



Septiembre 2018 - ISSN: 1989-4155

METODOLOGÍA APLICADA AL CULTIVO DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L. VAR *CECILIA*) CON NUTRICIÓN FOLIAR CON 2 SOLUCIONES NUTRITIVAS Y 4 DOSIS

Garrido Paredes Rommel Fernando¹
rommel_garrido87@hotmail.com

León Ruiz Juan Eduardo²
jleon@esPOCH.edu.ec

Román Robalino Daniel Arturo³
daniloromanr@yahoo.es

Cevallos Rodríguez Jorge Patricio⁴
jorge.cevallos@esPOCH.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Garrido Paredes Rommel Fernando, León Ruiz Juan Eduardo, Román Robalino Daniel Arturo y Cevallos Rodríguez Jorge Patricio (2018): "Metodología aplicada al cultivo de papa (*solanum tuberosum* L. var *Cecilia*) con nutrición foliar con 2 soluciones nutritivas y 4 dosis", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (septiembre 2018). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/09/metodologia-cultivo-papa.html>

Resumen

El presente trabajo de investigación plantea la metodología para 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; para lo cual 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. La SIN fue para la etapa 1: 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 + Nutri-tha calcio y boro. El factor dosis fue ponderado en: alta, media y

¹ Ingeniero Agrónomo graduado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

² Ingeniero agrónomo, Doctoris Philosophiae - PhD. En Recursos Hídricos en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Magister en Agricultura Sustentable Universidad Técnica de Ambato. actualmente se desempeña como docente Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

³ Ingeniero Agrónomo, Magister en Agricultura Sostenible, Especialista en Gestión de Desarrollo Local y regional en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y actualmente se desempeña como docente en la misma institución.

⁴ Ingeniero agrónomo, Magister en Gestión Ambiental en la Universidad Nacional de Chimborazo, actualmente se desempeña como docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

baja estableciendo finalmente un análisis entre los tratamientos y un cruce de los mismos. Siendo una parte de la investigación macro, donde se detallan los resultados obtenidos con la metodología expuesta, hacia el mejoramiento del cultivo de papa, ya que la principal actividad de los pobladores de las zonas rurales es la agricultura. Por ende, son necesarios los estudios que permitan generar beneficios y mejoramiento de los cultivos.

Palabras claves: metodología, eficacia, rendimiento, población rural, agricultura.

Abstract

The present work of investigation raises the methodology for the effectiveness of the foliar nutrition with 2 nutritious solutions and 4 doses, in the yield of the crop of Pope (*Solanum tuberosum L. var Cecilia*), at the Tunshi-ESPOCH experimental station, Licto parish, Chimborazo province. For which a split plot design was used where: the large plot was the solutions factor (nutritive solution 1 and nutritive solution 2) and the doses were small plots, the experiment had three repetitions per treatment. The SIN was for stage 1: Nutri-tha root, stage 2: Nutri-tha plus then Nutri-tha calcium and boron, stage 3 Nutri-tha magnesium then Nutri-tha engross, stage 4: Nutri-tha engross + Nutri-tha calcium and boron. The dose factor was weighted in: high, medium, low, finally establishing an analysis, between the treatments and a crossing of them. Being a part of macro research, where the results obtained with the exposed methodology are detailed, towards the improvement of the potato crop since the main activity of the inhabitants of rural areas, are dedicated to agriculture. Therefore, studies to generate benefits and improvement of crops are quiet necessary.

Keywords: methodology, efficiency, performance, rural population, agriculture

1. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, una de las estrategias desplegadas por los gobiernos y el sector privado, con el fin de lograr una gran magnitud de producción, ha sido el uso de fertilizantes, de tal modo, que en la actualidad el 50 % de la población mundial depende de fertilizantes; especialmente nitrogenados, para la producción de alimentos y la aplicación de fertilizantes por vía foliar está en aumento, por parte de la agricultura tecnificada (Ferraris, Couretot, & Ponsa, 2007). La aplicación de sustancias fertilizantes mediante la aspersión del follaje con soluciones nutritivas denominado fertilización o abonamiento foliar, es una práctica utilizada ampliamente, supliendo los 16 elementos esenciales en las plantas; permite que un cultivo pueda producir al máximo, por lo tanto las altas producciones generan beneficios a la sociedad, especialmente al trabajador agricultor, que tiene como fuente de ingresos, la cosecha (Altieri, 2009).

La nutrición foliar es una práctica agronómica poco investigada, razón por la cual, existen controversias y mucha expectativa por sus resultados. 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 (Nieto Garibay, Murillo Amador, Troyo Diéguez, Larrinaga Mayoral, & García Hernández, 2002).

Con respecto a la nutrición, con los elementos mayores (N, P, K), actualmente se reconoce que la nutrición foliar puede complementarse 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 de la producción del cultivo, donde es más importante la fertilización foliar (Molina, 2002).

En Chimborazo, el cultivo de papa tiene una elevada importancia por 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 una gran importancia como aporte a la sociedad y sector agrícola Andino.

Según el Plan de Desarrollo del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba [GADCR] (2010), dicho cantón es el gran productor agrícola de Chimborazo. Con relación a la producción provincial representa el 30,0% del total de las UPAs y el 11,1% del total de superficie en hectáreas. El tamaño de las UPAs es inferior al promedio provincial (2,1 has. x UPA para Riobamba y 5,7 has x UPA para Chimborazo). Sin embargo; esta superficie es más productiva que en otros cantones de la provincia, lo cual permite evidenciar otro problema del sector productivo en el cantón, como es el uso intensivo del suelo.

