

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

“Efecto de formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos) y formulación química (omega 3, 6, 9 más extracto de algas marinas y silicio) en el aprovechamiento del fósforo no soluble del suelo, por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*) variedad superchola en la parroquia González Suárez, cantón Tulcán, provincia del Carchi, Ecuador.”

**Tesis de grado previa la obtención del título de
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario**

AUTOR: Juan Miguel Almeida León

ASESOR: Ing. Jeysonn Palma Mera

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2014

I. CERTIFICADO.

Certifico que el estudiante Juan Miguel Almeida León con el número de cédula 040155474-6 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Efecto de formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos) y formulación química (omega 3, 6, 9 más extracto de algas marinas y silicio) en el aprovechamiento del fósforo no soluble del suelo, por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*) variedad superchola en la parroquia González Suárez, cantón Tulcán, provincia del Carchi, Ecuador.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Jeysonn Palma Mera

Tulcán, 09 de abril del 2014

II. AUTORÍA DE TRABAJO.

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Juan Miguel Almeida León con cédula de identidad número declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

Juan Miguel Almeida León

Tulcán, 09 de abril del 2014

III. ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.

Yo, Juan Miguel Almeida León, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 09 de abril del 2014

Juan Miguel Almeida León
CI 040155474 - 6

IV. AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios, que desde el cielo me envía siempre sus bendiciones, ayuda y consejos, para superar cada uno de los obstáculos que se me han presentado en el transcurso del diario vivir.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi específicamente a la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, por ser la guía de mi preparación profesional, con la inculcación de conocimientos y experiencias compartidas a lo largo de la carrera universitaria.

A mi tutor, Ing. Jeysonn Palma de una manera especial, por sus indicaciones, preocupación y criterios brindados a lo largo de todo el proceso investigativo.

A los promotores de la empresa Agrovalle y Neoquim, por sus asesorías técnicas en la fase experimental del trabajo investigativo.

A los docentes de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario una inmensa gratitud por su amistad desinteresada y su apoyo, durante el transcurso de mi formación académica.

V. DEDICATORIA.

Este trabajo investigativo se lo dedico: A mis padres que siempre me han brindado el apoyo y comprensión; para cumplir cada uno de los objetivos que me he planteado.

A mi novia Joselyn, por su ayuda en los momentos difíciles de la vida, y su apoyo incondicional para salir adelante siempre.

A mi hermana Sofía, que siempre estuvo conmigo; en cada fase de la investigación.

Y en general a todas las personas; que brindaron su ayuda desinteresada, para lograr concluir este trabajo.

VI. ÍNDICE GENERAL

I. CERTIFICADO.....	ii
II. AUTORÍA DE TRABAJO.....	iii
III. ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.	iv
IV. AGRADECIMIENTO.....	v
V. DEDICATORIA.....	vi
XI.RESUMEN EJECUTIVO.....	-1-
XII.INTRODUCCIÓN.....	-4-
I. PROBLEMA.....	-6-
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	-6-
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	-7-
1.3 DELIMITACIÓN.....	-7-
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	-7-
1.5 OBJETIVOS.....	-8-
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	-9-
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	-9-
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	-10-
2.3 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	-11-
2.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	-13-
2.4.1 CULTIVO DE PAPA.....	-13-
2.4.1.1 Clasificación taxonómica y características de la papa superchola.....	-13-
2.4.1.2 La planta de papa y sus partes.....	-14-
2.4.1.3 Tecnología del cultivo.....	-15-

2.4.1.4 Etapas Fenológicas del cultivo de papa.....	-17-
2.4.1.5 Cosecha.....	-19-
2.4.1.6 Fertilización del cultivo de papa.....	-20-
2.4.1.7 Principales Plagas que Atacan al Cultivo de Papa. <i>Solanum tuberosum.L.</i>	-21-
2.4.1.8..... Principales enfermedades que atacan al cultivo de papa <i>Solanum- tuberosum.L.</i>	-21-
2.4.2 NUTRICIÓN A BASE DE FÓSFORO.....	-22-
2.4.2.1 Función.....	-22-
2.4.2.2 Diferentes fuentes de fósforo.....	-22-
2.4.2.3 Formas de fósforo en el suelo.....	-23-
2.4.2.4 Pérdidas y ganancias de fósforo.....	-25-
2.2.2.5 Disponibilidad del fósforo para las plantas.....	-25-
2.2.2.6 La deficiencia de fósforo.....	-26-
2.2.2.7 El exceso de fósforo.....	-26-
2.2.2.8 El análisis de fósforo en el suelo.....	26-
2.2.2.9 Factores que afectan la disponibilidad de fósforo para las plantas...-	-28-
2.4.3 LAS MICORRIZAS.....	-29-
2.4.3.1 Concepto.....	-29-
2.4.3.2 Tipos.....	-29-
2.4.3.3 Funciones.....	-30-
2.4.3.4 Ventajas.....	-31-
2.4.4 ACTIVADORES BIOLÓGICOS (MICROORGANISMOS EFICIENTES) -	-32-
2.4.4.1 Concepto.....	-32-
2.4.4.2 Función.....	-32-
2.4.4.3 Tipos.....	-33-

2.4.5. OMEGA 3, 6, 9 ALGAS MARINAS Y SILICIO	-33-
2.4.5.1 Omega 3, 6, 9.	-33-
2.4.5.2 Algas Marinas	-33-
2.4.6 USOS DEL SILICIO EN LA AGRICULTURA	-35-
2.4.6.1 Efecto del Silicio en el sistema radicular.	-35-
2.4.6.5 Concentración de Silicio en el suelo.	-35-
2.4.6.7 Beneficios del Silicio en el suelo.	-35-
2.5 VOCABULARIO TÉCNICO.	-36-
2.6 HIPÓTESIS.....	-38-
2.6.1 Hipótesis nula.	-38-
2.6.2 Hipótesis alternativa.....	-38-
2.7 VARIABLES.....	-38-
III.METODOLOGÍA.....	-39-
3.1.MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.	-39-
3.2TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	-39-
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	-40-
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	-43-
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	-48-
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	-56-
3.6.1. Análisis de resultados, variables del cultivo.	-56-
3.6.2. Análisis de resultados variables del fósforo aprovechado por el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum. L</i>).....	-63-
3.6.2.1 Análisis de suelo pre-siembra (ppm de fósforo disponible).....	-63-
3.6.2.2 Análisis de suelo 100 días después de la siembra (ppm de fósforo disponible).....	-64-

3.6.2.3 Análisis foliar (% de fósforo en hojas) plantas de papa.	-65-
3.6.2.4 Análisis de suelo 170 días después de la siembra (ppm de fósforo disponible).....	-67-
3.6.3. Análisis de suelo inicial, medio y final de cada tratamiento vs rendimiento de cosecha en kg/ha.	-69-
3.6.4 RELACIÓN COSTO – BENEFICIO.....	-72-
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	-74-
BIBLIOGRAFÍA.....	-76-

VII. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 . CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA.	-13-
Cuadro 2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDAD DE PAPA SUPERCHOLA.....	-14-
Cuadro 3. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE PAPA.....	-17-
Cuadro 4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN EL “MÉTODO OLSEN”	-27-
Cuadro 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN EL “MÉTODO BRAY”	-28-
Cuadro 6. COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE FÒSFORO	-28-
Cuadro 7. RELACIÓN COSTO–BENEFICIO DE CADA TRATAMIENTO.....	-72-

