis de amino ácidos y proteínas. Participa en la diferenciación y desarrollo celular, en el metabolismo del N, en la absorción activa de sales, en el metabolismo hormonal, en las relaciones hídricas y en el metabolismo de ligninas.

La deficiencia de B generalmente detiene el crecimiento de la planta. Primero dejan crecer los tejidos apicales y las hojas más jóvenes. La falta de B causa síntomas específicos para muchos cultivos (AZCON-BIETO, J; TALON, M. 2000).

#### **l. Molibdeno**

AZCON-BIETO, J; TALON, M. (2000) afirman que está fuertemente relacionado con el metabolismo del N; interviene en la fijación del N gaseoso a nivel de organismos fijadores, en la reducción de los nitratos y forma parte del sistema de la reductasa del N. Está relacionado directamente con los niveles de ácido ascórbico que sirven para proteger al cloroplasto. También, interviene en el metabolismo del P.

Los síntomas de deficiencia de Mo se presentan como un amarillamiento general y una falta de crecimiento de la planta. La deficiencia de Mo promueve el apareamiento de

síntomas de deficiencia de N en leguminosas, debido a que la falta de Mo no permite que las leguminosas fijen N del aire. Deficiencias ocurren mayormente en suelos ácidos.

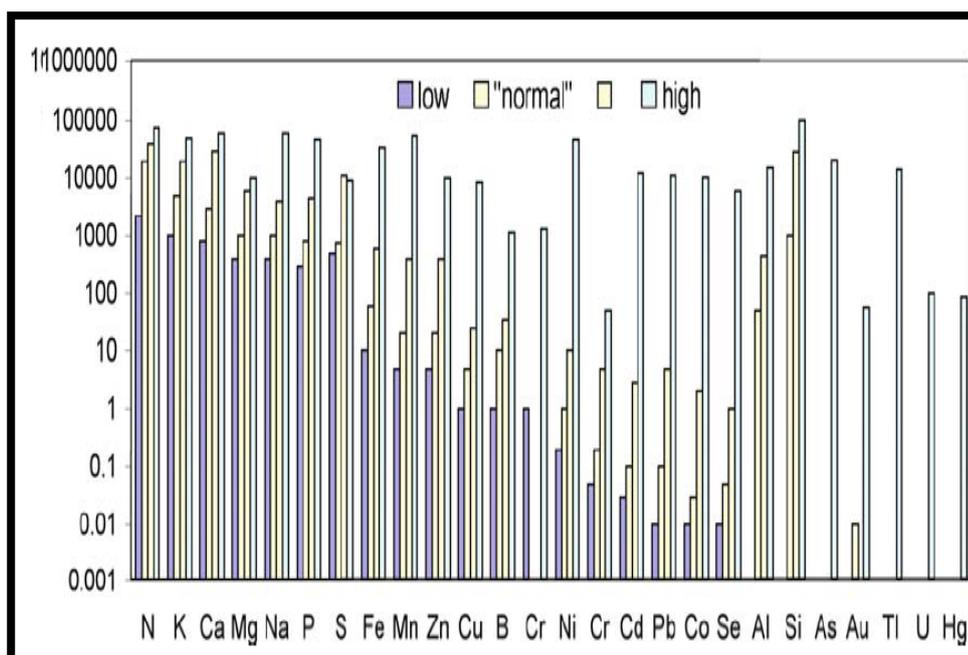
#### **m. Cloro**

AZCON-BIETO, J; TALON, M. (2000) señalan que rango de concentración en tejidos es de 0.2 - 2 %. Bastante inerte dentro de la planta lo cual le permite neutralizar cationes y participar como agente osmótico. Al ser translocado con facilidad participa en el mantenimiento de turgencia en las plantas. Muchas enfermedades son suprimidas al suplementar con abonos que contienen Cl. Síntomas de deficiencias de Cl se manifiestan como clorosis en las hojas jóvenes y marchitamiento de las plantas.

#### **5. Concentración mineral en tejidos vegetales.**

Las plantas difieren de la concentración de nutrientes minerales en sus tejidos dependiendo de si el tejido es herbáceo o leñoso, del entorno, de la etapa de desarrollo y de la especie.

Los elementos que al limitarse más retrasan el crecimiento son N, P, y K. Sin embargo cuando se encuentra en muestras de tejidos elementos como el Cd esto no significa que sea necesario para su crecimiento sino que el suelo donde se desarrollo tuvo este elemento en gran cantidad y la planta lo asimilo. La concentración de los minerales va cambiando previsiblemente con el desarrollo de la planta. Por ejemplo en plantas leñosas la relación C:N aumenta con la edad de la planta. Nutrientes asociados con el metabolismo se necesitaran cuando exista una hoja u órgano que se produce por primera vez (LAMBERS, H. 2008).



**GRÁFICO 1. RANGOS DE CONCENTRACIÓN (PPM) DE MINERALES QUE SE HAN DETERMINADO EN LA MATERIA SECA DE LAS PLANTAS.**

Fuente: LAMBERS, H. 2008.

Finalmente se anexa la Gráfica 1 que resume rangos de concentración en ppm de todos minerales que se encuentran en la materia seca de las plantas. La barra de la mitad es la cantidad que se encuentra en plantas sanas, la barra de la izquierda son concentraciones bajas cuando las hojas presentan severas deficiencias o senescencia o debido a que las plantas excluyen aquel mineral; por otro lado la barra de la derecha indica plantas en las cuales puede existir altas concentraciones de un elemento como por ejemplo en halophitas, metalophitas(LAMBERS,H. et al. 2008).

## **6. Fertilización foliar**

La fertilización foliar se ha vuelto una práctica común e importante para los grandes productores, ya que corrige las deficiencias nutricionales en las plantas, estimula el buen desarrollo de los cultivos y mejora la calidad y rendimiento del producto. Se debe tomar en cuenta que la fertilización foliar no reemplaza a la fertilización edáfica de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de complemento, garantía o apoyo para suplementar los requerimientos nutrimentales de un cultivo en los cuales no se pueden abastecer en su totalidad mediante la fertilización edáfica. El nutrir vía fertilización edáfica depende de muchos factores como el suelo y además del medio que rodea al cultivo. En vista de aquello, que la fertilización foliar para ciertos nutrientes y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo fenológico de la planta y del medio como problemas

de adsorción radicular, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias nutricionales que la fertilización edáfica (DUEÑAS, N.2011).

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas, y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar (DUEÑAS, N.2011).

En la planta la hoja tiene una función específica de sintetizar los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrientes a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda (TRILLAS.1990 CITADO POR DUEÑAS, N.2011).

La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersión; sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo. La hoja es un tejido laminar formada en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que irrigan la hoja de savia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis del medio (AZCON-BIETO, J; TALON, M. 2000).

Desde el punto de vista de su estructura, las partes más importantes de una hoja del haz al envés son: La cutícula, epidermis superior, parénquima de empalizada, parénquima esponjoso, tejido vascular (integrado por células perimetrales, xilema, floema y fibras esclerenquimatosas), epidermis inferior y cutícula inferior. En el envés, en muchos casos existe una capa espesa de vellos, que dificulta el acceso de soluciones nutritivas (DUEÑAS, N.2011).

Fisiológicamente la hoja es la principal fábrica de fotosintatos. De aquí la gran importancia de poner al alcance de la fábrica los nutrimentos necesarios que se incorporan de inmediato a los metabolitos, al ser aplicados por aspersión en el follaje. Pero la fertilización foliar no puede cubrir aquellos nutrimentos que se requieren en cantidades elevadas.

La fertilización foliar, entonces, debe utilizarse como una práctica especial para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de aquellos nutrimentos que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo. (BEAR, 1965; PLANCARTE, 1971; TRINIDAD ET AL., 1971.CITADO POR DUEÑAS, N.2011).

#### **a. Mecanismos de Absorción de Nutrimentos**

Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en

solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular. Estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, como ha sido demostrado en varios estudios. Por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja (DUEÑAS, N.2011).

El proceso de absorción de nutrimentos comienza con la aspersion de gotas muy finas sobre la superficie de la hoja de una solución acuosa que lleva por lo menos un mineral en cantidades convenientes (MUÑOZ, D. 2000).

La hoja está cubierta por una capa de cutina que forma una película discontinua llamada cutícula, aparentemente impermeable y repelente al agua por su naturaleza lipofílica.

La pared externa de las células epidermales, debajo de la cutícula, consiste de una mezcla de pectina, hemicelulosa y cera, esta tiene una estructura formada por fibras entrelazadas.

Dependiendo de la textura de éstas es el tamaño de espacios que quedan entre ellas, llamados espacios inter-fibres, caracterizados por ser permeables al agua y a sustancias disueltas en ella. Después de esta capa se tiene al plasmalema o membrana plasmática, que es el límite más externo del citoplasma (GARCÍA Y PEÑA, 1995).

El plasmalema consiste de una película bimolecular de lipoides y está parcial o totalmente cubierto de una capa de proteína. Las moléculas de lipoides, parcialmente fosfolipoides, tienen un polo lipofílico y un polo hidrofílico; se supone que a través de estos lipoides hidrofílicos penetran los nutrimentos. Estos lipoides se pueden prolongar radialmente hacia la pared epidermal, y se conocen como ectodesmos o cordones lipoides que facilitan en gran medida la penetración de los nutrimentos. Tal parece que en una primera instancia, al ser aplicado el nutrimento por aspersion, éste se difunde por los espacios inter-fibres en la pared de las células epidermales (difusión), o bien, vía intercambio iónico a través de ectodesmos (ectoteichodes), hasta llegar al plasmalema, lugar donde se lleva a cabo prácticamente una absorción activa como en el caso de la absorción de nutrimentos por las raíces. En esta absorción activa participan los transportadores, que al incorporar el nutrimento al citoplasma de la célula, forman metabolitos que son posteriormente translocados a los sitios de mayor demanda para el crecimiento y rendimiento de la planta. Por lo tanto, la absorción foliar de nutrimentos se lleva a cabo por las células epidérmicas de la hoja y no exclusivamente a través de los estomas como se creyó inicialmente (TISDALE ET AL., 1985 CITADO POR DUEÑAS, N.2011).

De aquí la importancia de hidratar la cutícula de la hoja con surfactantes para facilitar la penetración del nutrimento. Este proceso, descrito brevemente, ha sido cotejado actualmente mediante el uso de algunos trazadores isotópicos (KAMARA, A.2001).

## **b. Factores Que Influyen En La Fertilización Foliar**

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores: el primero factores relacionados a la planta, el segundo factores relacionados al ambiente, y los terceros factores relacionados a la formulación foliar. 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 translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. 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 (DUEÑAS, N.2011).

## **c. Relacionados con la Formulación Foliar**

### **1) pH de la solución.**

La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar. El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar influyen en la absorción de éste en la hoja. Soluciones de pH ácido favorecen la absorción de fósforo y esta absorción es mayor con el ion acompañante  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  que con el  $\text{K}^+$  (RINCÓN, S. L. 1997).

### **2) Surfactantes y adherentes.**

La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora (KAMARA, A.2001).

### **3) Presencia de sustancias activadoras.**

Actualmente se están haciendo estudios sobre el uso de sustancias activadoras en la absorción de nutrimentos por aspersión foliar. Los ácidos húmicos actúan como activadores y la urea también desempeña la misma función en la absorción de fósforo. Parece que la urea dilata la cutícula y destruye las ceras sobre la superficie de la hoja, facilitando la penetración del nutrimento (MUÑOZ, D. 2000).

### **4) Nutrimento y el ion acompañante en la aspersión.**

La absorción de nutrimentos está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico en la hoja, y la valencia del ion influye en este intercambio. Los iones  $\text{K}^+$  y  $\text{NH}_4^+$  requieren sólo de un  $\text{H}^+$  en el intercambio, mientras que el  $\text{Ca}^{2+}$  y el  $\text{Mg}^{2+}$  requieren de dos  $\text{H}^+$ ; por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los

iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño. En el caso del fósforo, el amonio lo estimula en su absorción más que el  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$  (KAMARA, A.2001).

### **5) Concentración de la solución.**

La concentración de la sal portadora de un nutrimento en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta. En general, los cereales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies como el frijol, pepino, tomate y otras hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar.

### **6) Dosis.**

Según TROEH, F. & DONAHUE, R(2003) una dosis es el contenido del principio activo de una sustancia expresado en cantidad por unidad de aplicación, de volumen o peso en estrecha relación con la presentación que se suministrará de una sola vez.

### **7. Soluciones nutritivas.**

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y eventualmente, de algunos compuestos orgánicos. Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (STEINER, 1980).

La SN está regida por las leyes de la química inorgánica, ya que tiene reacciones que conducen a la formación de complejos y a la precipitación de los iones en ella, lo cual evita que éstos estén disponibles para las raíces de las plantas (RINCÓN, 1997).

La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos, puede ocasionar su deficiencia en la planta, además de un desbalance en la relación mutua entre los iones. Es esencial que la solución nutritiva tenga la proporción adecuada, necesaria para que las plantas absorban los nutrimentos; en caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a excesos o déficit en el medio de cultivo y afectará la producción (RINCÓN.S. 1997).

La selección de elementos nutritivos de una SN “universal” al momento de la absorción por la planta, se puede explicar desde un punto de vista fisiológico, al no variar el equilibrio iónico de la SN durante el ciclo de cultivo; sin embargo, en una producción comercial, la nutrición de los cultivos debe tomar en cuenta aspectos técnicos y económicos. Desde un punto de vista técnico, para que las plantas puedan obtener los máximos rendimientos, la SN debe cubrir sus requerimientos nutrimentales, de tal manera que se eviten deficiencias o el consumo en exceso.

La planta no absorbe nutrimentos en la misma cantidad durante el ciclo, ya que lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio iónico de la SN se adapta al ritmo de absorción de la planta (RINCÓN, S.1997).

Los parámetros que caracterizan la SN son: el pH, la presión osmótica y las relaciones mutuas entre los aniones y los cationes (RINCÓN, S. 1997).

#### **a. Medidas de volumen**

Según MELÉNDEZ, G. Y MOLINA, E.(2002) La base del sistema métrico decimal para unidades de volumen es el litro (L) el cual tiene una capacidad de 1000 cm<sup>3</sup> o 1000 ml. Esto significa que cm<sup>3</sup> y ml son equivalentes. El litro lo constituye un volumen que tiene 10 cm en sus tres dimensiones, por lo tanto:

$$1 \text{ L} = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ ml}$$

#### **b. Medidas de peso y masa**

La base en el sistema métrico decimal para medidas de peso es el kilogramo (kg) el cual está constituido por 1000 gramos (g). A su vez 1 gramo es equivalente a 1000 miligramos (mg).(MELÉNDEZ, G. Y MOLINA, E.2002).

#### **c. Partes por millón**

La expresión partes por millón o ppm es muy utilizada cuando se trata de medir cantidades muy pequeñas, y representa las cantidades de partes en un millón de partes.

Así cuando se indica que una solución tiene 100 ppm de K significa que en un millón hay 100 partes que son de K. La cantidad de 1 ppm representa la millonésima parte de algo, y es equivalente a 1 mg L<sup>-1</sup>, por cuanto:

$$1 \text{ mg} = 0,000001 \text{ kg} \text{ (millonésima parte de 1 kg), entonces } 1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ó } 1 \text{ mg L}^{-1}$$

(MELÉNDEZ, G. Y MOLINA, E.2002).