2. JUSTIFICACIÓN

La falta de alimentación en el mundo es uno de los principales problemas, por ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2010), menciona uno de sus objetivos principales que es el “erradicar la pobreza extrema y el hambre”, el cuál enmarca la importancia de la investigación en el área de la agricultura.

Además, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES] (2013), señala en el “Plan Nacional para el Buen Vivir” la base política de soberanía alimentaria, promovida por la actual Constitución de la República del Ecuador en el Art. 281.- que menciona “La Soberanía Alimentaria, constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente”, indica que uno de los objetivos es: “Llegar a la preponderancia del ser humano sobre el capital a través del establecimiento de un sistema económico social y solidario”. Se trata de un modelo que busca la satisfacción de las necesidades humanas a partir del conocimiento, la ciencia y la tecnología, en el marco del respeto a la naturaleza.

Basándonos en dicha premisa, ésta investigación apunta a dar como resultado una solución para mejorar la producción de la papa en la zona de Chimborazo, de esta forma aumentar la producción, generar mayores ingresos a sus productores, quienes venderán a un precio competitivo, por la calidad del producto y se tendrá una producción basta, de manera que ayude a satisfacer las necesidades nutricionales de la sociedad, logrando así reducir la mal nutrición y el hambre. Por estos motivos es menester un estudio que apunte a todos estos aspectos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del lugar

Localización: La presente investigación se realizó en la estación experimental Tunshi de propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el sector Tunshi. Coordenadas: latitud: 01°45'S, la longitud: 78°37'W, altitud: 2756 m.s.n.m.

Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura: 13.42°C; Humedad relativa: 70.03%; Precipitación: 489 mm/año

3.2 Características del suelo

Características físicas: Textura: arena-franca. Estructura: suelta. Pendiente: plana (<2%). Drenaje: bueno. Permeabilidad: bueno. Profundidad: 30 cm

Características químicas: pH (7.0). Materia orgánica (1.5%). Contenido de N (bajo). Contenido de P (bajo). Contenido de K (bajo). Capacidad de Intercambio Catiónico (medio).

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

Tratamientos: Los tratamientos en estudio son 2 soluciones nutritivas foliares en base al estado fenológico del cultivo y 4 dosis de aplicación: Alta, media, baja. Testigo con 3 repeticiones.

El detalle se presenta a continuación:

Unidad Experimental: La parcela experimental tendrá como superficie 20 m² (5 x 4 m) mientras que la parcela neta será de 9,5 m² (2 x 4,75 m), tomando en cuenta la eliminación de los dos surcos borde y dos plantas por surco como borde experimental.

3.3 Materiales

Material experimental: Tubérculo semilla cv. Cecilia.

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

4. METODOLOGÍA

Características del experimento: Número de tratamientos:8. Número de repeticiones: 3. Número de parcelas:24

Parcela: Forma de la parcela: rectangular. Ancho de la parcela: 5m. Largo de la parcela: 4 m.

Distancia de siembra: Entre plantas: 0,40 m. Entre surcos: 1 m.

Tabla 1. Especificaciones del campo experimental

1. Área total del ensayo:	760 m ²
2. Área neta del ensayo:	480 m ²
3. Área neta de la parcela:	9,5 m ²
4. Área total de la parcela:	20 m ²
5. Número de surcos por parcela:	4
6. Número de plantas por surco:	10
7. Número de plantas por parcela:	40
8. Número de semillas por golpe:	2 semillas
9. Número de semillas por surco:	20
10. Número de semillas por parcela:	80

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

4.1 Diseño experimental

Tipo de diseño: Las parcelas de tratamiento se compusieron al azar, en un diseño de parcelas divididas, la cual consta de 2 parcelas con 4 tratamientos, y tres repeticiones (Anexo 1).

Tabla 2. Diseño parcelas divididas

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
----------------	------	------	------	------

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

4.2 Análisis funcional: Primero se realizó un ordenamiento de mayor a menor de las medias obtenidas de cada tratamiento, luego se realizó un análisis de varianza para cada parámetro a evaluar como: porcentaje de emergencia, días a la emergencia, días a la floración, días a la senescencia, altura de la planta a los 30, 60, 90, 120 dds, número de tallos a los 30 y 60 dds, rendimiento total y rendimiento según 4 categorías, luego se determinó los coeficientes de variación para la parcela grande (soluciones) y para las parcelas pequeñas (dosis) expresado en porcentajes, además se realizó la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para los anovas que de diferencias significativas y altamente significativas, finalmente a los tratamientos que tuvieron rangos diferentes en la prueba de Tukey al 5% se realizó la prueba de Dunnett al 5% tomando como control al nivel cero de cada solución.

Esquema del análisis de varianza

Tabla 3. Análisis de varianza para un diseño de parcelas divididas con dos factores.

Parcela completa	
Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	r-1
A	a-1
Error (1)	(r-1)(a-1)
Sub parcelas	
B	(b-1)
AB	(a-1) (b-1)
Error (2)	a (r-1) (b-1)

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015. Fuente: Kuehl (2001)

4.3 Tratamientos

factor A: Soluciones nutritivas

A1: Solución 1

A2: Solución 2

*Al combinar los bioestimulantes se mezclaron en partes iguales.

factor B: Dosis

B1: 0cc/litro (testigo)