VIII. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA INVESTIGACIÓN EN CAMPO.....	-40-
Tabla 2. MUESTRA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA INVESTIGACIÓN EN CAMPO	41-
Tabla 3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	-43-
Tabla 4. TRATAMIENTOS, REPETICIONES Y DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE ELLOS.....	-49-
Tabla 5. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	-50-
Tabla 6. ADEVA PARA RENDIMIENTO DE COSECHA CULTIVO DE PAPA EN kg/ha A LOS 168 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.....	-61-
Tabla 7: PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% PARA EL RENDIMIENTO DE COSECHA CULTIVO DE PAPA EN kg/ha A LOS 168 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.....	-62-
Tabla 8. ADEVA ANÁLISIS DE SUELO 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÒSFORO DISPONIBLE).....	-64-
Tabla 9. PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% ANÁLISIS DE SUELO 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÒSFORO DISPONIBLE).....	-64-
Tabla 10. ADEVA ANÁLISIS FOLIAR (% DE FÒSFORO EN HOJAS) PLANTAS DE PAPA.	-65-
Tabla 11. PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% ANÁLISIS FOLIAR (% DE FÒSFORO EN HOJAS) PLANTAS DE PAPA.	-66-
Tabla 12. ADEVA PARA ANÁLISIS DE SUELO 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÒSFORO DISPONIBLE).	-67-
Tabla 13: PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% PARA ANÁLISIS DE SUELO 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÒSFORO DISPONIBLE).....	-67-

Tabla 14. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELO INICIAL, MEDIO Y FINAL DE CADA TRATAMIENTO VS RENDIMIENTO DE COSECHA EN kg/ha.....	-70-
--	------

IX. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. PLANO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN CAMPO	-40-
Ilustración 2. PLANO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN CAMPO	-41-
Ilustración 3. ADEVA EMERGENCIA DE PLANTAS (%) A LOS 30 DÍAS POST SIEMBRA	-57-
Ilustración 4. ALTURAS DE PLANTA (cm) A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	-58-
Ilustración 5. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	-59-
Ilustración 6. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA A LOS 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.	-60-
Ilustración 7. DIÁMETRO PROMEDIO DE TUBÉRCULO (cm)	-61-
Ilustración 8. RENDIMIENTO DE COSECHA CULTIVO DE PAPA EN kg/ha A LOS 168 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.....	-62-
Ilustración 9. ANÁLISIS DE SUELO PRE-SIEMBRA (ppm DE FÒSFORO DISPONIBLE)	-63-
Ilustración 10. ANÁLISIS DE SUELO 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE	-65-
Ilustración 11. ANÁLISIS FOLIAR (% DE FÓSFORO EN HOJAS) PLANTAS DE PAPA.....	-66-
Ilustración 12. ANÁLISIS DE SUELO 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE)	-68-

Ilustración 13. ANÁLISIS DE SUELO INICIAL, MEDIO Y FINAL DE CADA TRATAMIENTO VS RENDIMIENTO DE COSECHA EN kg/ha.....	-69-
Ilustración 14. RELACIÓN COSTO–BENEFICIO DE CADA TRATAMIENTO.....	-72-

X. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. RECURSOS ECONÓMICOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN	-81-
Anexo 2. ANÁLISIS DE SUELO PRE-SIEMBRA.	-86-
Anexo 3. ANÁLISIS DE SUELO II 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	-87-
Anexo 4. ANÁLISIS DE SUELO III POST-SIEMBRA 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.....	-88-
Anexo 5. ANÁLISIS FOLIAR DE HOJAS DE PLANTAS DE PAPA	-90-
Anexo 6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ETAPA DE PRE-SIEMBRA.....	-91-
Anexo 7. TRAZADO Y SURCADO DEL TERRENO PARA DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.	-92-
Anexo 8. SIEMBRA DEL CULTIVO Y POSTERIOR INCORPORACIÓN DE MICORRIZAS EN EL TRATAMIENTO 1	-92-
Anexo 9. TOMA DE DATOS, PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE PLANTAS DE PAPA Y CALIBRACIÓN DE LA BOMBA PARA POSTERIOR APLICACIÓN FOLIAR.....	-93-
Anexo 10. VISTA GENERAL DEL ENSAYO A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.....	-93-
Anexo 11. PRIMERA FERTILIZACIÓN EDÁFICA A TODO EL ENSAYO.	-94-
Anexo 12. TOMA DE ALTURA DE PLANTAS A LOS 70 DÍAS.....	-94-
Anexo 13. APLICACIÓN DE TRATAMIENTO T2 ACTIVADORES BIOLÓGICOS.....	-95-

Anexo 14. APLICACIÓN DE TRATAMIENTO T3 SILICIO Y ÁCIDOS OMEGA 3, 6, 9 Y EXTRACTO DE ALGAS MARINAS.	-95-
Anexo 15. SEGUNDA APLICACIÓN DE FERTILIZANTE A NIVEL EDÁFICA EN DRENCH	-96-
Anexo 16. SEGUNDO APORQUE DEL ENSAYO.	-96-
Anexo 17. VISTA GENERAL DEL CULTIVO A LOS 3 MESES DESPUÉS DE LA SIEMBRA Y APLICACIÓN FOLIAR.....	-97-
Anexo 18. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO Y HOJAS PARA SU POSTERIOR ANÁLISIS	-97-
Anexo 19. COSECHA DE TODOS LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.....	-98-
Anexo 20. CLASIFICACIÓN Y PESADO DE CADA TRATAMIENTO Y REPETICIÓN.	-98-

XI. RESUMEN EJECUTIVO.

Las nuevas tecnologías, manejadas a nivel agrícola, están afianzadas en producir alimentos cada vez más sanos y de calidad, optimizando al máximo los recursos necesarios, y buscando mejores rendimientos de cosecha. Por ello fue conveniente enfocar esta investigación en el aprovechamiento del “fósforo” no soluble, un macronutriente, presente en los suelos; por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*), el cual es fundamental para su desarrollo y producción.

Para poder cumplir con estos fines se empleó un modelo estadístico Diseño de Bloques Completamente al Azar, además fueron trabajados 4 tratamientos como son: tratamiento 1= Aplicación de micorrizas en dosis de 100g/planta, tratamiento 2= Activadores biológicos en dosis de 4L/20L de agua, tratamiento 3= Silicio y ácidos omega 3, 6, 9 y extracto de algas en dosis de 30 cc y 40 cc/20L de agua respectivamente y por último un tratamiento 4= Testigo absoluto. Además de haber establecido 4 réplicas de los tratamientos antes mencionados.

Se inició con un análisis de suelo antes de la siembra, en la etapa de floración del cultivo y después de la cosecha; además fue realizado la toma de datos de porcentaje de emergencia, alturas de planta, número de tallos, análisis físico-químico de hojas, rendimiento de cosecha y un análisis de costo/beneficio, para determinar el grado de rentabilidad de cada tratamiento.

El tratamiento que reveló los valores más altos en lo correspondiente a rendimientos de cosecha y más rentables en costo/beneficio es el tratamiento 2 (activadores biológicos), con 55,625 kg/ha producida, y 1,80 dólares de costo beneficio; es decir que por cada dólar invertido recuperamos 0.80 usd, a este le siguen el tratamiento 3 (silicio y ácidos omega 3, 6, 9 y extracto de algas) con 46,562.50 Kg/ha producida y 1,50 dólares de costo beneficio.

XII. ABSTRACT.

The new technologies that are handled in a farm level are strengthened greatly in producing healthy food, fully optimizing the necessary resources in order to get them and looking for the best crop yield. For this reason, we have thought to focus our research on the use of macronutrient “phosphor” not soluble in the soil, by the potato crop, which is an essential nutrient for development and production.

To meet these goals we developed a statistical model “Completely at Random Block Design”, furthermore we worked with 4 treatments such us: 1 = application of mycorrhizae in doses of 100g / plant, 2 = application of biological activators in doses of 4L / 20L of water, 3 = application of silicon and omega 3, 6, 9 and extract of algae 40cc / 30cc doses / 20L of water respectively and finally an absolute control 4, without applying any extra treatment. In addition, we established 4 replicates of the above treatments.

Likewise a severe monitoring was performed, establishing first: An analysis of soil before sowing, another in the flowering crop stage and finally after harvest, furthermore we established data with sprouting percentage, plant height, number of stalks, physical and chemical analysis of leaves, performance of crop yield and cost / benefit to determine the grade of effectiveness of each treatment.