#### **d. Porcentaje**

El porcentaje (%) es una medida aplicable a cantidades grandes de componentes. La cantidad de 1% es la centésima parte de 100 partes, por lo tanto el valor de 1% = 10000 ppm o mg kg<sup>-1</sup>. Es importante mencionar que si 1 ppm = 1 mg kg<sup>-1</sup> = 1 mg L<sup>-1</sup> (MELÉNDEZ, G. Y MOLINA, E.2002).

#### **e. Densidad de un líquido**

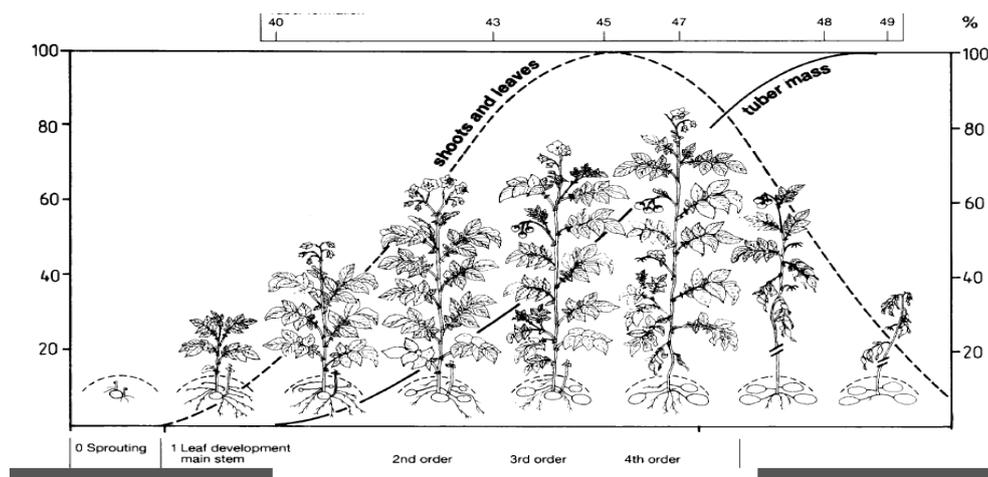
La densidad es una característica importante de los materiales. La densidad se define como masa por unidad de volumen:

$$\text{Densidad} = \text{peso/volumen}$$

La densidad de los líquidos se da en g mL<sup>-1</sup> o kg L<sup>-1</sup>. La densidad del agua a temperatura ambiente es aproximadamente de 1 g mL<sup>-1</sup>. La importancia de conocer la

densidad es que muchos fertilizantes son formulados en forma líquida, y este valor sirve para calcular la cantidad de fertilizante o ingrediente activo en término de masa o peso, esto por cuanto de acuerdo con la fórmula de densidad:  $\text{Densidad} \times \text{volumen} = \text{peso}$  (MELÉNDEZ, G. Y MOLINA, E.2002).

## 8. Fenología de la papa



**GRÁFICO 2. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO.**

FUENTE: ENZ, M; DACHLER, CH. 1998.

### a. Fase I – Brotación y emergencia.

Se inicia con el desarrollo de los brotes desde los ojos del tubérculo 'semilla', su crecimiento inicial aéreo y la emisión de las primeras raíces en la base de los brotes. Durante esta etapa el crecimiento se sostiene solo con las reservas contenidas en el tubérculo de plantación (FALCONI, C. 2010).

### b. Fase II– Desarrollo de la planta e Iniciación de los Tubérculos.

Comienza un activo crecimiento aéreo con la emisión y expansión foliar desde los brotes emergidos, crecimiento de raíces y rizomas. Parte de este crecimiento todavía se debe a reservas del tubérculo 'semilla' aunque pronto agotados, la fase de mayor tasa de crecimiento se debe a la actividad fotosintética de las hojas. Este estado de crecimiento puede llevar de 30 a 70 días, dependiendo de la fecha de plantación, temperatura del suelo, edad fisiológica del tubérculo 'semilla' y el genotipo utilizado. La iniciación de los tubérculos comienza con el inicio del engrosamiento de las puntas de los rizomas. La tuberización es controlada por hormonas producidas en la planta. Este estado es un período relativamente corto, entre 10 y 14 días y en muchos cultivares el final del período coincide con el inicio de la floración, momento en que unas pocas flores comienza a ser visibles. Los cultivares de maduración temprana usualmente comienzan

la tuberización antes que los de maduración tardía. Los tipos de maduración tardía pueden incluso continuar esta etapa durante el estado de crecimiento III, aunque muchos de los tubérculos formados no suelen alcanzar el tamaño comercial(FALCONI, C. 2010).

**c. Fase III– Desarrollo y Crecimiento de los tubérculos.**

Las células de los tubérculos se expanden con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos el incremento en volumen de los tubérculos ocurre de una manera lineal de no mediar factores limitantes durante el estado de crecimiento III los tubérculos se transforman en los destinos dominantes para la deposición de carbohidratos (FALCONI, C. 2010).

**d. Fase IV– Declinación de las plantas y madurez del tubérculo.**

La parte aérea de la planta comienza a amarillear y a perder hojas, la fotosíntesis gradualmente disminuye, la tasa de crecimiento de los tubérculos se retarda y finalmente el dosel de la planta muere. El contenido de materia seca de los tubérculos alcanza en esta etapa su máximo, dando inicio al engrosamiento de la epidermis de los mismos (formación de peridermis) (FALCONI, C. 2010).

#### **IV. MATERIALES Y METODOS**

##### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

###### **1. Localización**

La presente investigación se realizó en la estación experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

###### **2. Ubicación Geográfica\***

- Latitud: 01°45'S

- Longitud: 78°37'W

- Altitud: 2756 msnm

###### **3. Condiciones climáticas del ensayo \*\***

- Temperatura: 14.52°C

- Humedad relativa: 75.03%

- Precipitación: 531 mm/año

---

\*= GPS; \*\*= Estación Meteorológica Tunshi - ESPOCH.

#### **4. Características del suelo \*\*\***

##### **a. Características físicas**

- Textura: Arena - franca
- Estructura: Suelta
- Pendiente: Plana (< 2%)
- Drenaje: Bueno
- Permeabilidad: Bueno
- Profundidad: 30 cm

##### **b. Características químicas \*\*\*\***

- pH 7.01 (neutro)
- Materia orgánica (0,6 %)
- Contenido de N 4,2 mg/L (bajo)
- Contenido de P 38,9mg/L (alto)
- Contenido de K 0,32 Meq/100g (bajo)
- Contenido de K 8,1 Meq/100g (bajo)
- Contenido de Mg3,2 Meq/100g (medio)

##### **c. Clasificación ecológica**

Según Holdridge (1992), la zona de vida corresponde a bosque seco - Montano Bajo (bs-MB).

---

\*\*\*= Observaciones in situ \*\*\*\*= Análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos Recursos Naturales.

## **B. MATERIALES**

### **1. Material experimental**

Tubérculo semilla variedad Cecilia, procedente de las bodegas de CONPAPA.

### **2. Materiales y equipos de campo.**

#### **a. Campo**

Bioestimulantes Nutri-tha, azadones, rastrillo, estacas, cinta métrica, flexómetro, piola, barreno, fertilizantes, bomba de mochila, nebulizador, gotero, pipeta, balanza analítica, libreta de campo, traje impermeable, guantes, mascarilla, gafas, botas de caucho, cámara fotográfica, rótulos de identificación de tratamientos.

#### **b. Oficina**

Computador, cámara fotográfica, GPS, impresora, escáner, hojas, libreta, softwares estadísticos: Minitab 17, Infostat, Excel.

## **C. METODOLOGÍA**

### **1. Características del experimento**

Número de tratamientos: 8

Número de repeticiones: 3

Número de parcelas: 24

#### **a. Parcela**

1. Forma de la parcela: rectangular

2. Ancho de la parcela: 5 m

3. Largo de la parcela: 4 m

4. Distancia de siembra:

Entre plantas: 0,40 m Entre surcos: 1 m

**b. Unidad Experimental**

La parcela experimental tuvo como superficie 20 m<sup>2</sup> (5 x 4 m) mientras que la parcela neta fue de 9,5 m<sup>2</sup>, tomando en cuenta la eliminación de los dos surcos borde y dos plantas por surco como borde experimental.

1. Área neta de la parcela: 9,5 m<sup>2</sup>
2. Área total de la parcela: 20 m<sup>2</sup>
3. Número de surcos por parcela: 4
4. Número de plantas por surco: 10
5. Número de plantas por parcela: 40
6. Número de semillas por golpe: 2 semillas
7. Número de semillas por surco: 20
8. Número de semillas por parcela: 80

**c. Especificaciones del campo experimental**

1. Área total del ensayo: 760 m<sup>2</sup>
2. Área neta del ensayo: 480 m<sup>2</sup>

**d. Unidades de producción**

La unidad de producción estuvo constituida por la parcela neta, conformada de 10 plantas por tratamiento escogidas al azar, luego de eliminar el efecto borde de cada una de las parcelas.

**e. Tratamientos**

El detalle se presenta a continuación:

**TABLA 7. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.**

TRATAMIENTO	CODIGO	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1	0cc/L de la solución 1.
T2	A1B2	2.5cc/L de la solución 1.
T3	A1B3	5cc/L de la solución 1.
T4	A1B4	7.5cc/L de la solución 1.
T5	A2B1	0cc/L de la solución 2.
T6	A2B2	2.5cc/L de la solución 2.
T7	A2B3	5cc/L de la solución 2.
T8	A2B4	7.5cc/L de la solución 2.

## 2. Distribución del ensayo en el campo

La distribución de los tratamientos se los realizará al azar conforme al anexo 1.

## 3. Diseño experimental

### a. Tipo de diseño

Diseñobifactorial de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas con 2 parcelas, 4 tratamientos, y tres repeticiones. (anexo1)

**TABLA 8. DESCRIPCION DE LOS FACTORES EXPERIMENTALES.**

Factor A:	Factor B:			
	Dosis			
Soluciones nutritivas	B1: 0cc/litro (testigo)	B2: 2.5 cc/litro	B3: 5.0 cc/litro	B4: 7.5 cc/litro
A1: Solución 1	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4
A2: Solución 2	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4

## b. Factores

### 1. Factor A: Soluciones nutritivas

Se indica en la tabla 9.

**TABLA 9 DISTRIBUCION FENOLOGICA DE LAS SOLUCIONES NUTRITIVAS.**

SDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	ETAPA 1					ETAPA 2					ETAPA 3					ETAPA 4			
SN1	N-RAIZ					N-PLUS		N-CALCIO BORO			N-MAGNESIO		N-ENGROSE			N-ENGROSE			
SN2	N-RAIZ + N-CALCIO Y BORO					N-PLUS + N-CALCIO Y BORO					N-MAGNESIO + N-CALCIO Y BORO		N-ENGROSE + N-CALCIO Y BORO			N-ENGROSE + N-CALCIO Y BORO			

N- = NUTRI-THASDE= Semana después de la emergencia (90%).

SN1= Solución Nutritiva 1.SN2= Solución Nutritiva 2

### 2. Factor B: Dosis

- a) B1: 0cc/litro (testigo)
- b) B2: 2.5 cc/litro (baja)
- c) B3: 5.0 cc/litro (media)
- d) B4: 7.5 cc/litro (alta)

## c. Análisis funcional

Se determinó los coeficientes de variación para la parcela grande (soluciones) y para las pequeñas (dosis) expresado en porcentaje.

Se realizó un ANOVA para los parámetros agronómicos a evaluar.

Se realizó la separación de medias según Tukey al 5% para los factores que presentaron diferencias significativas y altamente significativas.

#### d. Esquema del análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza se describe en la siguiente tabla:

**TABLA 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA UN DISEÑO DE PARCELAS DIVIDIDAS CON DOS FACTORES.**

<b>Parcela completa</b>	
<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	2
A	1
Error (1)	2
<b>Sub parcelas</b>	
B	3
AB	3
Error (2)	12
Total	23

Fuente: KUEHL,R. (2001)

#### 4. Descripción de la preparación de las soluciones nutritivas y su aplicación

Durante la preparación de las soluciones nutritivas se usaron los equipos de protección (mascarilla, guantes, botas, overol), también se midió con la pipeta o probeta los diferentes insumos agrícolas líquidos.

Se calibró la bomba de aspersión para saber qué cantidad de agua se consume en cada tratamiento de la siguiente forma:

Con un recipiente medidor en litros se cargó de agua la bomba de aspersión con 10 ó 20 litros.

Se realizó la aspersión en tres tratamientos a una velocidad constante y observando que se logre una cobertura mayor al 95% del follaje de cada planta dentro de los tratamientos.

Después se midió el agua sobrante en el equipo de aspersión y mediante la siguiente fórmula se calculó la cantidad de agua con la cual se debía hacer las soluciones nutritivas para aplicar al cultivo.

$$CAC = CAAP - CADP.$$

En donde:

CAC = Cantidad de agua consumida.

CAAP= Cantidad de agua antes de la aplicación de 3 tratamientos.

CADP= Cantidad de agua después de la aplicación de 3 tratamientos en 60 m<sup>2</sup>.

**TABLA 11. CANTIDAD DE AGUA CONSUMIDA PARA PREPARAR LAS SOLUCIONES NUTRITIVAS Y SU ETAPA DE APLICACIÓN**

Etapa Fenológica del cultivo	Método de Aplicación	Fecha de aplicación	Días después de la siembra	CAAP= Cantidad de agua antes de la aplicación de 3 tratamientos.(L)	CADP= Cantidad de agua después de la aplicación. (L)	CAC = Cantidad de agua consumida en 60 m <sup>2</sup> de cultivo (L)	Cantidad de agua por Etapa del Cultivo. (L)
etapa 1	Drench	26-dic	30	20	11	9	21
	Drench	09-ene	45	20	8	12	
etapa 2	Foliar	12-ene	60	10	6,5	4,5	14
	Foliar	26-ene	75	10	6,5	4,5	
	Foliar	09-feb	90	10	5	5	
etapa 3	Foliar	23-feb	105	10	5	5	15
	Foliar	02-mar	120	10	5	5	
	Foliar	16-mar	135	10	5	5	
etapa 4	Foliar	30-mar	150	10	6,5	4,5	4,5

Antes de mezclar los fertilizantes líquidos en cada recipiente con la cantidad de agua consumida (CAC) se corrigió el ph, la dureza y tensión superficial del agua de la siguiente forma:

Se Puso un nivelador de pH (Indicate 5), adherente (Arpón), nivelador de dureza del agua (Cosmo agua) y se agitó la solución con una vara durante 2 minutos.

Finalmente se preparó en 3 recipientes las soluciones nutritivas según la cantidad de agua consumida para la dosis alta, media y baja. Y según la fenología del cultivo se aplicó como detallamos a continuación:

Durante el estado fenológico del cultivo de papa (*Solanumtuberosum*) variedad Cecilia denominado Etapa 1 recibió aplicaciones foliares en los días siguientes: 26 de diciembre del 2014 y 9 de enero del 2015.