B2: 2.5 cc/litro

B3: 5.0 cc/litro

B4: 7.5 cc/litro

4.4 Distribución de los bioestimulantes según la etapa fenológica del cultivo

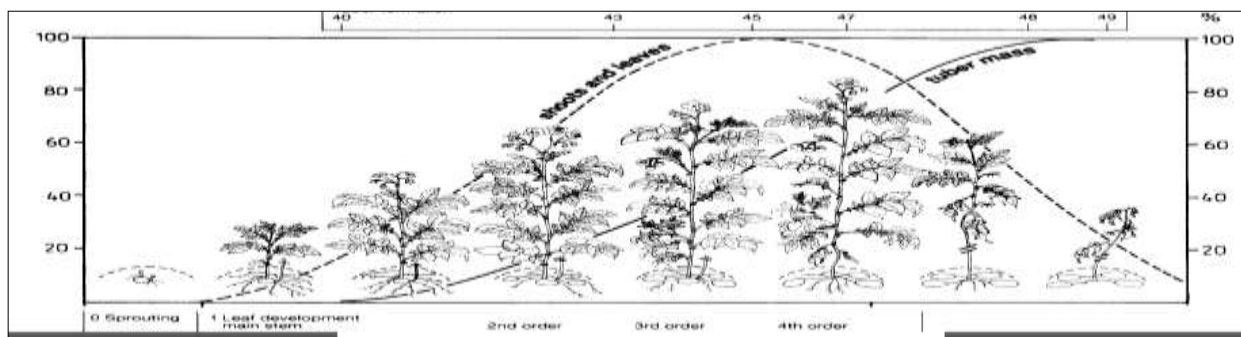


Gráfico 1. Distribución de los bioestimulantes según la etapa fenológica del cultivo

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Fuente: (Enz & Dachler, 1998)

Tabla 4 Etapas fenológicas del cultivo

SDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	ETAPA 1					ETAPA 2					ETAPA 3					ETAPA 4				
S1	N-RAIZ					N-PLUS		N-CALCIO BORO			N-MAGNESIO		N-ENGROSE			N-ENGROSE				
S2	N-RAIZ + N-CALCIO Y BORO					N-PLUS + N-CALCIO Y BORO					N-MAGNESIO + N-CALCIO Y BORO					N-ENGROSE + N-CALCIO Y BORO				

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Fuente: (Peña & García, 2005)

N- = NUTRI-THA

SDE= Semana después de la emergencia (90%).

S1= solución 1

S2= Solución 2

Cálculo del contenido nutricional de las soluciones: La aplicación de fertilizantes foliares requiere del cálculo adecuado de las cantidades de producto en este caso los bioestimulantes de la línea NUTRI-THA que serán mezclados con el agua de acuerdo con la dosis sugerida del nutrimento.

Este proceso tiene que ser exacto porque un cálculo equivocado podría causar una sobredosificación del fertilizante, como éste es aplicado al follaje, el riesgo de provocar una fitotoxicidad es mayor, sin embargo, las características orgánicas de los productos usados en este ensayo evitan una fitotoxicidad en la planta.

Tabla 5. Resumen de composición mineral de los productos bioestimulantes en ppm.

Bioestimulante	Raíz	Ca B	Engrose	Magnesio	Plus
Mineral	ppm	Ppm	Ppm	ppm	Ppm
Nitrógeno (N)	35000	20000	85000	45000	35000
Fosforo (P)	42000	0	22000	10000	22000
Potasio (K)	15000	0	90000	15000	83000
Magnesio (Mg)	25000	0	25000	35000	25000
Azufre (S)	5000	0	5000	5000	5000
Hierro (Fe)	4800	0	4800	4800	4800
Manganeso(Mn)	1200	0	1200	1200	1200
Cobre(Cu)	1250	0	1250	1250	1250
Zinc(Zn)	450	100000	450	450	450
Boro(B)	620	10000	620	620	620
Molibdeno (Mo)	17	0	17	17	17

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Para hacer la transformación de ppm a (%) de cada mineral de la composición bioquímica de cada bioestimulante. Se aplicará la fórmula de 1% = 10000 ppm o mg kg⁻¹

Por ejemplo

10000 ppm -----> 1%

35000 (N) ppm -----> (x)% N

x = 3,5 % de N.

Tabla 6. Composición bioquímica de todos los bioestimulantes en %.

Bioestimulante	Raíz	Ca B	Engrose	Magnesio	Plus
Mineral	%	%	%	%	%
Nitrógeno (N)	3,5	2	8,5	4,5	3,5
Fosforo (P)	4,2	0	2,2	1	2,2
Potasio (K)	1,5	0	9	1,5	8,3
Magnesio (Mg)	2,5	0	2,5	3,5	2,5
Azufre (S)	0,5	0	0,5	0,5	0,5
Hierro (Fe)	0,48	0	0,48	0,48	0,48
Manganeso(Mn)	0,12	0	0,12	0,12	0,12
Cobre(Cu)	0,125	0	0,125	0,125	0,125
Zinc(Zn)	0,045	10	0,045	0,045	0,045
Boro(B)	0,062	1	0,062	0,062	0,062
Molibdeno (Mo)	0,0017	0	0,0017	0,0017	0,0017

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Tabla 7. Densidad de los productos bioestimulantes

Bioestimulante	g/cm3
N-Plus	1,05
N-Raíz	1,27
N-Engrose	1,25
N-Ca B	1,32
N- Magnesio	1,1

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Por ejemplo: un fertilizante en presentación líquida que tiene una densidad de 1,35 g mL⁻¹, significa que cada mL pesa 1,35 g, o lo que es lo mismo, cada litro pesa 1,35 kg. 100 L de este fertilizante pesan 135 kg. Si este producto tiene una concentración de 10% de Zn, el contenido de este elemento que suministra cada litro es de 0,135 kg.

1 L x 1,35 kg L⁻¹ = 1,35 kg
 1,35 kg -----> 100%
 x kg -----> 10% Zn
 x = 0,135 kg de Zn por cada litro de producto

Obtener el contenido de cada mineral sabiendo que la densidad x volumen = peso, entonces se puede decir que en el bioestimulante Nutri-tha Plus 1,05 kg L⁻¹ x 1 L = 1,05 kg. Si este bioestimulante tiene 3,5% de N el contenido de este elemento que suministra cada litro es de 0,03675 Kg o 36.75 g de N.