The treatment that produced the highest value in crop and was more profitable in cost / benefit is T2 (biological activators), with 556225 kg / ha production and 1.80 dollars cost benefit, the next is T3 treatment (silicon acids and omega 3, 6, 9 and algae extract) with 46,562.50 kg /ha production and \$ 1,50 cost profit.

RUNA SHIMIPI KELFASHKA

Kai mushuk ashta huan rikuykunami llukshishpa kan kai tarpushka, kachun mascanchimi tarpush kakuna ali wuacha rishka kachun chaymandami shuk rikuy kanata maskanchi ali cuchin pakuyla” kai alpapi, tarpushka ali mirashka kachun.

Kai kunata ashtawan pakta chingapak llankar kanchimi, 4 jambingapakchi, 1 = ashaguta churangapak kai 100g / yurakunapaka, 2 = shinallata ashalaguta 4L / 20L yakuta, 3 = kai jamby omega 3, 6, 9 shuk algas jambitapash 30cc 40cc / 20L yakuta ña tukuri nallapi churanmi 4 kai kunami kan ali kachun.

Kai kunata kallarin gapaka shuk rikui kunataramari shynarka alpakuna ali kachu nara tarpuk pillata, shina llata: moro kunata tanda chishka jipa alpa ali kida chun: ashta wan garu rikurkami yurakunata mirarishkata alto viña shkakunata, kashpi mirashkakunata fangakuna tapish, y moro kunata tanda najushkata mashna valish kakunata tanda chispa kangapak jambish kukanata mirarishkakunata rikungapak.

Kai jambi kunami ashtawan karu rikurinkakuna shina llata tarpushkakuna pish ash kata wacha rishkami (actividades biológicas). Kanmi 55625kg / marishkami 1,80 dólares shuk dólar gastashka mandami 0,80 centavos, tami llu chishcanchi kaipimi katin jambish kakuna 3 (silicio y ácidos omega 3, 6, 9 y extracto de algas) kai 46,562.50kg tanda najushkami 1,50 dólares ñukanchipa tanda chiska.

XII. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum.L*), es originaria de los Andes, se produce en todo el mundo, especialmente en climas templados. La producción mundial oscila los 290 millones de toneladas de 21 millones de hectáreas (Pumisacho & Velásquez, 2009)

En la provincia del Carchi, la papa es el principal producto que se siembra debido a la acogida del clima y potencial productivo que posee. Es un rubro que exige condiciones óptimas de suelo como: textura, drenaje, buenas prácticas culturales y controles fitosanitarios adecuados y oportunos (Magap, 2007).

Al igual que cualquier cultivo, la papa requiere aportes integrales de macronutrientes como son: nitrógeno (N₂), fósforo (P) y potasio (K), además micronutrientes como: magnesio (Mg), sodio (Na), manganeso (Mn), silicio (Si), azufre (S) entre otros.

El fósforo es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas, es absorbido por estas en forma de fosfatos mono y diácidos, además considerado un elemento poco móvil, por su tendencia a reaccionar dando formas fosforadas no disponibles para las plantas, razón por la que es considerado uno de los elementos más críticos.

El cultivo de papa, necesita una elevada disponibilidad de fósforo en el suelo, que favorezca un buen desarrollo radicular y aéreo en la etapa del establecimiento de las plántulas. (Bertsch, 2003)

Saldias (2004), menciona que: el cultivo de papa superchola absorbe la totalidad del fósforo en los primeros 45 días de crecimiento y posteriormente lo traslada hacia los tubérculos.

El fósforo es asimilado durante todo el desarrollo vegetativo, pero la mayor demanda ocurre durante el máximo crecimiento de la planta. Cuando se facilita el total de este elemento a la planta, estimula el aumento de la formación y el desarrollo de los tubérculos, acelera su maduración e incide en su calidad. (Villalobos, 2000)

Tomando lo anterior como un antecedente y punto de partida el tema planteado es: “efecto de formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos) y formulación química (omega 3, 6, 9 más extracto de algas marinas y silicio) en el aprovechamiento del fósforo no soluble del suelo, por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*) variedad superchola” en la parroquia González Suárez, cantón Tulcán provincia del Carchi, Ecuador.

I. EL PROBLEMA.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los agricultores de la provincia del Carchi en su mayoría, toman como referencia, criterios tradicionales a la hora de realizar la fertilización de sus cultivos de papa, ocasionando una excesiva o deficiente incorporación de nutrientes, por tal razón hay un desbalance, lo que genera, disminución de rendimientos, calidad de producto y pérdidas económicas. (Carrera, 2007)

Luego del nitrógeno, el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos, es el fósforo que al entrar en contacto con las arcillas del suelo, por las diferentes cargas eléctricas que poseen ambos, existe una atracción; logrando así, transformarlo, de compuestos como iones ortofosfato bivalente, monovalentes (compuestos asimilables) a iones ortofosfato trivalente respectivamente, que no pueden ser asimilados por las raíces de la planta de papa. (Bertsch, 2003)

El fósforo, forma aniones complejos con el oxígeno, pero la solubilidad de los fosfatos es baja. Este reduce su disponibilidad y se constituye en una desventaja. La capa arable suele tener menos de 1kg de fósforo/ha en solución (de un contenido total de unos 1000kg). (Thomson, 2008).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo podemos tratar los suelos de la provincia del Carchi, cantón Tulcán, con alto contenido de fósforo insoluble, para aprovecharlo en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*)?

1.3 DELIMITACIÓN.

1.3.1 Campo: Agropecuario

1.3.2 Área: Agronómica

1.3.3 Espacial: Provincia del Carchi- Cantón Tulcán, Parroquia
González Suárez

1.3.4 Temporal: 12 meses.

1.3.5 Unidad de observación: Ensayo experimental.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

En la provincia del Carchi, existe suelos que posee alto contenido de fósforo insoluble, por esta razón, se ve la necesidad de investigar alternativas biológicas y químicas, que permitan solubilizar este nutriente y ponerlo a disposición de la planta de papa (*Solanum tuberosum. L*), con el objetivo de mejorar la fertilización, rendimientos y esto a su vez genere mayores ingresos económicos.

El uso de microorganismos que solubilizan fósforo a través de diferentes mecanismos y su inoculación en altas concentraciones con relación a las que normalmente se encuentran en el suelo, constituye una ventaja para su uso como biofertilizantes; mejorando las condiciones de crecimiento en las plantas. (Ibáñez J, 2011).

Las micorrizas, ofrecen una mayor captación de agua que genera humedad, estimulación del crecimiento aéreo y radical de los cultivos, aparte de proteger del ataque de agentes patógenos y mejorar la estructura del suelo. (Higa T, 2002).

Los beneficiarios directos de los resultados obtenidos, una vez concluida la investigación serán los agricultores, quienes tendrán nuevos elementos de juicio para manejar sus cultivos de papa (*Solanum tuberosum. L*), en especial en las etapas fenológicas, donde se requiera la incorporación de fertilizantes.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo general.

- Ensayar formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos) y formulación química (omega 3, 6, 9 más extracto de algas y silicio) para el aprovechamiento del fósforo no soluble por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*), variedad superchola.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Determinar el mejor tratamiento para el aprovechamiento y absorción del fósforo no soluble en el suelo por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*), en base a su producción
- Establecer una relación análisis de suelo vs rendimientos de cosecha en cada tratamiento estudiado.
- Formular un análisis económico costo/beneficio de cada tratamiento.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Se ha desarrollado una amplia recolección de información sobre investigaciones referentes al tratamiento y absorción del fósforo no soluble por parte del cultivo de papa las que se detallan a continuación.