**TABLA 12. APLICACIONES FOLIARES DURANTE LA ETAPA 1.**

Solución 1				Solución 2				
Días después de la Siembra (DDS)	Dosis (ml/L)		cantidad de Nutri-tha Raíz (ml)	Dosis (ml/L)			Cantidad de Nutri-tha Raíz (ml)	Cantidad de Nutri-tha Calcio Boro (ml)
	Alta	Media		Baja	Alta	Media		
30	Alta	7,5	67,5	Alta	3,25	3,25	29,25	29,25
	Media	5	45	Media	2,5	2,5	22,5	22,5
	Baja	2,5	22,5	Baja	1,25	1,25	11,25	11,25
		suma	135		suma		63	63
45	Alta	7,5	90	Alta	3,25	3,25	39	39
	Media	5	60	Media	2,5	2,5	30	30
	Baja	2,5	30	Baja	1,25	1,25	15	15
		suma	180		suma		84	84

En la Etapa 2 se realizaron las aplicaciones en las siguientes fechas: 12, 26 de enero y 9 de febrero del 2014.

**TABLA 13. APLICACIONES FOLIARES DURANTE LA ETAPA 2.**

Solución 1				Solución 2				
Días después de la Siembra (DDS)	Dosis (ml/L)		Cantidad de Nutri-tha Plus(ml)	Dosis (ml/L)			Cantidad de Nutri-tha Plus (ml)	Cantidad de Nutri-tha Calcio Boro (ml)
	Alta	Media		Baja	Alta	Media		
60	Alta	7,5	33,75	Alta	3,25	3,25	14,625	14,625
	Media	5	22,5	Media	2,5	2,5	11,25	11,25
	Baja	2,5	11,25	Baja	1,25	1,25	5,625	5,625
		suma	67,5		suma		31,5	31,5
75	Alta	7,5	33,75	Alta	3,25	3,25	14,625	14,625
	Media	5	22,5	Media	2,5	2,5	11,25	11,25
	Baja	2,5	11,25	Baja	1,25	1,25	5,625	5,625
		suma	67,5		suma		31,5	31,5

**TABLA 13. APLICACIONES FOLIARES DURANTE LA ETAPA 2.  
(CONTINUACIÓN)**

Solución 1				Solución 2				
Días después de la Siembra (DDS)	Dosis (ml/L)		Cantidad de Nutri-tha Calcio Boro (ml)	Dosis (ml/L)			Cantidad de Nutri-tha Plus (ml)	Cantidad de Nutri-tha Calcio Boro (ml)
	Alta	Media		Baja	Alta	Media		
				Alta	3,25	3,25	16,25	16,25
90	Alta	7,5	37,5	Media	2,5	2,5	12,5	12,5
	Media	5	25	Baja	1,25	1,25	6,25	6,25
	Baja	2,5	12,5		suma		35	35
		suma	75			total	98	98

En la Etapa 3 recibió aplicaciones en las siguientes fechas: 23 de febrero, 2 y 16 de marzo del 2015.

**TABLA 14. APLICACIONES FOLIARES DURANTE LA ETAPA 3.**

Solución 1				Solución 2				
Días después de la Siembra (DDS)	Dosis (ml/L)		cantidad de N-Magnesio (ml)	Dosis (ml/L)			Cantidad de Nutri-tha Magnesio (ml)	Cantidad de Nutri-tha Calcio Boro (ml)
	Alta	Media		Baja	Alta	Media		
				Alta	3,25	3,25	16,25	16,25
105	Alta	7,5	37,5	Alta	3,25	3,25	16,25	16,25
	Media	5	25	Media	2,5	2,5	12,5	12,5
	Baja	2,5	12,5	Baja	1,25	1,25	6,25	6,25
		suma	75			suma	35	35

**TABLA 14. APLICACIONES FOLIARES DURANTE LA ETAPA3(CONTINUACIÓN).**

Solución 1				Solución 2				
Días después de la Siembra (DDS)	Dosis (ml/L)		Cantidad de Nutri-tha - Engrose (ml)	Dosis (ml/L)			Cantidad de Nutri-tha Engrose (ml)	Cantidad de Nutri-tha - Calcio Boro (ml)
	Alta	Media		Baja	Alta	Media		
120	Alta	7,5	37,5	Alta	3,25	3,25	16,25	16,25
	Media	5	25	Media	2,5	2,5	12,5	12,5
	Baja	2,5	12,5	Baja	1,25	1,25	6,25	6,25
		suma	75		suma		35	35
135	Alta	7,5	37,5	Alta	3,25	3,25	16,25	16,25
	Media	5	25	Media	2,5	2,5	12,5	12,5
	Baja	2,5	12,5	Baja	1,25	1,25	6,25	6,25
		suma	75		suma		35	35

En la Etapa 4 recibió 1 aplicación el día siguiente: 30 de marzo del 2015.

**TABLA 15. APLICACIONES FOLIARES DURANTE LA ETAPA 4.**

Solución 1				Solución 2				
Días después de la Siembra (DDS)	Dosis (ml/L)		Cantidad de Nutri-tha-Engrose (ml)	Dosis (ml/L)			Cantidad de Nutri-tha-Engrose (ml)	cantidad de Nutri-tha- Calcio Boro (ml)
	Alta	Media		Baja	Alta	Media		
150	Alta	7,5	33,75	Alta	3,25	3,25	14,625	14,625
	Media	5	22,5	Media	2,5	2,5	11,25	11,25
	Baja	2,5	11,25	Baja	1,25	1,25	5,625	5,625
		suma	67,5		suma		31,5	31,5

##### **5. Contenido nutricional para dosis**

Se indica en la Tabla 16 el contenido mineral de toda la línea nutricional debioestimulante Nutri-tha.

**TABLA 16. DENSIDAD Y CONTENIDO NUTRICIONAL DE CADA MINERAL DE LOS BIOESTIMULANTES EN g/LDE PRODUCTO.**

Bioestimulante	Raíz	Ca B	Engrose	Magnesio	Plus
Densidad g/ml	1,27	1,32	1,25	1,1	1,05
Nitrógeno (N)	44,450	26,4	106,25	49,5	36,750
Fosforo (P)	53,340	0	27,5	11	23,100
Potasio (K)	19,050	0	112,5	16,5	87,150
Calcio (Ca)	0	132	0	0	0
Magnesio (Mg)	31,750	0	31,25	38,5	26,250
Azufre (S)	6,350	0	6,25	5,5	5,250
Hierro (Fe)	6,096	0	6	5,28	5,040
Manganeso(Mn)	1,524	0	1,5	1,32	1,260
Cobre(Cu)	1,588	0	1,5625	1,375	1,313
Zinc(Zn)	0,572	0	0,5625	0,495	0,473
Boro(B)	0,787	13,2	0,775	0,682	0,651
Molibdeno (Mo)	0,022	0	0,021	0,019	0,018

Se indica el contenido mineral de calculado en mg/ml para cada dosis que se usó.

**TABLA 17. CONTENIDO DE MINERALES EN mg/ml DE LOS BIOESTIMULANTES PARA SUS DOSIS BAJA, MEDIA, ALTA.**

Nutri-tha Ca B	Dosis baja		Dosis media		Dosis alta
Mineral	1,25 cc/L	2,5 cc/L	3,25 cc/L	5 cc/L	7,5 cc/L
Calcio (Ca)	165	330,0	429,0	660,0	990,0
Boro(B)	16,5	33,0	42,9	66,0	99,0
Nutri-tha Engrose	Dosis baja		Dosis media		Dosis alta
Nitrógeno (N)	132,8	265,6	345,3	531,3	796,9
Fosforo (P)	34,4	68,8	89,4	137,5	206,3
Potasio (K)	140,6	281,3	365,6	562,5	843,8
Magnesio (Mg)	39,1	78,1	101,6	156,3	234,4
Azufre (S)	7,8	15,6	20,3	31,3	46,9
Hierro (Fe)	7,5	15,0	19,5	30,0	45,0
Manganeso(Mn)	1,9	3,8	4,9	7,5	11,3
Cobre(Cu)	2,0	3,9	5,1	7,8	11,7
Zinc(Zn)	0,7	1,4	1,8	2,8	4,2
Boro(B)	1,0	1,9	2,5	3,9	5,8
Molibdeno (Mo)	0,03	0,05	0,07	0,11	0,16

**TABLA 17. CONTENIDO DE MINERALES EN MG/ML DE LOS BIOESTIMULANTES PARA SUS DOSIS BAJA, MEDIA, ALTA (CONTINUACIÓN)**

<b>Nutri-tha Magnesio</b>	<b>Dosis baja</b>		<b>Dosis media</b>		<b>Dosis alta</b>
Nitrógeno (N)	61,88	123,8	160,9	247,5	371,3
Fosforo (P)	13,75	27,5	35,8	55,0	82,5
Potasio (K)	20,63	41,3	53,6	82,5	123,8
Magnesio (Mg)	48,13	96,3	125,1	192,5	288,8
Azufre (S)	6,88	13,8	17,9	27,5	41,3
Hierro (Fe)	6,60	13,2	17,2	26,4	39,6
Manganeso(Mn)	1,65	3,3	4,3	6,6	9,9
Cobre(Cu)	1,72	3,4	4,5	6,9	10,3
Zinc(Zn)	0,62	1,2	1,6	2,5	3,7
Boro(B)	0,85	1,7	2,2	3,4	5,1
Molibdeno (Mo)	0,02	0,05	0,06	0,09	0,14
<b>Nutri-tha Plus</b>	<b>Dosis baja</b>		<b>Dosis media</b>		<b>Dosis alta</b>
Nitrógeno (N)	45,94	91,9	119,4	183,8	275,6
Fosforo (P)	28,88	57,8	75,1	115,5	173,3
Potasio (K)	108,94	217,9	283,2	435,8	653,6
Magnesio (Mg)	32,81	65,6	85,3	131,3	196,9
Azufre (S)	6,56	13,1	17,1	26,3	39,4
Hierro (Fe)	6,30	12,6	16,4	25,2	37,8
Manganeso(Mn)	1,58	3,2	4,1	6,3	9,5
Cobre(Cu)	1,64	3,3	4,3	6,6	9,8
Zinc(Zn)	0,59	1,2	1,5	2,4	3,5
Boro(B)	0,81	1,6	2,1	3,3	4,9
Molibdeno (Mo)	0,02	0,04	0,06	0,09	0,13
<b>Nutri-tha Raíz</b>	<b>Dosis baja</b>		<b>Dosis media</b>		<b>Dosis alta</b>
Nitrógeno (N)	55,56	111,1	144,5	222,3	333,4
Fosforo (P)	66,68	133,4	173,4	266,7	400,1
Potasio (K)	23,81	47,6	61,9	95,3	142,9
Magnesio (Mg)	39,69	79,4	103,2	158,8	238,1
Azufre (S)	7,94	15,9	20,6	31,8	47,6
Hierro (Fe)	7,62	15,2	19,8	30,5	45,7
Manganeso(Mn)	1,91	3,8	5,0	7,6	11,4
Cobre(Cu)	1,98	4,0	5,2	7,9	11,9
Zinc(Zn)	0,71	1,4	1,9	2,9	4,3
Boro(B)	0,98	2,0	2,6	3,9	5,9
Molibdeno (Mo)	0,03	0,05	0,07	0,11	0,16

## **D. METODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS REGISTRADOS**

### **1. Variables fenológicas**

#### **a. Porcentaje de emergencia**

Se contabilizó el número de plantas emergidas en la parcela neta desde la siembra hasta los 30 días después de la siembra y se expresara en porcentaje de emergencia siembra.

#### **b. Días a la emergencia**

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela neta hayan emergido, y se expresara en días después de la siembra (dds) (INIAP/PNRT-papa. 2006).

#### **c. Días a la floración**

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron flores abiertas, y se expresara en días después de la siembra. (dds) (INIAP/PNRT-papa. 2006).

#### **d. Días a la senescencia**

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron el follaje café, y se expresara en días después de la siembra. (dds) (INIAP/PNRT-papa. 2006).

### **2. Variables agronómicas**

#### **a. Altura de la planta**

Se registró la altura de las plantas dentro de parcela neta de cada uno de los tratamientos evaluados los días 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, y se expresara en cm promedio. (INIAP/PNRT-papa. 2006)

### b. Numero de tallos

Se registró el número de tallos dentro de la parcela neta de cada uno de los tratamientos evaluados a los 30, 60 y se expresara en tallos/planta. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

### c. Categorías de semilla

Se cosechó la parcela neta y se clasificará los tubérculos de acuerdo a las categorías se registrara el rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados, y se expresara en kilogramos/parcela neta.

Basándonos en la siguiente tabla en relación con el tamaño y peso de los tubérculos.

**TABLA 18. CLASIFICACIÓN DE TUBERCULOS-SEMILLA DE PAPA.**

Clases Peso	
Primera, gruesa o chaupi	> 121 g
Segunda o redroja	71 a 120 g
Tercera o redrojilla	51 a 70 g
Cuarta o fina	< 50 g

Fuente: PUMISACHO, M Y SHERWOOD, S. 2002.

### d. Rendimiento total

Se registró el rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados, y se expresara en kilogramos/parcela neta. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

### 3. Evaluación económica

Se utilizó el método de presupuesto parcial de los tratamientos, metodología propuesta por el CIMMYT (1988).

## **E. MANEJO DEL ENSAYO**

### **1. Labores pre-culturales**

#### **a. Muestreo**

Se realizó el muestreo de suelos en 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, para su análisis Químico.

#### **b. Preparación del suelo**

Se realizó en forma mecanizada que consiste en: un pase de arado, dos 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 Anexo 1.

#### **d. Surcado**

Se realizó el surco con ayuda de a una distancia de 1.00 m entre hileras.

### **2. Labores culturales**

#### **a. Obtención y selección de la semilla**

La semilla proviene de las bodegas del CONPAPA, la selección de la semilla se realizó en la FACULTAD DE RECURSOS NATURALES.

Para la selección de la semilla se tomó en cuenta el número de tubérculos necesarios para cada tratamiento, así como el porcentaje de brotación y condiciones fitosanitaria de los mismos.

#### **b. Siembra**

Se sembró en surcos dispuestos en curvas de nivel de acuerdo a la topografía del terreno, en los cuales se colocó de acuerdo a las densidades de siembras establecidas. 1m X 0,4 m.

### **c. Fertilización**

Para la determinación de la cantidad de fertilizantes a aplicar se consideró los resultados del análisis de suelo que fueron y la recomendación para el cultivo de papa 200N-300P-300K, se utilizó los fertilizantes disponibles en el mercado como: DAP como fuente de Fósforo y muriato de Potasio como fuente de Potasio, urea como fuente de Nitrógeno, Humita 40 como un agente coloidal que permite adsorber los nutrientes para liberarlos paulatinamente durante el ciclo del cultivo.

### **d. Forma de aplicación de los fertilizantes al suelo.**

Fraccionada en 3 momentos:

La primera fertilización se aplicó a la siembra en proporción el 25% de Nitrógeno, 100% de Fósforo y 25% de Potasio en mezcla así: en al fondo del surco a chorro continuo, posterior a esto se colocó una delgada capa de tierra para evitar el contacto con la semilla.

La segunda fertilización se aplicó al rascadillo en proporción el 25% de Nitrógeno, y 25% de Potasio en mezcla así: en banda lateral a 10 cm de los tallos y al lado del paso del agua después se cubre con tierra con el rascadillo a los 45DDS.

La tercera fertilización se aplicó al aporque en proporción el 50 % de Nitrógeno y 50 % de Potasio en mezcla así: en banda lateral a 10 cm de los tallos y al lado del paso del agua después se cubre con tierra con el aporque a los 70 DDS.

### **e. Control de malezas**

Se realizó de forma manual haciendo escardas en el rascadillo y medio aporque.