1 L x 1,05 kg L⁻¹ = 1,05 kg
 1,05 kg -----> 100%
 x kg -----> 3,5 % N
 x = 0,03675 kg de N por cada litro de bioestimulante N-Plus. Al conocer el contenido en g/L de cada mineral por cada litro de bioestimulante podemos saber el contenido nutricional de cada ml de cada producto sabiendo que 1 L = 10 cm x 10 cm x 10 cm = 1000 cm³ = 1000 ml
 36,75 g -----> 1000 ml.
 x kg -----> 1ml
 x = 0,03675 g de N por cada mililitro de bioestimulante N-Plus
 Para expresar en miligramos x mililitro o mg/ml multiplicamos x 1000 ya que 1g = 1000 mg

$0,03675 \text{ g/ml} \times 1000 \text{ mg/g} = 36,75 \text{ mg / ml de N en N-Plus.}$

Tabla 8. Contenido nutricional de cada elemento componente de los bioestimulantes en mg/ml de producto.

Densidad Kg/L ó g/ml	1,27	1,32	1,25	1,1	1,05
Bioestimulante	Raíz	Ca B	Engrose	Magnesio	Plus
Mineral	g/L ó mg/ml	g/L ó mg/ml	g/L ó mg/ml	g/L ó mg/ml	g/L ó mg/ml
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
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	132	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

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Con el contenido nutricional de cada bioestimulante en mg/ml de producto podemos calcular el contenido mineral de los niveles del factor B de nuestro estudio o las dosis de prueba de cada bioestimulante de la siguiente forma:

$36,75 \text{ mg} \rightarrow 1 \text{ ml.}$

$x \text{ g} \rightarrow 2,5 \text{ ml (dosis baja o nivel B1).}$

$x = 91,875 \text{ mg de N por cada 2,5 mililitros de bioestimulante N-Plus.}$

Tabla 9. Contenido nutricional en (mg/ml) de Bioestimulante N-Ca B para sus dosis baja, media, alta.

Nutri-tha Ca B		Dosis baja		Dosis media		Dosis alta
Mineral	g/L ó mg/ml	1,25	2,5	3,25	5,0	7,5
Nitrógeno (N)	26,4	33	66,0	85,8	132,0	198,0
Fosforo (P)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Potasio (K)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Magnesio (Mg)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azufre (S)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hierro (Fe)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manganeso(Mn)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobre(Cu)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calcio (Ca)	132	165	330,0	429,0	660,0	990,0
Boro(B)	13,2	16,5	33,0	42,9	66,0	99,0
Molibdeno (Mo)	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Tabla 10. Contenido nutricional en (mg/ml) de Bioestimulante N-Engrose para sus dosis baja, media, alta.

Nutri-tha Engrose		Dosis baja		Dosis media		Dosis alta
Mineral	g/L ó mg/ml	1,25	2,5	3,25	5,0	7,5
Nitrógeno (N)	106,25	132,8	265,6	345,3	531,3	796,9

Fosforo (P)	27,50	34,4	68,8	89,4	137,5	206,3
Potasio (K)	112,50	140,6	281,3	365,6	562,5	843,8
Magnesio (Mg)	31,25	39,1	78,1	101,6	156,3	234,4
Azufre (S)	6,25	7,8	15,6	20,3	31,3	46,9
Hierro (Fe)	6,00	7,5	15,0	19,5	30,0	45,0
Manganeso(Mn)	1,50	1,9	3,8	4,9	7,5	11,3
Cobre(Cu)	1,56	2,0	3,9	5,1	7,8	11,7
Zinc(Zn)	0,56	0,7	1,4	1,8	2,8	4,2
Boro(B)	0,78	1,0	1,9	2,5	3,9	5,8
Molibdeno (Mo)	0,02	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Tabla 11. Contenido nutricional en (mg/ml) de Bioestimulante N-Magnesio para sus dosis baja, media, alta.

Nutri-tha Magnesio		Dosis baja		Dosis media		Dosis alta
Mineral	g/L ó mg/ml	1,25	2,5	3,25	5,0	7,5
Nitrógeno (N)	49,50	61,88	123,8	160,9	247,5	371,3
Fosforo (P)	11,00	13,75	27,5	35,8	55,0	82,5
Potasio (K)	16,50	20,63	41,3	53,6	82,5	123,8
Magnesio (Mg)	38,50	48,13	96,3	125,1	192,5	288,8
Azufre (S)	5,50	6,88	13,8	17,9	27,5	41,3
Hierro (Fe)	5,28	6,60	13,2	17,2	26,4	39,6
Manganeso(Mn)	1,32	1,65	3,3	4,3	6,6	9,9
Cobre(Cu)	1,38	1,72	3,4	4,5	6,9	10,3
Zinc(Zn)	0,50	0,62	1,2	1,6	2,5	3,7
Boro(B)	0,68	0,85	1,7	2,2	3,4	5,1
Molibdeno (Mo)	0,02	0,02	0,0	0,1	0,1	0,1

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Tabla 12. Contenido nutricional en (mg/ml) de Bioestimulante N-Plus para sus dosis baja, media, alta.