Moreno (2005), realizó estudios sobre inoculación de micorrizas MVA en papa (*Solanum tuberosum.L*) y la respuesta en el crecimiento y nutrición de plantas inoculadas en invernadero y campo. Se estudió la respuesta a la inoculación de micorrizas MVA en papa, utilizando plantas provenientes de tubérculos y de esquejes de tallo enraizados, en ensayos de invernadero y campo respectivamente. De tres especies de hongos micorrizógenos inoculados. Las plántulas de esquejes de las variedades Mariva y Tomasa Condemayta fueron inoculadas con *G. fasciculatum* "E3" y trasplantadas a camas de almácigos con suelo esterilizado, y al campo. El suelo para ambos contenía 15 ppm de fósforo disponible, pH 7.8 y textura franco-arenosa. Los resultados en almácigos mostraron una respuesta favorable a la inoculación desde el inicio de la estación de crecimiento, siendo los beneficios mayores para la variedad Tomasa Condemayta. Las plantas inoculadas de ambas variedades registraron incrementos altamente significativos respecto a las no inoculadas, en peso seco total, rendimiento de tubérculos y absorción de nutrientes a los 68 días del trasplante. Los beneficios en el crecimiento de estas plantas estuvieron en relación directa con los niveles de infección determinados en raíces.

La empresa EM (Microoganims Efficent), que distribuye productos a base de microorganismos eficientes, manifiesta algunos resultados concluyendo que en cultivos: aumenta la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento de vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, mayor captación de agua, aprovechamiento de nutrientes,

estimulación del crecimiento aéreo y radical de los cultivos, aparte de proteger de ciertos agentes patógenos y mejorar la estructura del suelo, evitando así la erosión y salinización.

Caicedo & Chavarriaga (2008), manifiestan que en trabajos realizados en el municipio de Chinchiná (Colombia), se demostró que la aplicación de silicio en complemento con el DAP (fosfato di amónico) mostró un mayor desarrollo y crecimiento de los colinos de café (plántulas de café), al igual que el mayor número de hojas, lo que influencia necesariamente el peso seco total que se puede observar en los resultados de los tratamientos correspondientes a 6 g de silicio (Llanero) más 3 g de DAP y 9 g de silicio (Llanero) más 3 g de DAP. Se encontró la misma tendencia en el crecimiento de la raíz, parte aérea y diámetro de tallo de los colinos a los seis meses de edad (tiempo correspondiente al estudio). El estudio sugiere una dinámica ascendente del ácido mono-silícico a través del xilema de los colinos, ratificando su acumulación en las hojas

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

La investigación que a continuación se expone, se fundamenta legalmente en los siguientes artículos:

El Artículo 3 en la Constitución del Ecuador (2008), los deberes del Estado.- Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando la expansión del monocultivo.

El Art. 409 en el cap. 2 de la Biodiversidad y Recurso Naturales sección quinta del suelo, es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su

protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

Obligatoriedad de la tesis. Para la obtención del Título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar una Tesis de Grado orientada a ejercitarse en la investigación con pertinencia a la disciplina en que obtendrá el grado, en referencia con Art. 144 de la LOES.

2.3 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

La mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum L.*) cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona la papa fue por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. (Pumisacho & Sherwood, 2002)

La corriente de agricultura con fundamentos biológicos y ecológicos, fue creada en 1924 por Rudolf Steiner y denominada agricultura biodinámica, se basa en los fundamentos y propuestas de estudio vinculados a la vertiente filosófica antroposofía.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2012), menciona que la variedad de papa superchola y la unica, son las más producidas en Carchi, además en esta provincia la cosecha es de 10.000 quintales diarios aproximadamente.

Hennig Brand 1669 es el primer hombre conocido que descubrió un elemento químico. Buscando la piedra filosofal descubrió el fósforo al destilar una mezcla de orina y arena. Actualmente se llegó a deducir que el fósforo, es uno de los componentes básicos de los fertilizantes químicos, pues su carencia en el suelo impide el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se usa en grandes cantidades para fabricar ácido fosfórico. (Khasawneh, 2003)

El descubrimiento de las Micorrizas, se remonta a unos 400 millones de años, especialmente al período devónico, a partir del cual las plantas acuáticas con la ayuda de las micorrizas, consiguieron colonizar el medio terrestre hasta lo que son, hoy en día. Por ello, estas asociaciones están presentes en casi todos los grupos de plantas terrestres. (Usuga, Castañeda, & Franco, 2007)

Higa en 1982 cuando pudo presentar la combinación perfecta de unos 80 microorganismos, en una relación tal que podían permanecer latentes (inactivo, con actividad metabólica mínima) durante un tiempo prolongado en solución líquida. A este grupo de microorganismos y la tecnología asociada, Higa le dio el nombre de EM, siglas que significan Microorganismos Eficaces. Él ha desarrollado inoculantes microbianos que han sido presentados para incrementar la calidad del suelo, el crecimiento de los cultivos y el de las cosechas, logrando atención en todo el mundo. (Thompson, 2008)

Takahashi en 1968 logra la solubilización del sílice mineral a silicio soluble. Posteriormente, Matichencov V. en el 2006 experimentalmente demuestra que el Silicio actúa como un insecticida, fungicida y viabilizador de nutrimentos. (Borda, Barón, & Gómez. 2007)

2.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

2.4.1 CULTIVO DE PAPA

2.4.1.1 Clasificación taxonómica y características de la papa superchola.

Cuadro 1 . CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA.

Reino	Plantae
División	Magoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanáceas
Género	Solanum
Especie	Tuberosum

FUENTE: (Muñoz, 2010)

Cuadro 2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDAD DE PAPA SUPERCHOLA.

VARIETADES	VARIEDAD SUPERCHOLA (1984)
CARACTERÍSTICAS	
Origen genético	(curipamba negra*solanum demissun * clon resistente con comida amarilla * chola seleccionada) G. Bastidas- Carchi.
Subespecies	Andigena
Zonas recomendadas y altitud	Norte 2.800 a 3.600m.s.n.m centro
Follaje	Frondoso;desarrollo rápido; tallos robustos y fuertes; hojas medianas que cubren bien el terreno.
Tubérculo	Tubérculo mediano de forma elíptica a ovalada; piel rosada y lisa con crema alrededor de las yemas, pulpa amarilla pàlida sin pigmentacion y ojos superficiales.
Maduración a 3000 m de altura	Semitardía 180 días
Rendimiento potencial	30 ton/ha
Reacción a enfermedades	Altamente susceptible a lanchara (<i>Phytophthora Infestans</i>),roya (<i>Puccinia pteriana</i>), virus y nemàtodo del quiste de la papa (<i>Globodera palida</i>).

FUENTE: (Pumisacho, M y Sherwood, S. 2002).

2.4.1.2 La planta de papa y sus partes

- Tallo principal: Nace del brote del tubérculo de la semilla. (Lorente, J. 2007).
- Tallo secundario: Nace de la yema subterránea del tallo principal.
- Rama: Se origina de una yema aérea del tallo principal.
- Estolón: Tallos laterales normalmente subterráneos.
- Raíces: Responsables de la absorción del agua.
- Hojas: Transforma energía solar en alimenticia (varían en forma, tamaño y color) (Suquilanda. 2009)
- Flores: De cinco pétalos soldados, con colores que varían desde el color blanco al color morado, son las encargadas de la reproducción sexual. (Pumisacho & Velásquez. 2009)

- Frutos: En estado maduro es una baya (tzímbalo) de forma redonda y oval, de color que va desde el verde amarillento hasta violeta, su tamaño alrededor de 5 cm de diámetro. (Lorente, J. 2007)
- Semilla vía asexual: Se denomina al tubérculo utilizado para la producción de la papa. (Pumisacho & Velásquez. 2009)
- Estolón: Tallo que transporta los azúcares, que se depositan en los tubérculos como almidones. (Lorente, J. 2007)
- Tubérculos: Es la porción apical del tallo que crece, almacena reservas y se la usa como semilla para la reproducción.
- Brote: Es un tallo que crece en las yemas del tubérculo, tiene como fin dar origen a otra planta. (Pumisacho & Velásquez. 2009)

2.4.1.3 Tecnología del cultivo.

- Elección del terreno

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Escoger terrenos donde antes se cultivaron maíz, cereales y leguminosas, que estén libres de plagas (insectos, nematodos y patógenos). (Suquilanda, 2009)
- Que sean terrenos descansados profundos (más de 50 centímetros de profundidad) y sueltos (franco y franco arenosos).

- Preparación del suelo.