### **f. Controles fitosanitarios**

Se realizaron aplicaciones fitosanitarias para prevenir y controlar enfermedades como lancha (*Phytophthora infestans*) con ingredientes activos como metalaxyl + mancozeb, dimetomorp, fosetilaluminio, propamocarb + propineb; para controlar pulguilla (*Epitrix spp.*) se usó lamdacialotrina+tiametoxan + profenofos.

### **g. Rascadillo y medio aporque.**

Se realizó de forma manual a los 45 días después de la siembra.

**h. Aporque**

Se realizó la labor de aporque 70 días después de la siembra con un tape de 25-30 cm.

**i. Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual cuando las plantas alcanzaron la senescencia completa y los tallos estuviesen tendidos en el suelo.

En post-cosecha se clasificó los tubérculos de acuerdo a su categoría según la tabla 1 de clasificación de tubérculos-semilla de papa.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Variables fenológicas

#### a. **Porcentaje de emergencia**

En el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (Cuadro1) se observa que no existen diferencias significativas para los factores en estudio.

El coeficiente de variación parasoluciones fue de 1,85 % mientras que paradosis fue de 1,89%.

El porcentaje de emergencia no se ve afectado por las aplicaciones foliares ya que estas se realizaron apartir de los 30 DDS, sin embargo los mayores porcentajes fueron 100% en los tratamientos T5 y T6 mientras que los menores fueron T1 y T7 con 96,67%. Esto indica que el porcentaje de emergencia fue muy bueno debido a la calidad de la semilla y buenas prácticas de conservación y almacenamiento de la papa como lo indica Gallegos, P. (2011). Además la papa se sembró en la etapa de brotación múltiple, para Pumisacho, M y Sherwood, S. (2002), esta etapa es la ideal para la siembra, ya que los tubérculos semilla producen plantas con varios tallos principales, y alta viabilidad, lo que aumenta el rendimiento por hectárea.

**CUADRO 1. RESUMEN DE ADEVAS PARA LAS VARIABLES FENOLÓGICAS.**

Fuentes de Variación	Variables Fenológicas								
	G.l.	% Emer.		D. Emer.		D. Florac.		D. Senesc.	
		C.M.	Sign.	C.M.	Sign.	C.M.	Sign.	C.M.	Sign.
<b>Repeticiones</b>	2	0,78		25,3		28,3		8,04	
<b>Soluciones</b>	1	6,51	ns	0,38	ns	4,17	ns	45,4	ns
<b>Error A</b>	2	3,39		0,13		3,79		6,13	
<b>Dosis</b>	3	3,04	ns	0,49	ns	10,5	**	92,4	**
<b>SolucionesxDosis</b>	3	6,51	ns	0,15	ns	2,94	ns	13,5	**
<b>Error B</b>	12	3,47		0,32		1,43		2,14	
<b>TOTAL</b>	23								
<b>C.v.Soluciones(%)</b>		1,85		0,68		2,43		2,16	
<b>C.v.Dosis(%)</b>		1,89		2,09		1,86		1,12	

ns: No significativo. \*:Significativo.\*\*: Altamente significativo.

**G.l.:** Grados de libertad. **C.M.:** Cuadrado Medio. **D. Emer.:** Días a la emergencia

**% Emer.:** Porcentaje a la emergencia. **D. Florac.:** Días a la Floración.

**Senesc.:** Días a la senescencia. **C.v.:** Coeficiente de variación.

### b. Días a la emergencia

En el análisis de varianza para días a la emergencia (Cuadro 1) se observa que no existen diferencias significativas para los factores en estudio.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 0,68% mientras que para dosis fue de 2,09%.

Los días a la emergencia no se ve afectado por las aplicaciones foliares ya que se realizaron a partir de 30 DDS, sin embargo el Tratamiento T4 emergió a los 27,67 días mientras que los tratamientos T3 y T7 lo hicieron a los 26,67 días. La poca diferencia en el porcentaje de emergencia de los tratamientos se debe a calidad de la semilla usada en el ensayo.

Según Pumisacho, M y Sherwood, S. (2002), los tubérculos se siembran en etapa de brotación múltiple con la cual su periodo de emergencia se reduce, y emergen uniformemente.

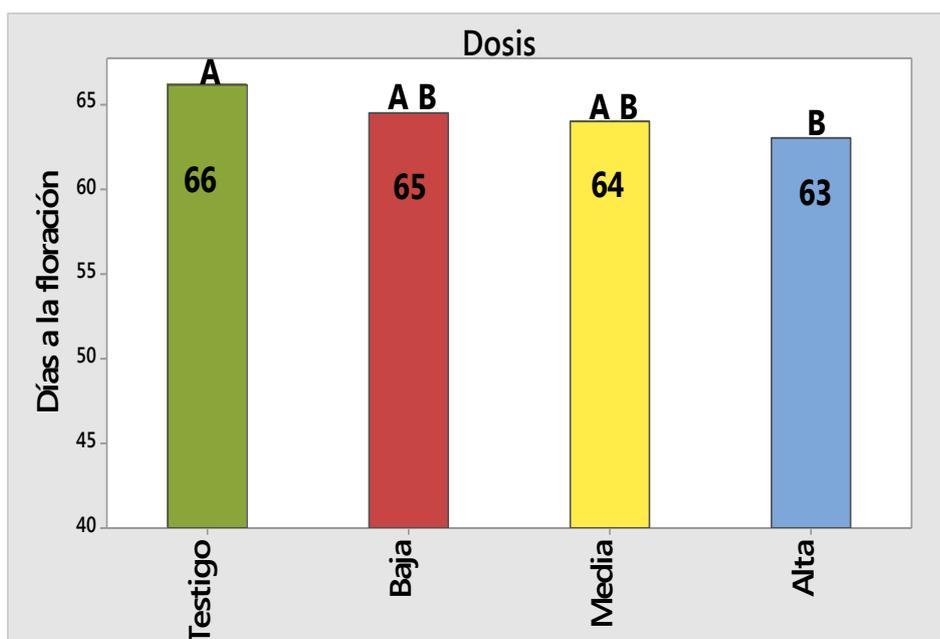
### c. Días a la floración.

En el análisis de varianza para los días a la floración (Cuadro 1) se observa que existen diferencias significativas para el factor dosis, mientras no hay diferencias significativas para el factor soluciones ni para su interacción.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 2,4% mientras que para dosis fue de 1,9%.

**CUADRO 2. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN DÍAS A LA FLORACIÓN**

Dosis	Medias	Rango
Testigo	66	A
Baja	65	AB
Media	64	A B
Alta	63	B



**GRÁFICO 3. RANGOS SEGÚN TUCKEY AL 5% PARA DOSIS EN DÍAS A LA FLORACIÓN.**

En la prueba de Tukey al 5% para las dosis en días a la floración (Cuadro 2 y Gráfico 3) se observa la existencia de 3 rangos, donde el testigo se ubica en el rango “A” con 66 días, mientras que en el rango “B” se sitúa la dosis alta con 63 días. La dosis baja y media se sitúan en posición intermedia entre los dos rangos; por lo tanto se observa una anticipación a la floración cuando se aplican las dosis altas de la solución 1, formada por el bioestimulante Nutritha - Raíz (7,5 cc/ L) con un contenido de 400 mg de P y la solución 2 formada por Nutritha- Raíz (3,25 cc/ L) con un contenido de 173,4 mg de P más Nutritha- Calcio y Boro (3,25 cc/ L) con un contenido de 429 mg de Ca y 42,9 mg de B (tabla 17), la cual aceleró la floración del cultivo de papa. Al respecto Albornoz, G. (2011) indica que la floración en la variedad de papa como Cecilia llega entre los 65 -75 DDS; de esta forma la aplicación de Nutritha – Raíz causó un efecto acelerante. Además para PALLARDY, S. (2008), las deficiencias de P causan una reducción de la floración, esto indica la importancia de la agregación de P a través de fertilización foliar con productos ricos en este elemento.

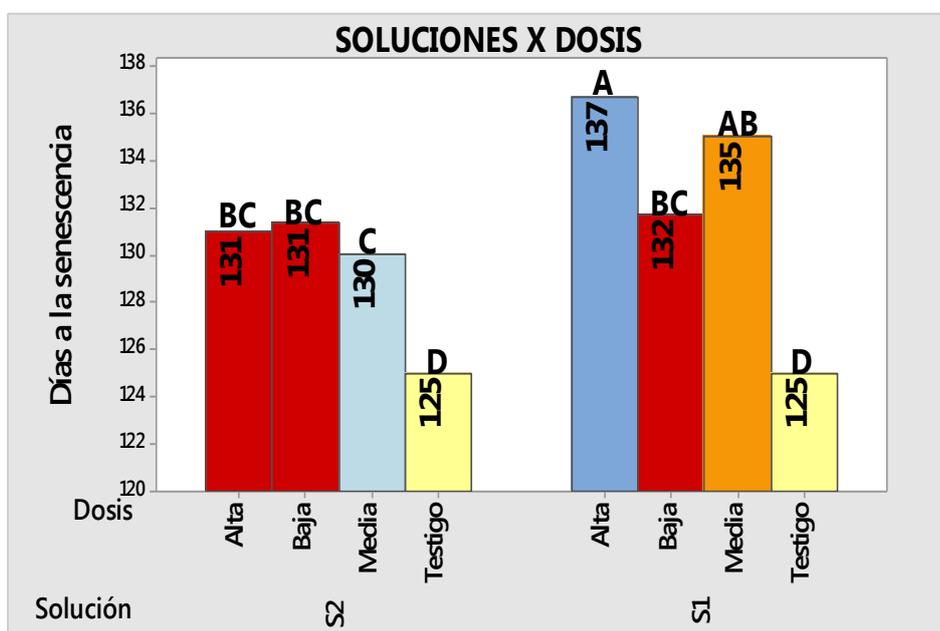
#### **d. Días a la senescencia**

En el análisis de varianza para los días a la senescencia del Cuadro 1 se observa que existen diferencias significativas para el factor dosis y la interacción soluciones x dosis, mientras no hay diferencias significativas para el factor soluciones.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 2,2% mientras que para las dosis fue de 1,1%

**CUADRO 3. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SOLUCIÓN X DOSIS EN LOS DÍAS A LA SENESCENCIA.**

Solución – Dosis	Medias	Rango
S1(alta) 7.5 cc	137	A
S1(media) 5.0 cc	135	AB
S1(baja) 2.5cc	132	BC
S2(baja) 2.5 cc	131	BC
S2(alta) 7.5 cc	131	BC
S2(media) 5.0 cc	130	C
S2(testigo) 0.0 cc	125	D
S1(testigo) 0.0cc	125	D



S1= Solución Nutritiva 1

S2= Solución Nutritiva 2.

**GRÁFICO 4. RANGOS SEGÚN TUCKEY AL 5% PARA SOLUCIONES X DOSIS EN DÍAS A LA SENESCENCIA.**

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis x soluciones en los días a la senescencia (Cuadro 3 y Gráfico 4) se observa la existencia de 5 rangos, donde en el rango “A” se ubicó la solución 1 con dosis alta, con 137 días, mientras que en el rango “D” se ubicaron los testigos con el valor más bajo, correspondiente a 125 días. En consecuencia los tratamientos que recibieron fertilización foliar retrasaron su senescencia frente a los testigos. Esto confirma Taíz, L. y Zeiger, E. (2006) que dicen que el proceso de senescencia es la parte final de un desarrollo normal de la planta, pero ocurre con prontitud cuando la energía y minerales que regresan de vuelta al cuerpo de la planta vía floema escasean; así pues se degradan proteínas, carbohidratos, ácidos nucleicos, azúcares, aminoácidos hasta causar la abscisión del órgano senescente.

## 2. Variables agronómicas

### a. Altura de planta.

#### 1) 30 días después de la siembra (dds)

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 30 dds(Cuadro 4) se observa que no existen diferencias significativas para los factores en estudio.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 11,5% mientras que para dosis fue de 14,1%

**CUADRO 4. RESUMEN DE ADEVAS PARA ALTURA DE LA PLANTA.**

Fuentes de Variación	Altura de la planta								
	G.l.	30 D.D.S.		60 D.D.S		90 D.D.S		120 D.D.S	
		C.M.	Sign.	C.M.	Sign.	C.M.	Sign.	C.M.	Sign.
<b>Repeticiones</b>	2	48,5		69		434		789	
<b>Soluciones</b>	1	1,82	ns	191	ns	230	ns	11,4	Ns
<b>Error A</b>	2	26		16,8		16,6		257	
<b>Dosis</b>	3	2,06	ns	24,2	ns	808	**	1283	**
<b>SolucionesxDosis</b>	3	2,29	ns	41,9	ns	31,1	ns	29,9	ns
<b>Error B</b>	12	7,85		16,8		66,4		125	
<b>TOTAL</b>	23								
<b>C.v.Soluciones(%)</b>		11,5		5,32		3,86		14,5	
<b>C.v.Dosis(%)</b>		14,1		6,91		7,32		9,11	

ns: No significativo.\*:Significativo.\*\*: Altamente significativo.

G.l.: Grados de libertad. C.M.: Cuadrado Medio. D.D.S.: Días después de la siembra.

C.v.: Coeficiente de variación. Sign.: Significancia estadística.

La altura de planta a los 30 dds aún no se ve afectada por las aplicaciones de los tratamientos ya que se realizaron a partir de los 30 dds, ya que las reservas nutricionales del tubérculo semilla son las que mayor influencia causa en esta etapa de crecimiento del cultivo; esto lo afirma Aldabe, L. (2010).

#### 2) 60 días después de la siembra (dds)

En el análisis de varianza para la altura de planta los 60 dds (Cuadro 4) se observa que no existen diferencias significativas para el factor dosis, la interacción dosis x soluciones y el factor Soluciones.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 5,32% mientras que para dosis fue de 6,91%

En la altura de planta a los 60 dds no se observa el efecto por las aplicaciones foliares posiblemente porque la altura en la planta de papa dentro de los 60 dds depende más de la fertilización edáfica que de la estimulación por fertilizantes foliares así como de las reservas nutricionales del tubérculo semilla que mayor influencia causen en esta etapa de crecimiento del cultivo conforme lo afirmado por Aldabe, L. (2010).

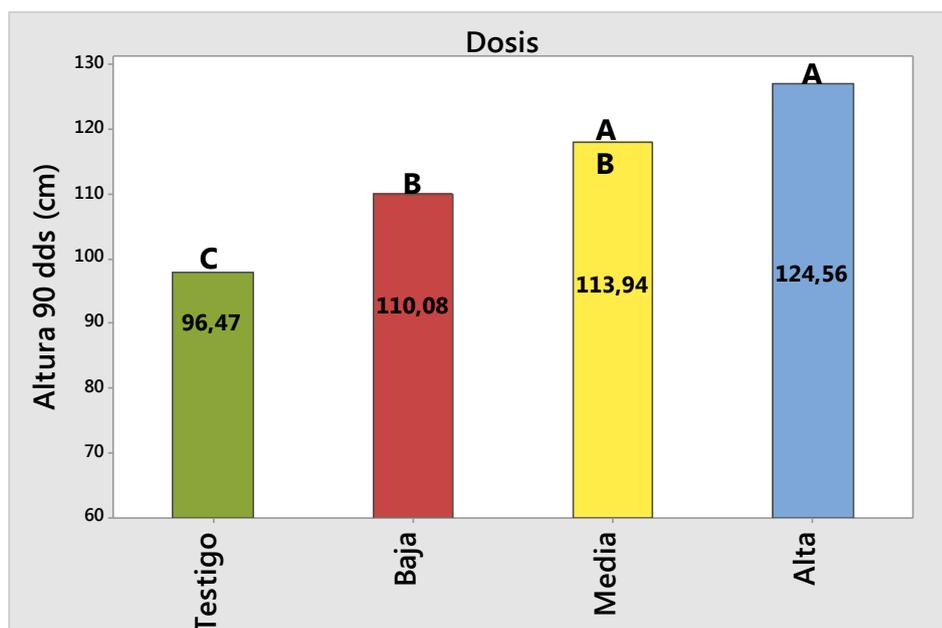
### 3) 90 días después de la siembra (dds)

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 90 dds (Cuadro 4) se observa que existen diferencias altamente significativas para el factor dosis, sin embargo no existen diferencias significativas para la interacción soluciones x dosis y el factor soluciones.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 3,9% mientras que para dosis fue de 7,3%.

**CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LAS DOSIS EN LA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 90 DDS.**

<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>Rango</b>
Alta	124,56	A
Media	113,94	AB
Baja	110,08	B
Testigo	96,47	C



**GRÁFICO 5. RANGOS SEGÚN TUCKEY 5% PARA DOSIS EN LA ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DDS.**

La prueba de Tukey al 5% para las dosis en altura de planta a los 90 dds (Cuadro 5 y Gráfico 5) presenta 4 rangos, donde en el rango “A” se ubicó la dosis alta con 124,56 cm y media con 113,94 cm, mientras que en el rango “C” con la menor altura está representada por para el testigo con 96,47 cm. Este crecimiento en altura del cultivo se debe a las aportaciones de fertilizantes foliares Nutritha - Plus en dosis altas (7,5 cc/L) con contenidos de N de 275,6 mg , P de 173,3 mg y K de 653,6 mg (Tabla 17) ya que según Navarro, G. y Navarro, S. (2013); TAIZ Y ZEIGER (2006); AZCON-BIETO (2000) las plantas con deficiencias de N, P, K tienen crecimientos lentos por lo tanto los aportes foliares de N,P,K fueron óptimos.

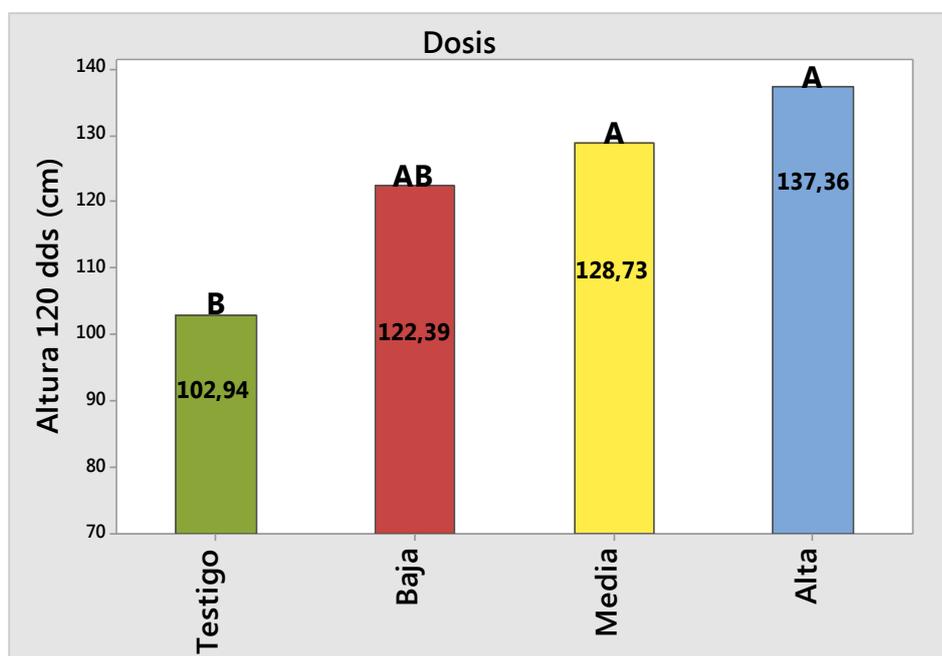
#### **4) 120 días después de la siembra (dds)**

En el análisis de varianza para la altura de planta a los 120 dds (Cuadro 4) se observa diferencias altamente significativas para el factor dosis, mientras que no existen diferencias significativas para el factor soluciones e interacción soluciones x dosis.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 14,5% mientras que para dosis fue de 9,11%.

**CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LAS DOSIS EN LA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 120 DDS.**

Dosis	Medias	Rango
Alta	137,36	A
Media	128,73	A
Baja	122,39	A B
Testigo	102,94	B



**GRÁFICO 6 RANGOS SEGÚN TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN LA ALTURA A LOS 120 DDS.**

En la prueba de Tukey al 5% para las dosis en altura de planta a los 120 dds (Cuadro 6 y Gráfico 6) se observa la existencia de tres rangos, donde en el rango “A” se ubicó la dosis alta y media con 137,36 cm y 128,73 cm, respectivamente; mientras que en el rango “B” se ubicó el testigo con el valor más bajo de 102,94 cm. Se debe a las aplicaciones foliares del bioestimulante Nutritha - Magnesio ya que su dosis alta (7.5cc/L) contiene 288,8 mg de Mg y 371,3 mg de N (Tabla 17) nutrientes que estimulan el crecimiento vegetativo en altura de la planta esto conforme lo afirma PARDAVÉ, C. (2004). Además según FAGERIA, N. (2011) es importante el aporte de quelatos de Mg ya que en la etapa III del cultivo de papa se requiere una mayor actividad fotosintética para acumular materia seca.

## b. Número de tallos

### 1) 30 días después de la siembra.

En el análisis de varianza para el número de tallos a los 30 dds (Cuadro 7) se observa que no existen diferencias significativas para los factores en estudio.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 1,4% mientras que para dosis fue de 13,1%.

**CUADRO 7. RESUMEN DE ADEVAS PARA NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA.**

Fuentes de Variación	Número de Tallos por planta				
	G.I.	30 D.D.S.		60 D.D.S	
		C.M.	Sign.	C.M.	Sign.
Repeticiones	2	0,39		0,18	
Soluciones	1	0,01	ns	0,09	ns
Error A	2	0,07		0,13	
Dosis	3	0,06	ns	5,55	**
Soluciones xDosis	3	0,1	ns	0,9	**
Error B	12	0,19		0,1	
TOTAL	23				
C.v. Soluciones (%)		1,4		1,74	
C.v. Dosis (%)		13,1		7,3	

ns: No significativo. \*:Significativo.\*\*: Altamente significativo.

**G.I.:** Grados de libertad. **C.M.:** Cuadrado Medio. **D.D.S.:** Días después de la siembra.

**C.v.:** Coeficiente de variación. **Sign.:** Significancia estadística.

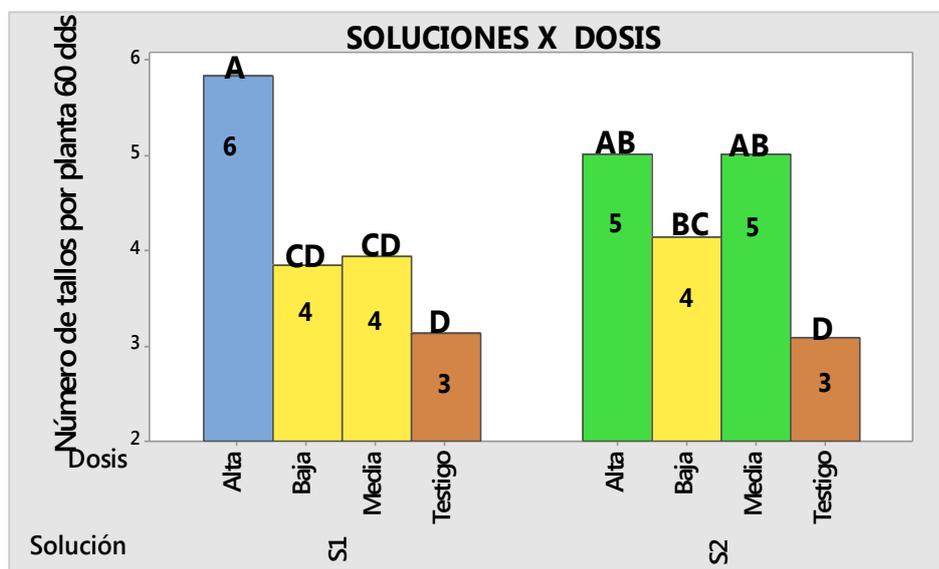
### 2) 60 días después de la siembra.

En el análisis de varianza para el número de tallos a los 60 dds (Cuadro 7) se observa que existen diferencias altamente significativas para el factor dosis, y la interacción soluciones x dosis ; sin embargo, no existen diferencias significativas para el factor soluciones.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 1,74% mientras que para dosis fue de 7,3%.

**CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCION DOSIS X SOLUCIÓN DEL NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA A LOS 60DDS.**

Solución	Medias	Rango
S1(alta) 7.5 cc	6	A
S2(alta) 7.5 cc	5	A B
S2(media) 5.0 cc	5	A B
S2(baja) 2.5 cc	4	B C
S1(media) 5.0 cc	4	C D
S1(baja) 2.5cc	4	C D
S1(testigo) 0.0cc	3	D
S2(testigo) 0.0 cc	3	D



**GRÁFICO 7. RANGOS SEGÚN AL TUKEY 5% PARA LA INTERACCIÓN SOLUCIONES X DOSIS, EN EL NÚMERO DE TALLOS A LOS 60 DDS.**

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis x soluciones nutritivas en el número de tallos por planta a los 60 dds (Cuadro 8 y Gráfico 7) presenta 5 rangos, donde en el rango “A” se ubica la dosis alta de S1 con 6 tallos / planta, mientras que el rango “D” se ubican los testigos de S1 y S2 con 3 tallos / planta; el efecto de la dosis alta se debe a las aplicaciones vialdrench del bioestimulante NutriTha –Raíz ya que su dosis (7.5cc/L) contiene 400,1 mg de P (Tabla 17). Este nutriente estimula la producción de raíces y consecuentemente aumenta el número de tallos por planta así lo afirma Pardavé c. (2004). Además, en el rango “AB” se ubica S2 en dosis alta y media con 5 tallos / planta, esto se debe a las aplicaciones endrench del bioestimulante NutriTha Raíz más NutriTha Calcio y Boro, explicando que la dosis media (5.00 cc/L) contiene 111,1 mg de P, 330 mg de Ca y 33 mg de B. (Tabla 17). Pardavé, C. (2004) dice que estos nutrientes combinados incrementan el número de tallos, también manifiesta que

el Ca debe estar en las cantidades adecuadas ya que si llega a faltar en las membranas celulares puede ser remplazado por K o Mg esto ocasiona que los minerales y compuestos orgánicos no se retengan de la forma adecuada, además, el Ca interviene en el crecimiento radicular ya que cumple tres funciones: la multiplicación, crecimiento celular, y neutraliza la hidrogenesis. El B también interviene en la división celular.

### c. Rendimiento por categorías.

#### 1) Primera categoría (mayor a 121 g).

En el análisis de varianza para el rendimiento de la primera categoría (Cuadro 10) se observa que existen diferencias altamente significativas para el factor dosis y significativas para la interacción soluciones x dosis, sin embargo no existen diferencias significativas para el factor soluciones.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 6,79% mientras que para dosis fue de 13,5%.

**CUADRO 9. RESUMEN DE ADEVAS PARA RENDIMIENTO**

Fuentes de Variación	Rendimiento										
	G.l.	Primera Categoría		Segunda Categoría		Tercera Categoría		Cuarta Categoría		Total	
		C.M.	Sign.	C.M.	Sign.	C.M.	Sign.	C.M.	Sign.	C.M.	Sign.
<b>Repeticiones</b>	2	2,17		17,1		48,1		1,82		112	
<b>Soluciones</b>	1	1,8	ns	4	ns	0,88	ns	0,04	ns	0,22	ns
<b>Error A</b>	2	4,07		17,3		6,73		0,37		68,9	
<b>Dosis</b>	3	94,4	**	0,52	ns	4,25	ns	0,7	ns	74,6	*
<b>SolucionesxDosis</b>	3	5,18	*	7,64	ns	1,47	ns	0,49	ns	19,7	ns
<b>Error B</b>	12	1,43		7,08		3,55		0,23		12,7	
<b>TOTAL</b>	23										
<b>C.v. Soluciones (%)</b>		6,79		13,8		10,3		3,61		16	
<b>C.v. Dosis (%)</b>		13,5		29,5		29,9		16,7		13,2	

ns: No significativo. \*:Significativo.\*\*: Altamente significativo.

G.l.: Grados de libertad. C.M.: Cuadrado Medio. D.D.S.: Días después de la siembra.

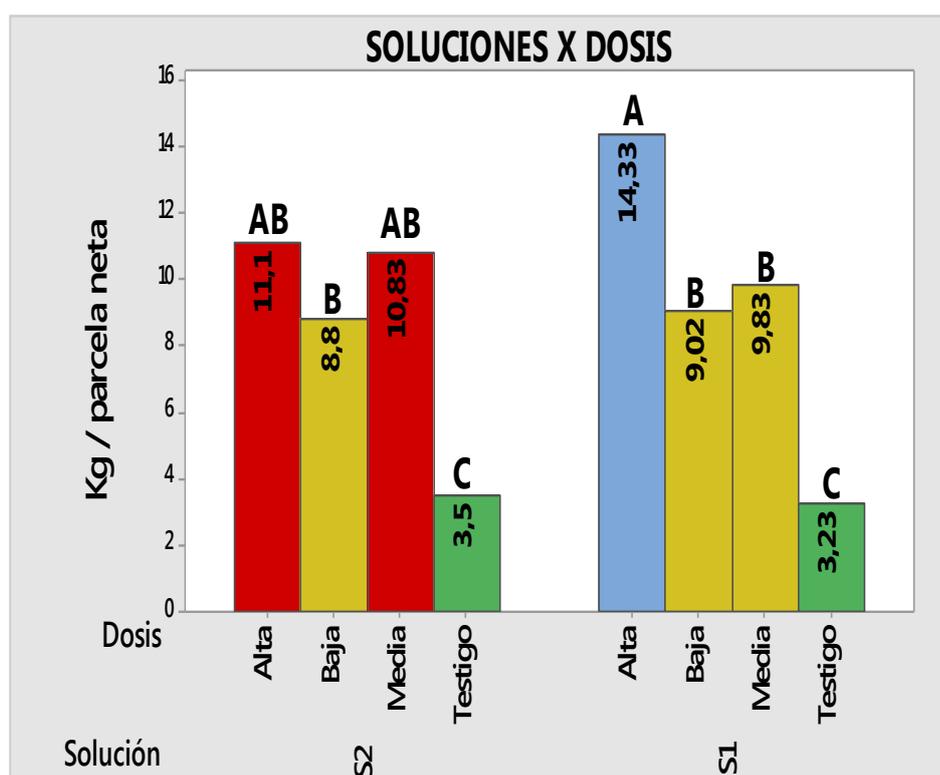
C.v.: Coeficiente de variación. Sign.: Significancia estadística

**CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCION SOLUCIONES X DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE PRIMERA CATEGORÍA.**

Solución – Dosis	Medias	Rango
S1(alta) 7.5 cc	14,33	A
S2(alta) 7.5 cc	11,10	A B
S2(media) 5.0 cc	10,83	AB
S2(baja) 2.5 cc	9,83	B
S1(media) 5.0 cc	9,02	B
S1(baja) 2.5cc	8,80	B
S1(testigo) 0.0cc	3,5	C
S2(testigo) 0.0 cc	3,23	C

S1= Solución Nutritiva 1

S2= Solución Nutritiva 2.