Nutri-tha Plus		Dosis baja		Dosis media		Dosis alta
Mineral	g/L ó mg/ml	1,25	2,5	3,25	5,0	7,5
Nitrógeno (N)	36,75	45,94	91,9	119,4	183,8	275,6
Fosforo (P)	23,10	28,88	57,8	75,1	115,5	173,3
Potasio (K)	87,15	108,94	217,9	283,2	435,8	653,6
Magnesio (Mg)	26,25	32,81	65,6	85,3	131,3	196,9
Azufre (S)	5,25	6,56	13,1	17,1	26,3	39,4
Hierro (Fe)	5,04	6,30	12,6	16,4	25,2	37,8
Manganeso(Mn)	1,26	1,58	3,2	4,1	6,3	9,5
Cobre(Cu)	1,31	1,64	3,3	4,3	6,6	9,8
Zinc(Zn)	0,47	0,59	1,2	1,5	2,4	3,5
Boro(B)	0,65	0,81	1,6	2,1	3,3	4,9
Molibdeno (Mo)	0,02	0,02	0,0	0,1	0,1	0,1

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Tabla 13. Contenido nutricional en (mg/ml) de Bioestimulante N-Raíz para sus dosis baja, media, alta.

Nutri-tha Raíz		Dosis baja		Dosis media		Dosis alta
Mineral	g/L ó mg/ml	1,25	2,5	3,25	5,0	7,5
Nitrógeno (N)	44,45	55,56	111,1	144,5	222,3	333,4

Fosforo (P)	53,34	66,68	133,4	173,4	266,7	400,1
Potasio (K)	19,05	23,81	47,6	61,9	95,3	142,9
Magnesio (Mg)	31,75	39,69	79,4	103,2	158,8	238,1
Azufre (S)	6,35	7,94	15,9	20,6	31,8	47,6
Hierro (Fe)	6,10	7,62	15,2	19,8	30,5	45,7
Manganeso(Mn)	1,52	1,91	3,8	5,0	7,6	11,4
Cobre(Cu)	1,59	1,98	4,0	5,2	7,9	11,9
Zinc(Zn)	0,57	0,71	1,4	1,9	2,9	4,3
Boro(B)	0,79	0,98	2,0	2,6	3,9	5,9
Molibdeno (Mo)	0,02	0,03	0,1	0,1	0,1	0,2

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Finalmente se puede calcular el contenido nutricional de la solución nutritiva en cada aplicación, en función de la cantidad de bioestimulante usado de acuerdo a la cantidad de agua consumida en cada tratamiento y sus repeticiones.

Por ejemplo: El tratamiento A1B2 recibió una aplicación a drench la fecha 26 de diciembre a los 30 días después de la siembra con una dosis baja de 2,5 cc por cada litro de agua consumida, la cantidad de agua ocupada en las 3 repeticiones fue de 9 litros por lo tanto la cantidad de producto a usar fue 22,5 ml del Bioestimulante Nutritha- Raíz el contenido nutricional de esta aplicación será el siguiente.

Tomamos de la tabla (X) de La cantidad de N que contiene el en raizante N-Raíz que es 44,45 mg por cada ml de producto como se utilizaran 22,5ml multiplico:

44,45 mg -----> 1 ml.

x g -----> 22,5 ml (dosis baja o nivel B1).

x = 1000,125 mg de N aplicado en los 3 tratamientos

Por lo tanto:

1000,125 mg de N -----> 3 Tratamientos.

x g -----> 1 Tratamiento ml.

X= 333,375 mg por cada tratamiento.

Si sabemos que en cada tratamiento están 40 plantas para saber la aportación individual por planta será:

Por lo tanto:

333,375 mg de N -----> 40 plantas.

x g -----> 1 planta.

X= 8.33 mg de N por cada planta de papa.

Tabla 14. Contenido mineral aplicado por planta, tratamiento y repeticiones.

Nutri-tha Raíz		Solución 1		
Mineral	mg	3 repeticiones	1 tratamiento	planta
Nitrógeno (N)	44,45	1000,13	333,38	8,33
Fosforo (P)	53,34	1200,15	400,05	10,00
Potasio (K)	19,05	428,63	142,88	3,57
Magnesio (Mg)	31,75	714,38	238,13	5,95
Azufre (S)	6,35	142,88	47,63	1,19
Hierro (Fe)	6,10	137,16	45,72	1,14
Manganeso(Mn)	1,52	34,29	11,43	0,29
Cobre(Cu)	1,59	35,72	11,91	0,30
Zinc(Zn)	0,57	12,86	4,29	0,11
Boro(B)	0,79	17,72	5,91	0,15

Molibdeno (Mo)	0,02	0,49	0,16	0,004
----------------	------	------	------	-------

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

4.6 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 medirán con la pipeta o probeta los diferentes insumos agrícolas líquidos. Se calibrará la bomba de fumigar para saber qué cantidad de agua se consume en cada tratamiento de la siguiente forma: con un recipiente medidor en litros cargar de agua la bomba de aspersión con 10 ó 20 litros de agua.

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 medir el agua que sobra en el equipo de aspersión y mediante la siguiente fórmula calcular la cantidad de agua con la cual se debe 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.

Antes de mezclar los fertilizantes líquidos en cada recipiente con la cantidad de agua consumida (CAC) se corregirá el pH, la dureza y tensión superficial del agua de la siguiente forma: se pondrán un nivelador de pH (Indicate 5), adherente (Arpón), nivelador de dureza del agua (Cosmo agua) y se agitará la solución con una vara durante 2 minutos.

Finalmente se prepararon 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 aplicaron como detallamos a continuación:

Tabla 15. Descripción de la preparación de las soluciones nutritivas y su aplicación

Etapas Fenológicas 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. (L)	Cantidad de agua por cada Etapa del Cultivo. (L)	Cantidad de agua en cada Bioestimulante. (L)
etapa 1	Drench	26-dic	30	20	11	9	21	21
	Drench	09-ene	45	20	8	12		
etapa 2	Foliar	12-ene	60	10	6,5	4,5	14	9
	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	5
	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	14,5

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

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

Se elaboro la solución nutritiva 1y 2 se aplicó en drench de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Raíz en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Raíz en dosis 5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Raíz en dosis 7,5ml por litro de agua.