Es realizada cuando el terreno está “a punto”, es decir cuando al coger la tierra con la mano esta no queda pegada. (Iniap, 2007)

- Arada

El cultivo de papa, requiere de una adecuada preparación, que se consigue con una labor de arado (25-30 centímetros), la misma que debe hacerse por lo menos dos a tres meses de anticipación.

En suelos con pendientes muy pronunciadas (sobre 25 %), es mejor arar con el arado de yunta, para evitar que el suelo se erosione. (Muñoz, 2010)

- Rastrada y Nivelada

Los pases de rastra de acuerdo al tipo de suelo deben hacerse de forma espaciada y de manera cruzada, hasta lograr que quede bien mullido, a una profundidad aproximada de 20 centímetros.

- Drenajes

Dependiendo de la pendiente del suelo, se deben trazar zanjas para drenar los excesos de agua que pueden hacer daño al cultivo en el momento de su desarrollo y formación de tubérculos. (Iniap, 2007)

- Elaboración de surcos

Surcar de tal manera que al caer la lluvia o hacer el riego, el agua deslice lentamente, para evitar la erosión del suelo y conseguir que la tierra se remoje de una manera profunda y uniforme. (Suquilanda, 2009)

2.4.1.4 Etapas Fenológicas del cultivo de papa.

Cuadro 3. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE PAPA

FASE VEGETATIVA				FASE REPRODUCTIVA		MADURACION
VO	VI	V2	V3	R4	R5	R6
Brotación semilla	Emergencia	Desarrollo	Inicio floración Inicio tuberización	Fin floración Fin tuberización	Engrose	Maduración Cosecha

FUENTE: (Pumisacho, M y Sherwood, S. 2002).

- Etapa V0: Brotación de la semilla

En esta etapa fenológica los tubérculos están en estado de dormancia, y dependiendo de la variedad empezarán a brotar a partir de los 90 días. (Pumisacho & Velásquez. 2009).

- Etapa V1 - V2: Emergencia y Desarrollo

Tiempo comprendido desde el momento de la siembra hasta cuando la planta alcanza unos 10 a 15 cm de altura, la etapa de emergencia se considera entre 16 a 30 días; y el desarrollo va entre 50 y 90 días. Durante este tiempo es recomendado realizar la fertilización complementaria y el rascadillo.

- Rodeo de la parcela.

Durante toda la etapa del cultivo, desde que la planta comienza a emerger hay que realizar visitas periódicas a la parcela y observar cuidadosamente la relación entre las condiciones del suelo, el estado fisiológico y sanitario de la planta.

- Rascadillo.

Consiste en remover la tierra alrededor de la planta y tapar el fertilizante químico aplicado. Se puede realizar en forma manual, con yunta o con la ayuda de un tractor; la principal función es, darle aireación a la planta y controlar las malezas. Esta labor es realizada aproximadamente a los 45 días después de la siembra (días), cuando el cultivo ha alcanzado la emergencia total y las plantas tienen de 8 a 10 cm de alto. (Suquilanda, 2009)

- Medio aporque.

Debe realizarse aproximadamente a los 60 días y consiste en acumular la tierra a la base de la planta. Su función es dar aireación al cultivo, eliminar malezas y cubrir los estolones. (Muñoz, 2010)

- Aporque.

Se realiza hasta los 90 días para variedades tardías, consiste en acumular la tierra a la base de la planta; es importante que sea un aporque cruzado. (Suquilanda, 2009)

- Etapa V3: Inicio floración e inicio tuberización.

- Floración.

Inicio floración: las yemas terminales se transforman en botones florales y éstos comienzan a reventar, esta etapa inicia a los tres meses y medio, alcanza su totalidad a los cuatro meses, en muchas variedades coincide la floración con la tuberización. (Muñoz, 2010)

- Etapa R4: Final floración y final tuberización.

Todos los botones florales han reventado en algunas variedades, la floración termina entre los 90 y 120 días.

Con respecto a la tuberización, los estolones han terminado de formar el tubérculo e inicia el llenado o engrose del mismo, éste periodo está comprendido entre 137-151 días.

- Etapa R5: Engrose.

Es la etapa donde los tubérculos crecen y llegan a su mayor tamaño. Este periodo se desarrolla desde los 127 hasta los 151 días. (Suquilanda, 2009)

- Etapa R6: Senescencia, madurez completa y cosecha.

Fin del cultivo, las plantas se amarillan, se secan y mueren, comprende va desde los 127 hasta los 200 días.

Desde el inicio del cultivo hasta obtener papas maduras y listas para la cosecha, en variedades tardías demora 6 meses o más. (Pumisacho, M y Sherwood, S. 2002).

2.4.1.5 Cosecha.

Las papas son cosechadas cuando han alcanzado su madurez fisiológica, es determinado sacando una papa del sembrío y presionándola con el dedo pulgar, si no se pela está madura.

Actividad realizada, abriendo el surco para aflojar la tierra; a continuación debe virar la planta dejando las papas al descubierto, se recogen las papas y

depositan sobre un plástico, lona o saco colocado en una parte del lote. (Suquilanda, 2009)

- Seleccionar, clasificar y ensacar.

Papas tajadas, partidas, malformadas (papas muñeco) son usadas para alimento de animales.

- Almacenamiento.

La papa para el consumo es recomendado guardarla en un ambiente oscuro y a granel en un piso de paja, a bajas temperaturas. (Muñoz, 2010)

2.4.1.6 Fertilización del cultivo de papa.

En gran medida la productividad de un cultivo depende de la fertilidad del suelo. La planta de papa toma del suelo macro y micronutrientes, los que interaccionan con el ambiente para un buen desarrollo. (todo papa.com, 2005)

- Fertilización Química.

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

El nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S) resultan ser los nutrientes más importantes, porque son utilizados por el cultivo de papa en grandes cantidades. (Crissman, CH, Espinosa, P, Barrera V. 2003).

- Fertilización complementaria.

Antes de realizar el rascadillo, primeramente hay que aplicar la fertilización complementaria, por consiguientes hay que regar a chorro continuo y a una distancia de 10 cm de la planta para evitar que el fertilizante entre en contacto con las hojas y las quemé. (Chemical, 2009).

2.4.1.7 Principales Plagas que Atacan al Cultivo de Papa. Solanum tuberosum.L.

En la provincia del Carchi se ha considerado al gusano blanco (Pemnotrypex bórax) como el huésped específico de la papa, también existen un tipo de insectos masticadores como minador (Liriomyza sp.), y polilla (Tecia solanivora) son las principales plagas que ocasionan daños, reduciendo el rendimiento de la producción del cultivo (Muñoz, 2010).

2.4.1.8 Principales enfermedades que atacan al cultivo de papa Solanum tuberosum.L.

Dentro de las enfermedades fungosas más importantes tenemos roña (Spongospora subterránea), tizón tardío (Phytophthora infestans), tizón temprano (Alternaria solani), lanosa (Rosellinia sp.). Todas estas enfermedades afectan el rendimiento del cultivo de la papa (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.4.2 NUTRICIÓN A BASE DE FÓSFORO.

2.4.2.1 Función.

La fuente de fósforo más común, para la fabricación de los fertilizantes, es la roca fosfórica, debido a la alta capacidad de fijación de éste en los suelos, es uno de los elementos que más limitan la producción de papa, aun cuando los requerimientos del cultivo son relativamente bajos (hasta 100 kg de P_2O_5 /ha). (Bertsch, 2003)

El fósforo es esencial para la calidad y rendimiento de los cultivos, promueve la rápida formación de tubérculos y crecimiento de las raíces, mejora la resistencia a las bajas temperaturas, incrementa la eficiencia del uso de agua, contribuye a la resistencia de enfermedades y acelera la madurez.