**GRÁFICO 8 RANGOS SEGÚN TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN SOLUCIONES X DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE PRIMERA CATEGORÍA.**

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis x soluciones en el rendimiento de 1ra categoría (Cuadro 11 y Gráfico 9) presenta 4 rangos, donde en el rango “A” se ubicó la dosis alta de S1, mientras que el rango “C” fue para los testigos de S1 y S2. En donde el mayor rendimiento de T4 con 14,33 (Kg/ parcela neta), mientras el menor T1 con 3,23 (Kg/ parcela neta) así existe una diferencia de 11,1 (Kg/ parcela neta) se debe

a la eficacia de las aplicaciones foliares de los bioestimulantes Nutri-tha Engrose en dosis alta (7,5cc/L) ya que su contenido de 843,8 mg de K, 206 mg de P, 796,9 mg de N (Tabla 16), así Pallardy,S.(2008) manifiesta que fisiológicamente el K destaca su función de expansión celular por activar muchas enzimas que permiten traslocar fotoasimilados a los órganos de reserva, el N una de sus tantas funciones es agilizar el metabolismo de la planta ya que su rol esencial es constituir aminoácidos para formar proteínas y el P que desempeña un papel importante en la fructificación y la transferencia de energía asimilable por ser componente del ATP.

## **2) Segunda Categoría (71-120 g)**

En el análisis de varianza para el rendimiento de tubérculos de la segunda categoría del Cuadro 10 se observa que no existen diferencias significativas para los factores en estudio.

El coeficiente de variación para soluciones fue 13,8 % mientras que para dosis fue 29,5 %.

## **3) Tercera Categoría (51 a 70 g)**

En el análisis de varianza para el rendimiento de tubérculos de la tercera categoría del Cuadro 10 se observa que no existen diferencias significativas para los factores en estudio.

El coeficiente de variación para soluciones fue 10,3% mientras que para dosis fue 29,9%.

## **4) Cuarta categoría (< 50 g)**

En el análisis de varianza para el rendimiento de tubérculos de la cuarta categoría del Cuadro 10 se observa que no existen diferencias significativas para los factores en estudio.

El coeficiente de variación para soluciones fue 3,61% mientras que para las dosis fue 16,7%.

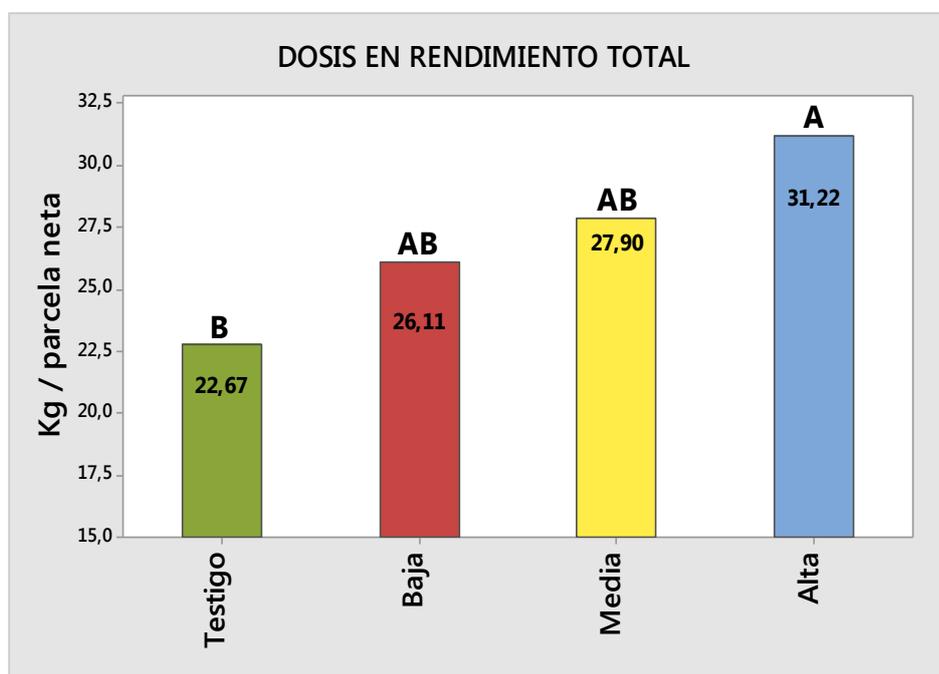
### **d. Rendimiento total**

En el análisis de varianza para el rendimiento en el Cuadro 10 presenta diferencias significativas para el factor dosis, sin embargo no presenta diferencias significativas para soluciones y para la interacción soluciones x dosis.

El coeficiente de variación para soluciones fue de 16% mientras que para dosis fue de 13,2%.

**CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN EL RENDIMIENTO TOTAL EN Kg / PARCELA NETA.**

Dosis	Medias	Rango
Alta	31,22	A
Media	27,90	AB
Baja	26,11	AB
Testigo	22,67	B



**GRÁFICO 9. RANGO SEGÚN TUKEY AL 5% PARA DOSIS EN EL RENDIMIENTO TOTAL.**

En la prueba de Tukey al 5% para las dosis en el rendimiento total (Cuadro 12 y Gráfico 10) presenta 3 rangos, donde en el rango “A” se ubicó la dosis alta con 31,22 (Kg / parcela neta), mientras que el rango “B” el menor fue la dosis testigo con 22,67 (Kg / parcela neta). así existe una diferencia de 8,55 (Kg / parcela neta) se debe a la eficacia de las aplicaciones foliares con la línea de bioestimulantes Nutri-tha en su determinado estado fenológico del cultivo como una manera de alcanzar los mejores rendimientos al aportar nutrientes a la planta con el fin de darle las condiciones ideales para alcanzar un máximo rendimiento del cultivo lo afirma Navarro, G. Y Navarro, S. (2013) ya que un cultivo puede alcanzar un rendimiento cercano al máximo que le permita las condiciones apropiadas, cuando los niveles de todos los factores de crecimiento que contribuyen a su desarrollo y crecimiento sean ideales, otro criterio similar menciona Mischerlich (1860) citado por Navarro, G. Y Navarro, S. (2013) quien dice que el efecto

del aporte de un elemento mineral es tanto mayor en cuanto más grande es la deficiencia. Además Allen, E. (1978) propone que el desarrollo, crecimiento y el rendimiento del cultivo de papa dependen del genotipo de la variedad y los factores agroecológicos estos factores incluyen la fertilización.

### 3. Análisis económico

**CUADRO 12. CÁLCULO DE LOS COSTOS QUE VARÍAN DE LOS TRATAMIENTOS.**

<b>COSTOS QUE VARIAN TOTAL (USD/ha)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>Transporte</b>	322,50	388,50	363,00	468,00	325,50	367,50	430,50	420,00
<b>Bioestimulantes Nutri-tha</b>	0,00	221,04	442,08	663,13	0,00	207,03	414,06	538,28
<b>Mano de Obra Cosecha.</b>	645,00	777,00	726,00	936,00	651,00	735,00	861,00	840,00
<b>Sacos</b>	107,50	129,50	121,00	156,00	108,50	122,50	143,50	140,00
<b>Mano de Obra Aspersiones foliares</b>	0,00	270,00	270,00	270,00	0,00	270,00	270,00	270,00
<b>TOTAL</b>	<b>1.075</b>	<b>1.786</b>	<b>1.922</b>	<b>2.493</b>	<b>1.085</b>	<b>1.702</b>	<b>2.119</b>	<b>2.208</b>

**CUADRO 13. PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DEL CULTIVO PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CECILIA SEGÚN METODOLOGIA DEL CIMMYT 1988.**

TRAT.	CAT	REND. kg/ha	RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10%	BENEFICIO DEL TUBERCULO (\$/kg)	BENEFICIO DE CAMPO (USD)	COSTOS QUE VARIAN (USD)	BENEFICIO NETO (USD)
T1	C.I.	3400,0	3060,0	0,50	1530,00		
	C.II.	10073,7	9066,3	0,40	3626,53		
	C.III.	7087,7	6378,9	0,30	1913,68		
	C.IV.	3298,2	2968,4	0,16	474,95		
TOTAL				7545,16	1075,00	6470,16	
T2	C.I.	9494,7	8545,3	0,50	4272,63		
	C.II.	9957,9	8962,1	0,40	3584,84		
	C.III.	6519,3	5867,4	0,30	1760,21		
	C.IV.	2764,9	2488,4	0,16	398,15		
TOTAL				10015,83	1786,04	8229,79	
T3	C.I.	10350,9	9315,8	0,50	4657,89		
	C.II.	7789,5	7010,5	0,40	2804,21		
	C.III.	5508,8	4957,9	0,30	1487,37		
	C.IV.	3221,1	2898,9	0,16	463,83		
TOTAL				9413,31	1922,08	7491,22	
T4	C.I.	15087,7	13578,9	0,50	6789,47		
	C.II.	8456,1	7610,5	0,40	3044,21		
	C.III.	8245,6	7421,1	0,30	2226,32		
	C.IV.	2835,1	2551,6	0,16	408,25		
TOTAL				12468,25	2493,13	9975,13	

**CUADRO 13. PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DEL CULTIVO PAPA (*Solanumtuberosum*) VARIEDAD CECILIA SEGÚN METODOLOGIA DEL CIMMYT 1988. (CONTINUACIÓN)**

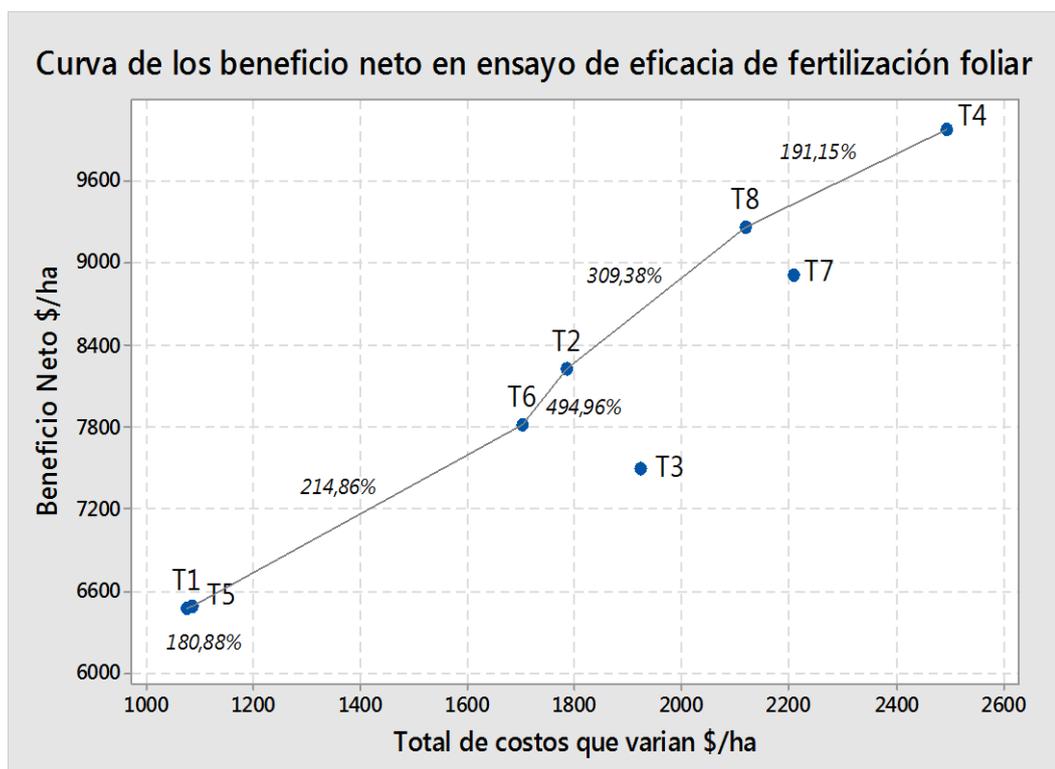
TRAT.	CAT	REND. kg/ha	RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10%	BENEFICIO DEL TUBERCULO (\$/kg)	BENEFICIO DE CAMPO (USD)	COSTOS QUE VARIAN (USD)	BENEFICIO NETO (USD)
T5	C.I.	3684,2	3315,8	0,50	1657,89		
	C.II.	9578,9	8621,0	0,40	3448,40		
	C.III.	7228,1	6505,3	0,30	1951,58		
	C.IV.	3578,9	3221,1	0,16	515,37		
TOTAL					7573,25	1085,00	6488,25
T6	C.I.	10210,5	9189,5	0,50	4594,74		
	C.II.	8421,1	7578,9	0,40	3031,58		
	C.III.	5221,1	4698,9	0,30	1409,68		
	C.IV.	3333,3	3000,0	0,16	480,00		
TOTAL					9516,00	1702,03	7813,97
T7	C.I.	11396,5	10256,8	0,50	5128,42		
	C.II.	11607,0	10446,3	0,40	4178,53		
	C.III.	6308,8	5677,9	0,30	1703,37		
	C.IV.	2561,4	2305,3	0,16	368,84		
TOTAL					11379,16	2119,06	9260,10
T8	C.I.	11684,2	10515,8	0,50	5257,89		
	C.II.	10105,3	9094,7	0,40	3637,89		
	C.III.	6993,0	6293,7	0,30	1888,11		
	C.IV.	2315,8	2084,2	0,16	333,47		
TOTAL					11117,37	2208,28	8909,09

**CUADRO 14. ANÁLISIS DE DOMINANCIA PARA LOS TRATAMIENTOS**

<b>Tratamiento</b>	<b>Beneficio Neto (USD/ha)</b>	<b>Costos que Varían (USD/ha)</b>	<b>Dominancia</b>
T1	6470	1075	<b>ND</b>
T5	6488	1085	<b>ND</b>
T6	7814	1702	<b>ND</b>
T2	8230	1786	<b>ND</b>
T3	7491	1922	<b>D</b>
T8	9260	2119	<b>ND</b>
T7	8909	2208	<b>D</b>
T4	9975	2493	<b>ND</b>

**CUADRO 15. CÁLCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL PARA TRATAMIENTOS NO DOMINADOS.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costos que varían(USD)</b>	<b>Costo Marginal(USD)</b>	<b>Beneficio neto(USD)</b>	<b>Beneficio marginal(USD)</b>	<b>TMR %</b>
T1	1075,0		6470,2		
		10,00		18,09	180,88
T5	1085,0		6488,2		
		617,03		1325,72	214,86
T6	1702,0		7814,0		
		84,01		415,82	494,96
T2	1786,0		8229,8		
		333,02		1030,31	309,38
T8	2119,1		9260,1		
		373,9		714,9	191,15
T4	2493,0		9975,0		



**GRÁFICO 10. CURVA DE LOS BENEFICIOS NETOS PARA TRATAMIENTOS NO DOMINADOS.**

## VI. CONCLUSIONES

- A. Se determinó que no existieron diferencias significativas entre la Solución Nutritiva 1 (SN1) y la Solución Nutritiva 2 (SN2). La SN1 fue para la etapa I: Nutri-tha Raíz, etapa 2: Nutri-tha Plus luego Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 3: Nutri-tha Magnesio luego Nutri-tha Engrose, etapa 4: Nutri-tha Engrose. La SN2 fue para la etapa I: Nutri-tha Raíz + Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 2: Nutri-tha Plus + Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 3: Nutri-tha Magnesio + Nutri-tha Calcio y Boro luego Nutri-tha Engrose + Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 4: Nutri-tha Engrose + Nutri-tha Calcio y Boro.
- B. Se determinó que agronómicamente la mejor dosis fue la correspondiente a T4 (7.5cc/L de la SN1) con un rendimiento total de 34,62 Tn/Ha. Debido a que es el mayor rendimiento comparando al resto de tratamientos además la producción de la primera categoría fue de 15,08Tn/Ha correspondiente al 44% de la producción y que comparada a la media de todos los tratamientos(9,29 Tn/Ha) se observa una superioridad.
- C. Las mejores opciones económicas se obtienen cuando se pasa del testigo al T2 (2,5 cc/ L de SN1) porque presenta un TMR de 247,48 %. y cuando se pasa del testigo al T8 (7.5 cc/ L de la SN2) que tiene un TMR de 267,2 %.