Tabla 16. Cantidad de Producto a usar para la solución 1 a los 30 y 45 DDS

Solución Nutritiva 1	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de Bioestimulante a usar (ml)		cantidad de N-Raíz (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
			alta	7,5	67,5	
26-dic	30		media	5	45	9
			baja	2,5	22,5	
			suma		135	
09-ene	45		alta	7,5	90	12
			media	5	60	
			baja	2,5	30	
			suma		180	
			total		315	

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Se elaboro la solución 2 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Raíz en dosis 1,25 ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 1,25 ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Raíz en dosis 2,5ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Raíz en dosis 3,25ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 3,25ml por litro de agua.

Tabla 17. Cantidad de producto a usar en la solución 2 a los 30 y 45 DDS

Solución Nutritiva 2	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)			cantidad de N-Raíz (ml)	cantidad de N-Calcio Boro (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
			Alta	3,25	3,25	29,25	29,25	
26-dic	30		Media	2,5	2,5	22,5	22,5	9
			Baja	1,25	1,25	11,25	11,25	
			suma			63	63	
09-ene	45		Alta	3,25	3,25	39	39	12
			Media	2,5	2,5	30	30	
			baja	1,25	1,25	15	15	
			suma			84	84	
			total			147	147	

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Durante el estado fenológico del cultivo de papa *Solanum tuberosum* variedad Cecilia denominado la Etapa 2 recibirá aplicaciones en los días siguientes: 12, 26 de enero y 9 de febrero del 2014.

Se elaboro la solución nutritiva 1 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Plus en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Plus en dosis 5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Plus en dosis 7,5ml por litro de agua.

Tabla 18. Cantidad de producto a usar de la solución 1 a los 60 y 75 DDS

Solución Nutritiva 1	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)		cantidad de N-Plus (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	12-ene	60	Alta	7,5	33,75	4,5
			Media	5	22,5	
			Baja	2,5	11,25	
				suma	67,5	
	26-ene	75	Alta	7,5	33,75	4,5
			Media	5	22,5	
			Baja	2,5	11,25	
				suma	67,5	
				total	135	

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

En la fecha 9 de febrero del 2014 se realizaron una aplicación de:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Calcio y Boro en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Calcio y Boro en dosis 5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Calcio y Boro en dosis 7,5ml por litro de agua.

Tabla 19. Cantidad de producto a usar de la solución 1 a los 90 DDS

Solución Nutritiva 1	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)		cantidad de N- Calcio Boro (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	09-feb	90	Alta	7,5	37,5	5,0
			Media	5	25	
			Baja	2,5	12,5	
				suma	75	

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Se elaboro la solución 2 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Plus en dosis 1,25 ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 1,25 ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Plus en dosis 2,5ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Plus en dosis 3,25ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 3,25ml por litro de agua.

Tabla 20. Cantidad de producto a usar de la solución 2 a los 60 y 75 y 90 DDS

Solución Nutritiva 2	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)			cantidad de N-Plus (ml)	cantidad de N- Calcio Boro (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	12-ene	60	alta	3,25	3,25	14,625	14,625	4,5

			media	2,5	2,5	11,25	11,25	
			baja	1,25	1,25	5,625	5,625	
				suma		31,5	31,5	
	26-ene	75	alta	3,25	3,25	14,625	14,625	4,5
			media	2,5	2,5	11,25	11,25	
			baja	1,25	1,25	5,625	5,625	
				suma		31,5	31,5	
	09-feb	90	alta	3,25	3,25	16,25	16,25	5
			media	2,5	2,5	12,5	12,5	
			baja	1,25	1,25	6,25	6,25	
				suma		35	35	
						total	98	98

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Durante el estado fenológico del cultivo de papa *Solanum tuberosum* variedad Cecilia denominado la Etapa 3 recibirá aplicaciones en los días siguientes: 23 de febrero, 2 y 16 de marzo del 2015 y en la fecha 23 de febrero del 2014 se realizó una aplicación así:

Se elaboro, la solución nutritiva 1 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Magnesio en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Magnesio en dosis 5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Magnesio en dosis 7,5ml por litro de agua.

Tabla 21. Cantidad de producto a usar de la solución 1 a los 105 DDS

Solución Nutritiva 1	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)		cantidad de N- Magnesio (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	23-feb	105	alta	7,5	37,5	5,0
			media	5	25	
			baja	2,5	12,5	
			suma		75	

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Se elaboro la solución 2 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Magnesio en dosis 1,25 ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 1,25 ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Magnesio en dosis 2,5ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Magnesio en dosis 3,25ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 3,25ml por litro de agua.

Tabla 22. Cantidad de producto a usar de la solución 2 a los 105 DDS

Solución Nutritiva 2	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de Bioestimulante a usar (ml)			cantidad de N- Magnesio (ml)	cantidad de N- Calcio Boro (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	23-feb	105	alta	3,25	3,25	16,25	16,25	5
			media	2,5	2,5	12,5	12,5	
			baja	1,25	1,25	6,25	6,25	
					suma	35	35	

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

En la fecha 16 y 30 de marzo del 2015 se realizaron una aplicación así:

Se elaboro la solución nutritiva 1 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 7,5ml por litro de agua.