2.4.2.2 Diferentes fuentes de fósforo.

- Superfosfato simple o normal (SFS) (20% de P_2O_5 y 12% de S): Es fabricado con ácido sulfúrico en forma granulado. (Villalobos, 2000).
- Superfosfato triple o concentrado (SFT) (46% de P_2O_5): Contiene ácido fosfórico en fórmula granulada y es poco usado en papa.
- Fosfato mono-amónico (MAP) (12% de N - 56% P_2O_5 - 0% K_2O) (12-56-0): Es un granulado en forma de mezclas físicas y complejas.
- Fosfato di-amónico (DAP) (18% de N - 46% P_2O_5 - 0% K_2O) (18-46-0): Es granulado y es la fuente más utilizada en papa. El MAP y el DAP se fabrican controlando la cantidad de amonio que reacciona con el ácido fosfórico. (Saldias, 2004)

Se recomienda aplicar el fósforo, al momento de la siembra a chorro continuo y al fondo del surco, para favorecer el crecimiento de raíces. Sin embargo,

los papicultores del Carchi, comúnmente aplican el fósforo conjuntamente con el nitrógeno y potasio después de la siembra, en las labores conocidas como retape (3 semanas después de la siembra) y medio aporque (8 a 10 semanas después de la siembra). (Pumisacho & Sherwood, 2002)

2.4.2.3 Formas de fósforo en el suelo.

Desde el punto de vista del material que aporta el nutriente, separaremos al fósforo del suelo, en dos grandes formas: fósforo orgánico y fósforo inorgánico.

- Fósforo orgánico.

La principal fuente está constituida por los residuos vegetales y animales que se adicionan al suelo. Los compuestos fosfatados más importantes de la materia orgánica son núcleo proteínas, fosfolípidos y fosfo-azúcares. (Bertsch, 2003)

- Fósforo inorgánico.

Desde el punto de vista edafológico interesa clasificarlo de acuerdo a su disponibilidad mediata o inmediata para las plantas en: fósforo soluble, intercambiable e insoluble. (Khasawneh, 2003)

- Fósforo soluble.

Son las formas aprovechables para las plantas en forma inmediata, es decir son fosfatos en la solución del suelo. Su concentración es muy débil y fluctúa entre 0,2 y 0,5 mg/L, o sea 200 a 400 g/ha. En suelos muy ricos la concentración puede llegar hasta 1 mg/L (1 ppm) y en suelos pobres a 0,1 mg/L.

Las formas solubles de fósforo en el suelo son los fosfatos diácidos (H_2PO_4^-) y mono ácidos (HPO_4^{2-}). La concentración de los iones fosfatos en solución está relacionada con el pH de la misma. El ion H_2PO_4^- es favorecido por los pH bajos, mientras que el ion HPO_4^{2-} por los pH más altos.

- Fósforo intercambiable.

Es también llamado fósforo lábil o absorbido, y su disponibilidad es más lenta que el anterior. Toda absorción aniónica en el suelo, es un fenómeno que depende del pH.

A pH ácidos aumentan las cargas positivas y por ende, aumenta la absorción, representan del 15 al 30% del fósforo inorgánico, lo que significa 800 a 2500 kg de $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$. (Khasawneh, 2003)

- Fósforo insoluble.

Es el que está formando parte de los minerales primarios y secundarios, y constituye la gran reserva de fósforo inorgánico en el suelo. La insolubilización está influenciada por la precipitación como fosfato cálcico en medio alcalino, o como fosfatos de hierro y aluminio en medio ácido. Tanto en suelos ácidos como alcalinos, el fósforo tiende a sufrir una cadena de reacciones que producen compuestos fosforados de baja solubilidad. (Thompson, 2008)

Durante el largo tiempo que el fósforo permanece en el suelo, las formas menos solubles y por consiguiente las menos disponibles para la planta, tienden a aumentar, cuando es agregado fósforo soluble al suelo, usualmente ocurre una rápida reacción (de unas pocas horas) que remueve el fósforo de la solución (fija el fósforo).

Lentas reacciones posteriores continúan gradualmente reduciendo la solubilidad durante meses o años, según la edad de los compuestos fosfatados. El fósforo recientemente adherido puede ser débilmente soluble y de algún valor para las plantas; con el tiempo, la solubilidad del fósforo fijado tiende a decrecer a niveles extremadamente bajos. Este fenómeno se conoce como envejecimiento del fósforo. (Khasawneh, 2003)

2.4.2.4 Pérdidas y ganancias de fósforo.

Las principales vías de pérdida de fósforo del sistema suelo son: la remoción por la planta (5 a 60 kg/ha año en la biomasa cosechada), la erosión de las partículas de suelo que arrastran fósforo (0,1 a 10 kg/ha año en partículas minerales y orgánicas), y el fósforo disuelto en el agua de escurrimiento superficial (0,01 a 3 kg/ha año). (Sanzano, 2006)

La cantidad de fósforo que ingresa al suelo desde la atmósfera (adsorbido en las partículas de polvo) es muy pequeña (0,05 a 0,5 kg/ha año), pero puede balancearse con las pérdidas en los ecosistemas de bosques vírgenes o de pasturas naturales.

2.2.2.5 Disponibilidad del fósforo para las plantas

Es fósforo encontrado en el material madre, es de baja asimilabilidad para las plantas. Probablemente todas las formas de fósforo sean asimilables luego de un largo período de tiempo; si las plantas no toman los compuestos originales de fósforo. (Randy & Weil, 2000)

Las plantas absorben el fósforo de la solución del suelo, pero éste tiene una concentración muy pequeña del nutriente como para satisfacer las necesidades de los vegetales durante el período de crecimiento; por lo tanto

el suelo debe ser capaz de hacer disponible una cantidad de fósforo varias veces mayor que la cantidad presente en la solución del suelo en un momento dado. (Randy & Weil, 2000)

2.2.2.6 La deficiencia de fósforo

Los síntomas de la deficiencia de fósforo incluyen: retraso en el crecimiento de la planta, coloración púrpura oscura de las hojas más viejas, retraso en el crecimiento de las raíces y el florecimiento. En la mayoría de las plantas éstos síntomas aparecen cuando la concentración del fósforo en las hojas es inferior al 0,2%. (Sanzano, 2006)

2.2.2.7 El exceso de fósforo

Interviene en su mayor parte, con la absorción de otros elementos, tales como el hierro, el manganeso y el zinc. La fertilización excesiva con fósforo es común y muchos agricultores aplican innecesariamente altas cantidades de fertilizantes de fósforo, especialmente cuando utilizan compuestos de N-P-K o cuando se acidifica el agua de riego con ácido fosfórico. (Randy & Weil, 2000).

2.2.2.8 El análisis de fósforo en el suelo.

- Método de Olsen.

El fósforo disponible, define los grados de: deficiencia, suficiencia o exceso de este elemento en relación a su disponibilidad para los cultivos.

- Principios.

Determinación colorimétrica del fósforo extraído del suelo mediante una solución de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) 0,5 a pH 8,5. (Bertsch, 2003)

- Cálculos
ppm P suelo= ppm P extraído * 20
* P (fósforo)

- Forma de expresión de resultados.

Los contenidos de fósforo en el suelo, son expresados como P enteros.

- Interpretación.

Se incluye los nuevos criterios de interpretación propuestos, en base a la agrupación de los suelos por tipos o grupos texturales.

Cuadro 4: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN EL “MÉTODO OLSEN”

CATEGORÍAS	“MÉTODO OLSEN”				
GRUPOS TEXTURALES	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
GRUESAS	0-9	10-18	19-36	37-108	+ 108
MEDIAS	0-5	6-12	13-25	26-75	+ 75
FINAS					

FUENTE: (Sanzano, 2006)

Método de Bray

- Principios.

Determinación colorimétrica del fósforo extraído del suelo mediante una solución de fluoruro de amonio- ácido clorhídrico a pH 2,6 (solución Bray 1).