**VII. RECOMENDACIONES**

- A. En un próximo ensayo de este tipo se puede implementar el estudio de la lámina de riego óptima para incrementar el rendimiento.
- B. El aporque se debe realizar a una altura mayor de los 30 cm en todos los tratamientos con bioestimulantes.
- C. Se recomienda continuar una investigación con frecuencias de aplicación a los 15, 22, 30 días para disminuir costos en bioestimulantes y mano de obra por concepto de aplicaciones.

## VIII. RESUMEN

### VIII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea: determinar la eficacia de la nutrición foliar con 2 soluciones nutritivas y 4 dosis, en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var Cecilia), en la estación experimental Tunshi-ESPOCH. Parroquia Licto, provincia de Chimborazo. Se utilizó un diseño de parcela dividida en donde la parcela grande fue el factor Soluciones (Solución Nutritiva 1 y Solución Nutritiva 2) y las dosis fueron las parcelas pequeñas, el experimento tuvo tres repeticiones por tratamiento. Las soluciones nutritivas (SN) cambiaron su composición química durante el desarrollo fenológico del cultivo. La SN1 fue para la etapa I: Nutri-tha Raíz, etapa 2: Nutri-tha Plus luego Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 3: Nutri-tha Magnesio luego Nutri-tha Engrose, etapa 4: Nutri-tha Engrose. La SN2 fue para la etapa I: Nutri-tha Raíz + Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 2: Nutri-tha Plus + Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 3: Nutri-tha Magnesio + Nutri-tha Calcio y Boro luego Nutri-tha Engrose + Nutri-tha Calcio y Boro, etapa 4: Nutri-tha Engrose + Nutri-tha Calcio y Boro. El factor dosis fue evaluado en dosis alta (7,5 cc/L), media (5,0 cc/L), baja (2,5 cc/L) y testigo (0,0 cc/L). Las aspersiones foliares se realizaron con una frecuencia de 15 días. Las variables respuesta fueron: emergencia, altura de planta, número de tallos por plantas, floración, senescencia, rendimiento por categoría del tubérculo, rendimiento total. Se concluye que agrónomicamente la mejor dosis fue la dosis alta (7,5cc/L de la SN1) con un rendimiento total de 34,62 Tn/Ha. la mejor opción económica se obtienen cuando se pasa del testigo a dosis baja (2,5 cc / L de SN1) porque presenta un TMR de 247,48 %. Se recomienda implementar el estudio de la lámina de riego óptima para incrementar el rendimiento del cultivo.

**Palabras Claves:** nutrición foliar - soluciones nutritivas - cultivo de papa variedad Cecilia.



## IX. SUMMARY

70

### IX. SUMMARY

The present research raises: determine the efficacy of foliar nutrition with two and four doses nutrient solutions in crop yield of potato (*Solanum tuberosum* L. var Cecilia) in the experimental station Tunshi- ESOCH. Licto parish in Chimborazo province. Split plot design was used where the main plot was the Solutions factor (nutrient solution 1 and nutrient solution 2) and the doses used were small plots, the experiment had three replicates per treatment. Nutrient solutions (NS) changed their chemical composition during the phenological development of the crop. NS1 to stage 1 was; nutri-tha root, to stage 2 was ; nutri-tha plus and then nutri-tha calcium boron, for stage 3 was; nutri-tha magnesium + nutri-tha thicken and to stage 4; nutri-tha thicken. The NS2 was: for stage 1 nutri-tha root + nutri-tha calcium boron, for stage 2 nutri-tha plus + nutri-tha calcium boron, for stage 3 nutri-tha magnesium + nutri-tha calcium boron and then nutri-tha thicken + nutri-tha calcium boron, for stage 4; nutri-tha thicken + nutri-tha calcium boron. Dose factor was evaluated in high doses (7.5 cc/L), medium (5.0 cc/L), low (2.5 cc /L) and control (0.0 cc/L). Spray leaf was performed every 15 days. The response variables were: emergency, plant height, number of stems per plant, flowering, senescence, tuber yield per category, total return. It is concluded that the best agronomical doses was the high doses (7.5 cc/L of the NS1) with a total performance of 34,62 Tn/Ha, the best economical option is obtained when we go by the control to the low doses (2.5 cc/L of the NS1 ) because it presents a TMR of 247,48%. It is recommended to implement the study of the sheet of optimum irrigation to increase crop yield.

Keyword: foliar nutrition, nutritive solutions, Cecilia crop potato.



## X. **BIBLIOGRAFIA**

1. ALLEN, E. (1978). The Potato Crop: the scientific basic for improvement. Segunda Edición. London: Harris and Hall. pp 98.
2. ALDABE, L. Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa. Consultado 23 Nov 2014. pp.5-6. Disponible en:  
  
[http://www.fagro.edu.uy/~fisveg/docencia/curso%20fisiologi%20cultivos/materiales%20teoricos/Repartido\\_Fisiologia\\_Papa.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~fisveg/docencia/curso%20fisiologi%20cultivos/materiales%20teoricos/Repartido_Fisiologia_Papa.pdf)
3. ALBORNOZ, G. (2011). Ficha técnica de variedad INIAP-Cecilia. Consultado 23 Nov 2014. p. 4,8. Disponible en:  
  
[http://www.iniap.gob.ec/sitio/index2.php?option=com\\_sobi2&sobi2Task=dd\\_download&fid=510&format=html&Itemid=0](http://www.iniap.gob.ec/sitio/index2.php?option=com_sobi2&sobi2Task=dd_download&fid=510&format=html&Itemid=0)
4. AZCON-BIETO, J. & TALON, M. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal: introducción a la nutrición mineral de las plantas. Los elementos minerales. Madrid – España: Mc Graw Hill Interamericana. pp. 86-95
5. BIORGANPLANT. (2014). Composición bioquímica línea de nutrición foliar. (etiquetas). Riobamba.
6. DUEÑAS, N. (2011). Evaluación de la fertilización foliar en un cultivo de arveja (*Pisumsativum* L.) en el municipio del Rosal Cundinamarca. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Consultado 18 Nov 2014. pp. 17-25. Disponible en:  
<http://download1190.mediafire.com/t39b937tpbug/g8xdgju5qn5rgur/fertilizacion-foliar.pdf>
7. ENZ, M. & DACHLER, CH. (1998). Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas: patata. p. 43. Consultado 19 Sep. 2014. Disponible en:  
<http://download1319.mediafire.com/677yqd3s0gpg/lpj1i6nykr5tcvp/73156206-fenologias.pdf>
8. ESPINOSA, F. (1998). El uso del análisis sensorial para medir la aceptación de clones promisorios de papa. Primera Edición. Quito - Ecuador: Abya-Yala. p.85

9. FAGERIA, N. (2011). Grown and mineral nutrition of field crops. Tercera Edición. USA: CRC Press. pp. 467-469
10. FALCONI, C. (2010). Manual de cultivo paso a paso papa. EDIFARM. Quito - Ecuador. Consultado 20 Nov. 2014. Disponible en: [http://www.edifarm.com.ec/edifarm\\_quickagro/pdfs/manual\\_cultivos/PAPA.pdf](http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/manual_cultivos/PAPA.pdf)
11. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). (2008). El cultivo de papa: siembra. Consultado 20 Nov. 2014. Disponible en : <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html#>
12. GALLEGOS, P. (2011). El Cultivo de Papa. EDIFARM. Quito - Ecuador. Consultado 20 mar. 2014. Disponible en: [http://www.edifarm.com.ec/edifarm\\_quickagro/pdfs/manual\\_cultivos/PAPA2011.pdf](http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/manual_cultivos/PAPA2011.pdf)
13. GARCÍA Y PEÑA. (2005). Estudio de la cadena de la papa en Ecuador. Quito – Ecuador. FAO-ESA-CIP. Consultado 20 Nov. 2014. Disponible en: [ftp://ftp.fao.org/es/esa/lisfame/cadena\\_papa.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/esa/lisfame/cadena_papa.pdf)
14. HÖLDRIGE, L, (1992), Ecología basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez. San José - Costa Rica: IICA. 216 p.
15. INOSTROZA, J. & MENDEZ, P. (2010) Preparación del suelo. INIA Consultado Nov 2014. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36478.pdf>
16. INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS / PROGRAMA NACIONAL DE RAICES Y TUBERCULOS (INIAP/PNRT). (2006) Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de mejoramiento de papa. Quito: INIAP. p. 24
17. KAMARA, A. (2001). Nutrición regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Consultado Dic. 2014. Disponible en: <http://download1882.mediafire.com/893oqrb5iwug/nq98iw13bs75bcc/Nutrici%C3%B3n+regulaci%C3%B3n+desarrollo+y+crecimiento.pdf>

18. KUEHL, R. (2001). Diseño de experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición. México, D.F: Thomson p. 480.
19. LAMBERS, H. (2008). Plant physiological ecology: mineral nutrition. Segunda Edición. NY - USA: Springer. pp. 302-305
20. LUCERO, H. (2011). Manual del cultivo de papa para la sierra sur. Quito - Ecuador. INIAP. Consultado 20 mar. 2014. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual%20del%20cultivo%20de%20papa%20para%20la%20Sierra%20Sur..pdf>
21. MELENDEZ, G. & MOLINA, E. (2002). Fertilización foliar: principios y aplicaciones Primera edición. Costa-Rica: CIA/UCR pp. 45-50.
22. MUÑOZ, D. (2000). Alternativa de nutrición para el cultivo de Papa. Colombia: Mundi Prensa. pp. 70-75
23. NAVARRO GARCIA, G.& NAVARRO GARCIA, S. (2013). Química agrícola. Tercera Edición. España: Mundi Prensa. p. 237, 248, 307, 310, 328, 365.
24. NORIEGA, A. (2014). Los biofertilizantes: bioestimulantes foliares. Consultado 20 mar. 2014. Disponible en: <http://globalcesped.org/noticias-mainmenu-2/los-suelos/495-ique-son-los>
25. PALLARDY, S. (2008). Physiology of woody plants. Tercera Edición. California – USA: Elsevier. p. 256, 257.
26. PARDAVÉ, C. (2004). Cultivo y comercialización de papa: antecedentes generales de la papa. Primera edición. Lima-Perú: coleccAgronegocios. pp. 21-24.
27. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). (2015). Objetivos del milenio. Consultado 20 mar. 2014. Disponible en: <http://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home.html>.
28. PUMISACHO, M. & SHERWOOD, S. (2002). El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito - Ecuador. INIAP-CIP. pp. 60-89,188-201. Consultado 20 mar. 2014. Disponible en: <http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/PumisachoySherwoodCultivodePapaenEcuador.pdf>.

29. RINCÓN, S. (1997). Características y manejo de sustratos inorgánicos en fertirrigación. I Congreso Ibérico y III Nacional de fertirrigación. Murcia - España. pp. 45-59.
30. STEINER, A. (1980). The selective capacity of plant for ions and its importance for the composition and treatment of the nutrient solution. Texas. pp.145-148
31. TAIZ, L. & ZEIGER, E. (2006). Fisiología vegetal. Volumen II: senescencia y muerte celular. Tercera Edición. Univeritat Jaume. Los angeles – USA. p. 695
32. TROEH, F. & DONAHUE, R. (2003). Dictionary of Agricultural and Environmental Science. Primera Edición. India: Iowa StatePress. p. 144,171, 322, 363.
33. WORDREFERENCE. (2014). Eficacia y fenología. Recuperado el 8 de Septiembre de 2014, Disponible en: <http://www.wordreference.com/definicion/De>

## XI. ANEXOS

### ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN AL AZAR DE LOS TRATAMIENTOS EN EL ENSAYO.

SOLUCION 1				SOLUCION 2			
G A1B2	C A1B1	E A1B4	K A1B3	G A2B2	E A2B4	L A2B3	C A2B1
SOLUCION 1				SOLUCION 2			
L A1B3	D A1B4	I A1B2	B A1B1	B A2B1	D A2B4	J A2B3	I A2B2
SOLUCION 2				SOLUCION 1			
A A2B1	H A2B2	J A2B3	F A2B4	H A1B2	K A1B3	F A1B4	A A1B1

### ANEXO 2. DATOS % DE EMERGENCIA

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	100,00	92,50	97,50	290,00	96,67
S1	D2	S1D2	97,50	100,00	97,50	295,00	98,33
S1	D3	S1D3	100,00	97,5	97,50	295,00	98,33
S1	D4	S1D4	97,50	97,50	100,00	295,00	98,33
SUMATORIA			395,00	387,50	392,50	1175,00	391,67
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
S2	D2	S2D2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
S2	D3	S2D3	95,00	97,50	97,50	290,00	96,67
S2	D4	S2D4	100,00	100,00	97,50	297,50	99,17
SUMATORIA			395	397,5	395,00	1187,50	395,83
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			790,00	785,00	787,50	2362,50	787,50

### ANEXO 3. DATOS DÍAS A LA EMERGENCIA.

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.Xd	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	29,00	28,00	25,00	82,00	27,33
S1	D2	S1D2	28,00	28,00	25,00	81,00	27,00
S1	D3	S1D3	27,00	28,0	25,00	80,00	26,67
S1	D4	S1D4	30,00	28,00	25,00	83,00	27,67
SUMATORIA			114,00	112,00	100,00	326,00	108,67
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	28,00	28,00	25,00	81,00	27,00
S2	D2	S2D2	28,00	28,00	25,00	81,00	27,00
S2	D3	S2D3	28,00	27,00	25,00	80,00	26,67
S2	D4	S2D4	28,00	28,00	25,00	81,00	27,00
SUMATORIA			112	111	100,00	323,00	107,67
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			226,00	223,00	200,00	649,00	216,33

### ANEXO 4. DATOS DÍAS A LA FLORACIÓN

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	68,00	68,00	64,00	200,00	66,67
S1	D2	S1D2	64,00	64,00	62,00	190,00	63,33
S1	D3	S1D3	64,00	64,0	62,00	190,00	63,33
S1	D4	S1D4	64,00	62,00	62,00	188,00	62,67
SUMATORIA			260,00	258,00	250,00	768,00	256,00
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	68,00	67,00	62,00	197,00	65,67
S2	D2	S2D2	67,00	68,00	62,00	197,00	65,67
S2	D3	S2D3	64,00	68,00	62,00	194,00	64,67
S2	D4	S2D4	64,00	64,00	62,00	190,00	63,33
SUMATORIA			263	267	248,00	778,00	259,33
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			523,00	525,00	498,00	1546,00	515,33