Tabla 23. Cantidad de producto a usar de la solución 1 a los 120 y 135 DDS

Solución Nutritiva 1	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)		Cantidad de N-Engrose (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	02-mar	120	alta	7,5	37,5	5
			media	5	25	
			baja	2,5	12,5	
			suma		75	
	16-mar	135	alta	7,5	37,5	5
			media	5	25	
			baja	2,5	12,5	
			suma		75	
			total		150	

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Se elaboro la solución 2 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 1,25 ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 1,25 ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 2,5ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 3,25ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 3,25ml por litro de agua.

Tabla 24. Cantidad de producto a usar de la solución 2 a los 120 y 135 DDS

Solución Nutritiva 2	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)			Cantidad de N-Engrose (ml)	cantidad de N-Calcio Boro (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	02-mar	120	alta	3,25	3,25	16,25	16,25	5
			media	2,5	2,5	12,5	12,5	
			baja	1,25	1,25	6,25	6,25	
			suma			35	35	
	16-mar	135	alta	3,25	3,25	16,25	16,25	5
			media	2,5	2,5	12,5	12,5	
			baja	1,25	1,25	6,25	6,25	
			suma			35	35	
			total			70	70	

Elaborado por: Equipo de investigación,2015.

Durante el estado fenológico del cultivo de papa *Solanum tuberosum* variedad Cecilia denominado la Etapa 4 recibirá 1 aplicación el día siguiente: 30 de marzo del 2015.

Se elaboro la solución nutritiva 1 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 7,5ml por litro de agua.

Tabla 25. Cantidad de producto a usar de la solución 1 a los 150 DDS

Solución Nutritiva 1	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)		Cantidad de N- Engrose (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	30-mar	150	alta	7,5	33,75	4,5
			media	5	22,5	
			baja	2,5	11,25	
			suma		67,5	

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Se elaboro la solución 2 de la siguiente forma en:

Dosis baja. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 1,25 ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 1,25 ml por litro de agua.

Dosis media. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 2,5ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 2,5ml por litro de agua.

Dosis alta. Se pondrá Nutri-tha Engrose en dosis 3,25ml + Nutri-tha Calcio y boro en dosis 3,25ml por litro de agua.

Tabla 26. Cantidad de producto a usar de la solución 2 a los 150 DDS

Solución Nutritiva 2	fecha de Aplicación	Días después de la Siembra (DDS)	Dosis de bioestimulante a usar (ml)			Cantidad de N- Engrose (ml)	cantidad de N- Calcio Boro (ml)	CAC = Cantidad de agua consumida. (L)
	30-mar	150	alta	3,25	3,25	14,625	14,625	4,5
			media	2,5	2,5	11,25	11,25	
			baja	1,25	1,25	5,625	5,625	
			suma			31,5	31,5	

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

4.7 Análisis Combinatorio

Tabla 27. Análisis combinatorios

TRATAMIENTO	CÓDIGO	Descripción
T1	A1B1	Aplicación foliar de 0cc/L de la solución 1 cada 14 días
T2	A1B2	Aplicación foliar de 2.5cc/L de la solución 1 cada 14 días
T3	A1B3	Aplicación foliar de 5cc/L de la solución 1 cada 14 días
T4	A1B4	Aplicación foliar de 7.5cc/L de la solución 1 cada 14 días
T5	A2B1	Aplicación foliar de 0cc/L de la solución 2 cada 14 días
T6	A2B2	Aplicación foliar de 2.5cc/L de la solución 2 cada 14 días
T7	A2B3	Aplicación foliar de 5cc/L de la solución 2 cada 14 días
T8	A2B4	Aplicación foliar de 7.5cc/L de la solución 2 cada 14 días

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

4.8 Distribución del ensayo en el campo

La distribución de los tratamientos se los realizó al azar conforme al diagrama del (Anexo 1).

Tabla 28. Distribución al azar de los tratamientos en el ensayo.

SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 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

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Tabla 29 Resumen de tratamientos según su dosis.

DOSIS	MI	TRATAMIENTO
ALTA	7.5	D,E,F
MEDIA	5.0	G,H,I
BAJA	2.5	J,K,L
TESTIGO	0.0	A,B,C

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

Tabla 30. Descripción de la distribución al azar de los tratamientos.

CÓDIGO	REPETICIÓN	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
A1B1	R1	A	Aplicación foliar de 0cc/L de la solución 1 cada 14 días
	R2	B	
	R3	C	
A1B2	R1	J	Aplicación foliar de 2.5cc/L de la solución 1 cada 14 días
	R2	K	
	R3	L	
A1B3	R1	G	Aplicación foliar de 5cc/L de la solución 1 cada 14 días
	R2	H	
	R3	I	
A1B4	R1	D	Aplicación foliar de 7.5cc/L de la solución 1 cada 14 días
	R2	E	
	R3	F	
A2B1	R1	A	Aplicación foliar de 0cc/L de la solución 2 cada 14 días
	R2	B	
	R3	C	
A2B2	R1	J	Aplicación foliar de 2.5cc/L de la solución 2 cada 14 días
	R2	K	
	R3	L	
A2B3	R1	G	Aplicación foliar de 5cc/L de la solución 2 cada 14 días
	R2	H	
	R3	I	
A2B4	R1	D	Aplicación foliar de 7.5cc/L de la solución 2 cada 14 días
	R2	E	
	R3	F	

Elaborado por: Equipo de investigación, 2015.

5. DISCUSIÓN

Otras investigaciones realizadas por Trinidad Santos & Aguilar Manjarrez (2010), determinan que en la formulación foliar se debe analizar el pH de la solución, surfactantes y adherentes, presencia de sustancias activadoras, concentración de la solución, nutrimentos y el ion acompañante en la aspersión. Varios trabajos de fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva

de los cultivos, sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables. Pero, el autor Howeler (2010), acota diciendo que, para poder interpretar los análisis de tejidos, se debe muestrear el tejido indicativo en la época indicada para cada cultivo; de esa manera, se pueden comparar los datos obtenidos con los rangos o niveles críticos que se encuentran. Se debe tener en cuenta que estos niveles pueden cambiar con las variaciones en el clima, la tasa de crecimiento de la planta, o, con la presencia o ausencia de otros elementos. A su vez, se puede establecer el estado nutricional de las plantas muestreadas y tomar las decisiones necesarias para optimizar la producción económica del cultivo.