Cuadro 5: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN EL “MÉTODO BRAY”

PPM	MÉTODO BRAY		
GRUPOS TEXTURALES	BAJO	MEDIO	ALTO
TODOS LOS SUELOS	0-15	16-30	30

FUENTE: (Sanzano, 2006)

Cuadro 6: COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE FÒSFORO

ELEMENTO	FÒSFORO (P)	
MÉTODO DE ANÁLISIS	BRAY	OLSEN
UNIDADES	ppm	ppm
BAJO	<20	<10
ADECUADO	20-40	10-15
ALTO	40-100	15-40
EXCESO	>100	>40

FUENTE: (Sanzano, 2006)

2.2.2.9 Factores que afectan la disponibilidad de fósforo para las plantas.

- **Humedad:** Las experiencias señalan que, el movimiento del fósforo aumenta con el contenido de agua del suelo. La transferencia del nutriente a las raíces se efectúa por medio del agua. (Khasawneh, 2003)
- **Textura:** Influye en la asimilación del fósforo tanto por el contenido de agua que el suelo puede retener como por la contribución a la riqueza del fósforo del mismo. Los suelos de textura gruesa, tienen menor contenido de agua que los de textura fina a cualquier succión matriz, y por lo tanto; menor difusión del fósforo hacia la raíz. (Sanzano, 2006)

- Materia orgánica: Es fuente permanente de fósforo a través de los procesos de descomposición y mineralización, que liberan nutrientes a la solución del suelo. Los suelos ricos en materia orgánica, especialmente de fracciones activas de la misma, siempre exhiben relativamente bajos niveles de fijación de fósforo. (Bertsch, 2003)
- pH del suelo: Por lo tanto, como regla general en los suelos minerales, la fijación de fosfatos es baja; y la disponibilidad para la planta es alta, cuando el pH se mantiene en el rango entre 6 y 7. (Randy & Weil, 2000)

2.4.3 LAS MICORRIZAS

2.4.3.1 Concepto.

El término micorriza fue acuñado por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885 y procede del griego “mykos” que significa hongo y del latín “rhiza” raíz, es decir “hongo-raíz”, definiendo así la asociación simbiótica, o mutualista, entre el micelio de un hongo y las raíces o rizoides de una planta terrestre. (Matichencov, 2007)

2.4.3.2 Tipos

En el caso de los hongos, la mayor parte de las 5.000 especies identificadas en las micorrizas pertenece a la división basidiomycota, mientras que, en casos más excepcionales se observan integrantes de Ascomycota. (Moreno, 2005)

Según su morfología, las micorrizas están divididas en distintos grupos entre los que cabe destacar dos principales: las ectomicorrizas y las endomicorrizas.

- Las ectomicorrizas. Se caracterizan porque las hifas del hongo no penetran en el interior de las células de la raíz, sino que están ubicadas sobre y entre las separaciones; además pueden ser observadas a simple vista y presentan la llamada "Red de Hartig". Éste tipo de micorrización es el que predomina entre los árboles de zonas templadas, siendo especialmente característico en: robles, eucaliptus y pinos. Los hongos son tanto Basidiomycota como Ascomycota.
- Las endomicorrizas. No hay manto externo que pueda verse a simple vista; las hifas se introducen inicialmente entre las células de la raíz, pero luego penetran en el interior de éstas, formando vesículas alimenticias y arbusculos. Por ello se las conoce también como micorrizas VAM o micorrizas vesículo arbusculares. Los hongos pertenecen a la división glomeromycota, predominio de hierbas y gramíneas. Abundan en suelos pobres como los de las praderas y estepas, la alta montaña y las selvas tropicales.

2.4.3.3 Funciones

El principal uso de las micorrizas, está influenciado por su acción en la agricultura convencional, donde cumple algunas acciones como es: el incremento en el volumen del suelo explorado, para la utilización de nutrientes; y así favorecer la eficiencia de absorción de los mismos desde la solución del suelo. (Quero,L & Cardenas.V., 2007)

La explicación más plausible de ésta gran eficiencia de utilización, es que las hifas fúngicas que se extienden de la raíz, son capaces de absorber y transportar fosfato desde el suelo a la raíz hospedante, la superficie de absorción ofrecida por la ramificación del micelio externo alrededor de las raíces micorrizadas permite a la planta aprovechar el fosfato en el suelo más allá de la zona de depleción en la superficie radical. (Moreno, 2005)

El mejoramiento de la nutrición mineral es el resultado de la asociación micorrízica y se ve reflejada en incremento de supervivencia, crecimiento y capacidad productiva de la planta. La respuesta en crecimiento de la planta es a menudo resultado del incremento en nutrición de fósforo y otros nutrimentos como cobre (Cu), zinc (Zn), magnesio (Mg), manganeso (Mn), calcio (Ca) y nitrógeno (N).

2.4.3.4 Ventajas

- La planta es capaz de explorar más volumen de suelo del que alcanza con sus raíces, al sumársele en esta labor las hifas del hongo; también capta con mayor facilidad ciertos elementos como: fósforo (P), nitrógeno (N), calcio (Ca) y potasio (K) y agua del suelo.
- La protección brindada por el hongo hace que, la planta sea más resistente a los cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre (S), magnesio (Mg) y aluminio (Al). (Guevara, 2010)

2.4.4 ACTIVADORES BIOLÓGICOS (MICROORGANISMOS EFICIENTES)

2.4.4.1 Concepto.

Es un amplio grupo de microorganismos, que interaccionan favorablemente en suelos y con plantas para representar efectos benéficos que son muchas veces difíciles de predecir. (Higa T, 1992)

Se usará el término de “Microorganismos Eficaces” o EM, para denotar cultivos mixtos específicos de microorganismos benéficos, que están siendo usados efectivamente como inoculante microbiano.

2.4.4.2 Función

La actuación de la bacteria fotosintética o fototrófica segrega sustratos que, por ejemplo: incrementan las reservas de aminoácidos o componentes nitrogenados, los cuales generan a su vez un aumento de la cantidad de VA (vesicular / arbuscular). Intensifica la solubilidad de los fosfatos en los suelos, y además mejora la disposición para asentar el nitrógeno, puesto que puede coexistir con el azotobacter como bacteria fijadora de nitrógeno.

El ácido láctico producido por ésta bacteria, al ser un eficaz esterilizador, es capaz de atacar a los microorganismos nocivos y estimular la descomposición de la materia orgánica.

Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los azúcares y aminoácidos, producen sustancias bioactivas, como las enzimas y hormonas que aumentan la actividad celular y la cantidad de raíces.

2.4.4.3 Tipos

Los microorganismos eficientes, proceden de cinco especies diferentes: bacterias fototróficas o fotosintéticas, ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación. Estos microorganismos son muy conocidos, por ser usados en medicina y en la producción de alimentos; desde la antigüedad, siendo muy beneficiosos para los suelos, agua, plantas, animales y por supuesto, para el ser humano. (Guevara, 2010)

2.4.5. OMEGA 3, 6, 9 ALGAS MARINAS Y SILICIO

2.4.5.1 Omega 3, 6, 9.

Los ácidos grasos Omega-3 son un tipo de grasa poliinsaturada los cuales ayudan en la agricultura como: aditivos para las aplicaciones de agroquímicos en general. (Arrospide, 2004)

Entre las ventajas que se puede apreciar al aplicar omega 3, 6, 9 son las siguientes:

- Mejora el comportamiento de los agroquímicos a través del incremento del área de contacto, la retención y la absorción.
- Compatibilizar y estabilizar mezcla de producción.

2.4.5.2 Algas Marinas

- Concepto.

Las algas son un grupo grande y diverso de plantas bajas, que incluye los grupos distantemente relacionados de microorganismos que pueden realizar fotosíntesis, a través de lo cual capturan la energía de la luz solar. (Infoagro, 2009)

- Función.

La vinculación entre las algas y la agricultura es de vital importancia; los estudios indican que al aplicar al suelo algas o sus derivados, provocan o activan en reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas reversibles, que las enzimas de los seres vivos que allí habitan, inclusive las raíces, no son capaces de realizar de forma notoria. (Serrano,V. 2001)

Las algas y sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas, favoreciendo así, una agricultura sostenible. Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes, porque liberan más lentamente el nitrógeno, también son ricas en micro elementos.

- Ventajas

Gracias a su elevado contenido en fibra, macro y micronutrientes, aminoácidos, vitaminas y fitohormonas vegetales, las algas actúan como acondicionador del suelo y contribuyen a la retención de la humedad. Además, por su contenido en minerales, son un fertilizante útil y una fuente de oligoelementos.