### ANEXO 5. DATOS DÍAS A LA SENESCENCIA

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	125,00	125,00	125,00	375,00	125,00
S1	D2	S1D2	130,00	130,00	135,00	395,00	131,67
S1	D3	S1D3	132,00	135,0	138,00	405,00	135,00
S1	D4	S1D4	134,00	138,00	138,00	410,00	136,67
SUMATORIA			521,00	528,00	536,00	1585,00	528,33
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	125,00	125,00	125,00	375,00	125,00
S2	D2	S2D2	132,00	132,00	130,00	394,00	131,33
S2	D3	S2D3	130,00	130,00	130,00	390,00	130,00
S2	D4	S2D4	130,00	130,00	133,00	393,00	131,00
SUMATORIA			517	517	518,00	1552,00	517,33
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			1038,00	1045,00	1054,00	3137,00	1045,67

### ANEXO 6. DATOS DE ALTURA A LOS 30 DDS

Solución 1							
S.N.(FB)	DOSIS(FA)	MxE	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	17,20	16,00	25,67	58,87	19,62
S1	D2	S1D2	24,90	15,60	24,33	64,83	21,61
S1	D3	S1D3	19,50	14,80	22,33	56,63	18,88
S1	D4	S1D4	18,70	18,00	24,33	61,03	20,34
SUMATORIA			80,30	64,40	96,67	241,37	80,46
Solución 2							
S.N.(FB)	DOSIS(FA)	MxE	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	16,00	23,30	18,33	57,63	19,21
S2	D2	S2D2	16,80	21,60	20,67	59,07	19,69
S2	D3	S2D3	20,50	15,60	23,67	59,77	19,92
S2	D4	S2D4	18,60	18,20	21,50	58,30	19,43
SUMATORIA			71,90	78,70	84,17	234,77	78,26
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			152,20	143,10	180,83	476,13	158,71

### ANEXO 7. DATOS DE ALTURA A LOS 60 DDS

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	53,00	54,83	61,33	169,17	56,39
S1	D2	S1D2	56,67	51,67	54,33	162,67	54,22
S1	D3	S1D3	62,00	47,17	51,83	161,00	53,67
S1	D4	S1D4	67,33	53,67	64,33	185,33	61,78
SUMATORIA			239,00	207,33	231,83	678,17	226,06
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	63,00	55,17	56,00	174,17	58,06
S2	D2	S2D2	61,17	66,67	63,00	190,83	63,61
S2	D3	S2D3	67,67	60,33	65,83	193,83	64,61
S2	D4	S2D4	66,17	60,67	60,17	187,00	62,33
SUMATORIA			258	242,833333	245,00	745,83	248,61
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			497,00	450,17	476,83	1424,00	474,67

### ANEXO 8. DATOS ALTURA A LO 90 DDS

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	98,50	97,50	89,17	285,17	95,06
S1	D2	S1D2	100,00	114,50	102,50	317,00	105,67
S1	D3	S1D3	117,67	118,5	88,83	325,00	108,33
S1	D4	S1D4	116,67	128,50	125,67	370,84	123,61
SUMATORIA			432,84	459,00	406,17	1298,01	432,67
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	99,67	106,00	88,00	293,67	97,89
S2	D2	S2D2	110,00	123,33	110,17	343,50	114,50
S2	D3	S2D3	123,50	119,67	115,50	358,67	119,56
S2	D4	S2D4	136,33	134,00	106,17	376,50	125,50
SUMATORIA			469,5	483	419,84	1372,34	457,45
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			902,34	942,00	826,01	2670,35	890,12

### ANEXO 9. DATOS ALTURA A LOS 120 DDS

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	100,83	114,50	86,17	301,50	100,50
S1	D2	S1D2	106,50	143,00	113,67	363,17	121,06
S1	D3	S1D3	132,00	135,2	114,33	381,50	127,17
S1	D4	S1D4	135,00	134,67	150,17	419,83	139,94
SUMATORIA			474,33	527,33	464,33	1466,00	488,67
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	108,33	116,83	91,00	316,17	105,39
S2	D2	S2D2	121,67	138,33	111,17	371,17	123,72
S2	D3	S2D3	144,20	135,00	111,67	390,87	130,29
S2	D4	S2D4	155,33	132,17	116,83	404,33	134,78
SUMATORIA			529,53	522,33	430,67	1482,53	494,18
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			1003,87	1049,67	895,00	2948,53	982,84

### ANEXO 10. DATOS NUMERO DE TALLOS A LOS 30 DDS

Solución 1							
S.N.(FB)	DOSIS(FA)	MxE	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	3,30	3,00	3,33	9,63	3,21
S1	D2	S1D2	3,00	3,30	3,33	9,63	3,21
S1	D3	S1D3	2,90	3,1	3,83	9,83	3,28
S1	D4	S1D4	4,20	3,10	3,17	10,47	3,49
SUMATORIA			13,40	12,50	13,67	39,57	13,19
Solución 2							
S.N.(FB)	DOSIS(FA)	MxE	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	3,20	3,10	3,33	9,63	3,21
S2	D2	S2D2	3,10	3,10	4,67	10,87	3,62
S2	D3	S2D3	3,40	3,00	3,33	9,73	3,24
S2	D4	S2D4	3,40	3,10	3,33	9,83	3,28
SUMATORIA			13,1	12,3	14,67	40,07	13,36
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			26,50	24,80	28,33	79,63	26,54

### ANEXO 11. DATOS NÚMERO DE TALLOS A LOS 60 DDS

Solución 1							
S.N.(FB)	DOSIS(FA)	MxE	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	3,67	3,67	4,67	12,00	4,00
S1	D2	S1D2	3,83	3,83	4,00	11,67	3,89
S1	D3	S1D3	4,33	3,83	3,67	11,83	3,94
S1	D4	S1D4	5,83	5,83	6,00	17,67	5,89
SUMATORIA			17,67	17,17	18,33	53,17	17,72
Solución 2							
S.N.(FB)	DOSIS(FA)	MxE	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	4,17	3,17	3,00	10,33	3,44
S2	D2	S2D2	4,33	3,67	4,50	12,50	4,17
S2	D3	S2D3	5,00	4,67	5,17	14,83	4,94
S2	D4	S2D4	5,83	4,50	4,83	15,17	5,06
SUMATORIA			19,33	16,00	17,50	52,83	17,61
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			37,00	33,17	35,83	106,00	35,33

### ANEXO 12. DATOS RENDIMIENTO 1RA CATEGORÍA

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	3,10	3,40	3,20	9,70	3,23
S1	D2	S1D2	8,90	8,60	9,56	27,06	9,02
S1	D3	S1D3	8,10	12,3	9,10	29,50	9,83
S1	D4	S1D4	12,70	13,80	16,50	43,00	14,33
SUMATORIA			32,80	38,10	38,36	109,26	36,42
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	3,50	3,20	3,80	10,50	3,50
S2	D2	S2D2	9,20	8,40	8,80	26,40	8,80
S2	D3	S2D3	11,50	8,60	12,38	32,48	10,83
S2	D4	S2D4	11,60	9,60	12,10	33,30	11,10
SUMATORIA			35,8	29,8	37,08	102,68	34,23
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			68,60	67,90	75,44	211,94	70,65

**ANEXO 13. DATOS RENDIMIENTO 2DA CATEGORÍA**

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	9,60	9,80	9,30	28,70	9,57
S1	D2	S1D2	12,80	12,20	3,38	28,38	9,46
S1	D3	S1D3	3,60	10,1	8,50	22,20	7,40
S1	D4	S1D4	8,30	12,70	3,10	24,10	8,03
SUMATORIA			34,30	44,80	24,28	103,38	34,46
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	9,20	8,90	9,20	27,30	9,10
S2	D2	S2D2	11,20	6,30	6,50	24,00	8,00
S2	D3	S2D3	12,50	11,58	9,00	33,08	11,03
S2	D4	S2D4	11,40	7,70	9,70	28,80	9,60
SUMATORIA			44,3	34,48	34,40	113,18	37,73
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			78,60	79,28	58,68	216,56	72,19

**ANEXO 14. DATOS RENDIMIENTO 3RA CATEGORÍA.**

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	9,30	7,10	3,80	20,20	6,73
S1	D2	S1D2	9,30	5,50	3,78	18,58	6,19
S1	D3	S1D3	8,10	6,4	1,20	15,70	5,23
S1	D4	S1D4	9,50	12,00	2,00	23,50	7,83
SUMATORIA			36,20	31,00	10,78	77,98	25,99
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	8,30	6,10	6,20	20,60	6,87
S2	D2	S2D2	6,60	6,40	1,88	14,88	4,96
S2	D3	S2D3	8,60	3,98	5,40	17,98	5,99
S2	D4	S2D4	6,50	9,20	4,23	19,93	6,64
SUMATORIA			30	25,68	17,71	73,39	24,46
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			66,20	56,68	28,49	151,37	50,46

**ANEXO 15. DATOS RENDIMIENTO 4TA CATEGORÍA**

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	3,50	3,00	2,90	9,40	3,13
S1	D2	S1D2	2,70	3,40	1,78	7,88	2,63
S1	D3	S1D3	4,00	2,8	2,38	9,18	3,06
S1	D4	S1D4	2,60	3,60	1,88	8,08	2,69
SUMATORIA			12,80	12,80	8,94	34,54	11,51
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	3,40	3,80	3,00	10,20	3,40
S2	D2	S2D2	2,90	3,50	3,10	9,50	3,17
S2	D3	S2D3	2,30	2,80	2,20	7,30	2,43
S2	D4	S2D4	1,90	3,30	1,40	6,60	2,20
SUMATORIA			10,5	13,4	9,70	33,60	11,20
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			23,30	26,20	18,64	68,14	22,71

**ANEXO 16. DATOS RENDIMIENTO TOTAL**

Solución 1							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S1	D1	S1D1	25,50	23,30	19,20	68,00	22,67
S1	D2	S1D2	33,70	29,70	18,50	81,90	27,30
S1	D3	S1D3	23,80	31,6	21,18	76,58	25,53
S1	D4	S1D4	33,10	42,10	23,48	98,68	32,89
SUMATORIA			116,10	126,70	82,36	325,16	108,39
Solución 2							
S.N.	DOSIS	S.N.xD	R1	R2	R3	TOTAL R1R2R3	PROMEDIO R1R2R3
S2	D1	S2D1	24,40	22,00	22,20	68,60	22,87
S2	D2	S2D2	32,80	20,70	21,28	74,78	24,93
S2	D3	S2D3	34,90	26,96	28,98	90,84	30,28
S2	D4	S2D4	31,40	29,80	27,43	88,63	29,54
SUMATORIA			123,5	99,46	99,89	322,85	107,62
						GRAN SUMA	GRAN MEDIA
SUM TOTAL			239,60	226,16	182,25	648,01	216,00

## ANEXO 17. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO




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

**Nombre del Propietario:** Rommel Garrido

**Remite:**

**Ubicación:** Estación Experimental Tunshi  
Nombre de la granja

**Fecha de ingreso:** 03/11/2014

**Fecha de salida:** 14/11/2014

**Chimborazo**  
**Provincia**

**Licán**  
**Parroquia**

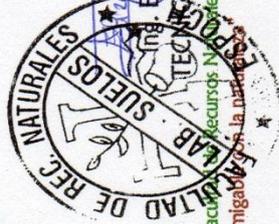
**Riobamba**  
**Cantón**

**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

Identificación	pH	% M.O	NH4	P	K	Ca	Mg
Suelo	7.01 N	0.6	4.2 B	38.9 A	0.32 B	8.1 B	3.2 M

**Recomendación para papa en los niveles B-A-B:** Al momento de la siembra mezclar bien y aplicar los fertilizantes; 4 sacos del fertilizante 11-52-0 más 5 sacos de muriato de potasio, en forma localizada al fondo del surco, luego cubrir con una capa ligera de tierra, cuidando que exista suficiente humedad en el suelo, al aporque añadir 6 sacos de Urea como nitrógeno complementario, realizar aplicaciones foliares para corregir deficiencias de microelementos. Recomendación que se lo hace por hectárea. Es aconsejable incorporar materia orgánica en forma localizada al fondo del surco en dosis de 2 a 3 kilos/ golpe, antes de la siembra.

Ing. José Arcos T.  
**DIRECTOR DPTO DE SUELOS**  
Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418



**LABORATORIO DE SUELOS**  
Ing. Elizabeth Pachacama

CODIGO	A: alto
N: Neutro	M: medio
S: Suficiente	B: bajo
L.Ac. Lig. ácido	

## ANEXO 18. ANÁLISIS FITOPATOLÓGICO DEL SUELO.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
 DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA  
 RIOBAMBA – ECUADOR  
 DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ Telefax 032605910



### DATOS INFORMATIVOS

**SOLICITANTE:** Rommel Garrido  
**MUESTRA:** Suelo  
**LOCALIDAD:** Departamento de Horticultura ESPOCH  
**PROFUNDIDAD:** 30 cm  
**FECHA DE INGRESO:** 30-10-2014  
**FECHA DE ENTREGA:** 08-11-2014  
**MOTIVO DE ANALISIS:** Determinación de hongos, bacterias y nemátodos

### RESULTADOS:

**Bacterias:**  $1.7 \times 10^5$  ufc/g de suelo

#### Hongos:

*Fusarium sp*  $4 \times 10^3$  upc/g de suelo  
*Ulocladium sp*  $2 \times 10^3$  upc/g de suelo  
*Aspergillus sp*  $1 \times 10^3$  upc/g de suelo  
*Rhizopus sp*  $1 \times 10^3$  upc/g de suelo  
*Penicillium sp*  $1 \times 10^4$  upc/g de suelo

**Nemátodos:** 10/ g de suelo

Ufc: Unidad Formadora de Colonia  
 Upc: Unidad Propagadora de Colonia

### CONCLUSIONES:

- No se realizó identificación por géneros de bacterias, por tanto no se puede determinar si estas son causantes o no de enfermedades en los cultivos.
- Los géneros de hongos: *Fusarium sp*, *Aspergillus sp*, *Rhizopus sp*, *Ulocladium sp*, son habitantes naturales del suelo y se encuentran en niveles poblacionales medios, el género *Penicillium sp* presenta nivel poblacional alto.
- Los nemátodos se encuentran en niveles poblacionales bajos.

Atentamente,

Ing. Fernando Rivas  
 ANALISTA FITOPATOLOGO



**ANEXO 19. DATOS CLIMÁTICOS NOVIEMBRE 2014 - ABRIL 2015**

<b>MES</b>	<b>TEMPERATURA C°</b>			<b>Humedad Relativa %</b>
	<b>PROMEDIO</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>	
NOVIEMBRE	14,4	22,9	9,1	58,3
DICIEMBRE	13,6	22	8,9	73,6
ENERO	13,3	20,4	9,5	72,6
FEBRERO	16,4	22,6	10,8	68,9
MARZO	13,8	20,05	10,4	75,8
ABRIL	13,3	20,1	9,7	76,9

**FUENTE: Estación Meteorológica Tunshi – ESPOCH.**