Hernández Córdova (2013) menciona: “Recalcar, que la fertilización foliar, es una realidad en la nutrición de los cultivos y que ésta práctica, utilizada convenientemente, optimiza la capacidad productiva de las cosechas tanto de gramíneas, leguminosas, hortalizas, plántulas de vivero, frutales y especies forestales. La fertilización foliar, entonces, es realmente un apoyo o respaldo a la fertilización edáfica para sobrepasar los rendimientos subóptimos”.

El diagnóstico foliar es considerado como un método, destinado a evaluar el estado nutricional de las plantas y la necesidad de fertilizante de los cultivos. Mencionan los autores, que, el nivel fisiológico-económico es el límite de concentración del elemento nutricional, en el tejido de la hoja abajo del cual la producción es reducida y arriba del cual, el uso del fertilizante ya no es económico. Se sostiene que el diagnóstico foliar puede ser usado tanto como un medio para recomendar dosis de fertilizantes a aplicar, como para ajustar programas de fertilización, particularmente en cultivos perennes. En muchos casos, los análisis del suelo y la hoja usados en conjunto, pueden ofrecer mejores informaciones en relación al uso de fertilizantes, que cualquiera de esos métodos usados en forma separada (Malavolta, Vitti, & Oliveira, 2009).

6. CONCLUSIONES

La metodología empleada en el estudio presenta los valores adecuados que se debe aplicar en un cultivo de papas, como es el caso de la *Solanum tuberosum* L. *Var cecili*, para obtener un producto de calidad y con mejores nutrientes, siendo beneficiarios los agricultores en el ámbito económico, con el abastecimiento del producto en los mercados y satisfaciendo las necesidades alimentarias. Debido a que la fertilización foliar ha demostrado bondades, es una respuesta positiva en los cultivos, para finalmente desarrollar siembras agroecológicas e incrementar el rendimiento agrícola, esto se puede complementar con otros estudios realizados en varios cultivos, que son expuestos en la discusión.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. (2009). *La agricultura moderna: impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable*. University of California, Berkeley, Department of Environmental Science, Policy and Management. Berkeley, CA, USA.
- Enz, M., & Dachler, C. (1998). *Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas: patata*. Recuperado el 2014, de <http://download1319.mediafire.com/677yqd3s0gpg/lpj1i6nykr5tcvp/73156206-fenologiaspdf>
- Ferraris, I., Couretot, L., & Ponsa, J. (2007). *Respuesta del maíz a la fertilización complementaria*. In Actas Simposio de Tecnología de la Fertilización. Avances en el manejo de los fertilizantes. AACSFABA, Buenos Aires. CD-Rom.
- Gobierno Autonomo Descentralizado del Cantonal Riobamba [GADCR]. (2010). *Plan Estrategico de Desarrollo cantonal Riobamba 2020 del Gobierno Con Participación Ciudadana Para El Desarrollo. Propuesta Metodológica. (en línea) Riobamba. Ilustre Municipalidad de Riobamba*. Obtenido de http://pep2022.posadas.gov.ar/uploads/pep2022/Riobamba_2020_Plan_Estrategico.pdf

- Hernández Córdova, N. &. (2013). *Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento*. Bogota : Cultivos Tropicales, 34(2), 24-29.
- Holdridge, L. (1992). *Ecología basada en zonas de vida*. Traducido por Humberto Jiménez. San José - Costa Rica: IICA. 216 p.
- HOWELER, R. (2010). *ANALISIS DEL TEJIDO VEGETAL EN EL DIAGNOSTICO DE PROBLEMAS NUTRICIONALES*. Cali , Colombia.
- Kuehl, R. (2001). *Diseño de experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición. México, D.F: Thomson.
- Malavolta, E., Vitti, G., & Oliveira, S. (2009). Evaluación del estado nutricional de las plantas. Principios y aplicaciones. *Boletín de PROMECAFE. Guatemala*.
- Molina, E. (2002). *Fertilizantes Foliares Principios y Aplicaciones*. Costa Rica.
- Nieto Garibay, A., Murillo Amador, B., Troyo Diéguez, E., Larrinaga Mayoral, J., & García Hernández, J. (2002). *El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible de chile (capsicum annuum l.) en zonas áridas*. Chile: Interciencia, 27(8), 417-421.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]. (2010). *Ayudar a eliminar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición*. Obtenido de <http://www.fao.org/about/what-we-do/so1/es/>
- Peña, & García. (2005). *ESTUDIO DE LA CADENA DE LA PAPA EN ECUADOR (en línea)*. Quito ECU. FAO ESA- CIP. Obtenido de Disponible en: ftp://ftp.fao.org/es/esa/lisfame/cadena_papa.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Obtenido de Todo el Mundo Mejor. (en línea). Quito.: http://www.buenvivir.gob.ec/pnbv-popup/-/asset_publisher/B9gE/content/version-plan-nacional-2013-2017
- Trinidad Santos , A., & Aguilar Manjarrez, D. (2010). FERTILIZACION FOLIAR, UN RESPALDO IMPORTANTE EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS. (n. 3.-s. vol. 17, Ed.) *Terra Latinoamericana*, pp. 247-255.

8. ANEXOS

Anexo 1

Diseño de las parcelas establecidas para la metodología aplicada