Además presentan un elevado contenido en carbonatos, y se usan como acondicionadores de suelo, para corregir el pH en suelos ácidos, aportando a su vez, numerosos elementos traza.

2.4.6 USOS DEL SILICIO EN LA AGRICULTURA

2.4.6.1 Efecto del Silicio en el sistema radicular.

Quero, E (2008), señala que, el silicio controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales,

- Incremento en productividad y calidad de las cosechas.

En campo han demostrado los beneficios al obtener cosechas superiores, mediante la fertilización con silicio, tal como en la producción de arroz (*Oryza sativa*) 15-100%, maíz (*Zea mays*) 15-35%, trigo (*Triticum aestivum*) 10-30%, cebada (*Hordeum vulgare*) 10-40%, diversos frutales como el aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera indica L*), 40-70 %, (*Lycopersicum esculentum*) 50-150%.(Quero E, 2007)

2.4.6.2 Concentración de Silicio en el suelo.

El silicio existe en la solución del suelo en concentraciones de 0.1 a 0.6 mol m⁻³, como Si(OH)₄; las soluciones de silicatos muestran un pH básico y el ácido orto silícico es soluble a pH entre 7.5 y 8.0 y un menor a 7.0 es insoluble.

2.4.6.3 Beneficios del Silicio en el suelo.

Según Quero, E. (2007), el aporte de silicio a los suelos brinda una serie de beneficios, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Neutraliza la toxicidad del aluminio.
- Optimización del pH.
- Activa la capacidad de intercambio catiónico y movilización de nutrientes.
- Tiene acción sinérgica con el calcio, magnesio, hierro, zinc y molibdeno.
- Promueve la transformación del fósforo no disponible para la planta en formas asimilables.
- Incrementa la eficiencia de fertilizantes en especial de los fosforados.

- Promueve la colonización por microorganismos simbióticos (bacterias y hongos).
- Promueve el desarrollo de las raíces por algas, líquenes, bacterias y micorrizas.

2.5 VOCABULARIO TÉCNICO.

- SOLUBILIDAD.- Es la cualidad de soluble (que se puede disolver), una medida de la capacidad de una cierta sustancia para disolverse en otra. La sustancia disuelta es conocida como soluto, mientras que aquella en la cual esté se disuelve recibe el nombre de solvente o disolvente. (Bertsch, 2003)
- MICORRIZA.- En base a los criterios de la National Agricultural Library. la palabra micorriza, de origen griego, define la simbiosis entre un hongo (*mycos*) y las raíces (*rhizos*) de una planta; como en otras relaciones simbióticas, ambos participantes obtienen beneficios (Sanzano, 2006)
- COLONIZACIÓN.- La National Agricultural Library define a la colonización como la multiplicación de un hongo o bacteria, en un medio adecuado que posea las condiciones básicas para su reproducción.
- ENCALADO.- Consiste en incorporar al suelo calcio y magnesio para neutralizar la acidez del mismo, es decir para que el pH alcance un nivel ideal para el desarrollo normal de los cultivos y al mismo tiempo reduzca el contenido del aluminio y manganeso tóxico.

- FERTILIZACIÓN EQUILIBRADA.- Radica en colocar la cantidad necesaria de un determinado fertilizante, tomando en cuenta el análisis de suelo y el tipo de cultivo a trabajar.

- GLICÓGENO.-Es un polisacárido de reserva energética formado por cadenas ramificadas de glucosa; es insoluble en agua, en la que forma dispersiones coloidales, abunda en el hígado y en menor cantidad en los músculos.

- ADSORCIÓN: Es un proceso físico o químico por el cual átomos, iones o moléculas, son atrapadas o retenidas en la superficie de un material.

- ABSORCIÓN: Es un proceso físico o químico en el cual átomos, moléculas o iones, pasan de una primera fase a otra incorporándose al volumen de la segunda fase.

- BACTERIAS TERMOFÍLICAS.- Bacterias que requieren alta temperatura para su desarrollo normal.

- ANÁLISIS QUÍMICO DE HOJAS.- Según Aragón, (2011) el análisis químico de las hojas y otros órganos vegetales, llamado en general “análisis foliar”, es un método práctico para estimar el estado nutricional y los requerimientos de sustancias nutritivas; la información que proporciona el análisis foliar, complementa al análisis de suelo, integrando el conjunto de factores que influyen en la asimilación de los nutrientes.

2.6 HIPÓTESIS.

2.6.1 Hipótesis nula.

Los tratamientos siguientes: aplicación de micorrizas, activadores biológicos o formulación química omega 3, 6, 9 más extracto de algas marinas y silicio, no aprovechan el fósforo previamente fijado en suelo, por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*) variedad superchola.

2.6.2 Hipótesis alternativa.

Los tratamientos siguientes: aplicación de micorrizas, activadores biológicos o formulación química omega 3, 6, 9 más extracto de algas marinas y silicio, aprovechan el fósforo previamente fijado en suelo, por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*) variedad superchola.

2.7 VARIABLES.

2.7.1 Variable independiente.

Formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos), formulación química (aplicación de ácidos omega 3, 6, 9 más extracto de algas marinas y silicio).

2.7.2 Variable dependiente.

Aprovechamiento del fósforo previamente fijado en suelo, por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*) variedad superchola.

III. METODOLOGÍA.

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

Tiene el carácter de cuali-cuantitativo, ya que permitió apreciar visualmente los efectos de cada tratamiento en el aprovechamiento del fósforo no soluble por parte del cultivo de papa (mayor índice de floración y de producción). Además se desarrolló análisis estadístico para llegar a determinar el mejor tratamiento, tomando en cuenta (porcentaje de emergencia de plantas, análisis de suelos, foliares, alturas, rendimientos de cosecha y análisis económico).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Es de campo y experimental, porque fue instalado un experimento en el cultivo, utilizando un diseño de bloques completamente al azar que permitió analizar las variables en estudio, mediante la conformación de unidades experimentales, además de haber obtenido, la información necesaria, para determinar el mejor tratamiento en el aprovechamiento del fósforo no soluble presente en el suelo y aplicada ya que hubo que recopilar información científica necesaria para ser analizada y poner en práctica mediante el conocimiento del investigador, también es bibliografía por haber consultado en libros, revistas e internet.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.3.1 POBLACIÓN

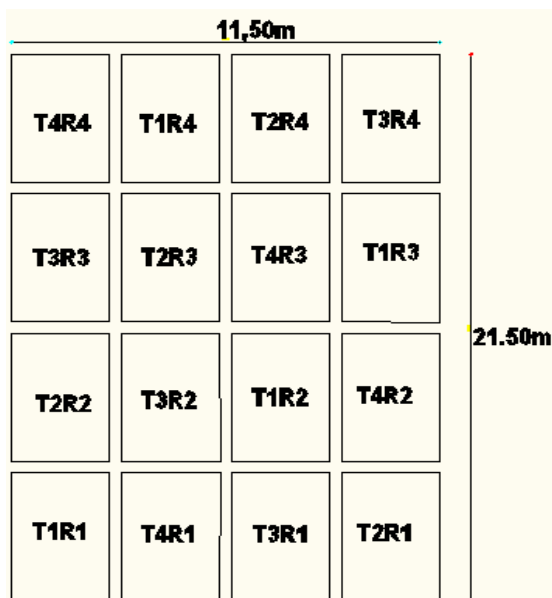
La población de la investigación residió considerada, a todo el diseño experimental implantado en campo.

Tabla 1: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA INVESTIGACIÓN EN CAMPO.

Ensayo total		Parcela total	
Repeticiones:	4	Largo:	5,00 m
Tratamientos:	4	Ancho:	2,50 m
		Área total:	12,50 m ²
Área total del ensayo: 247,25m ² Número de plantas por unidad experimental: 25 plantas			
		Entre plantas:	0.50 m
		Entre surcos:	1 m

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

Ilustración 1: PLANO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN CAMPO



Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

3.3.2 MUESTRA

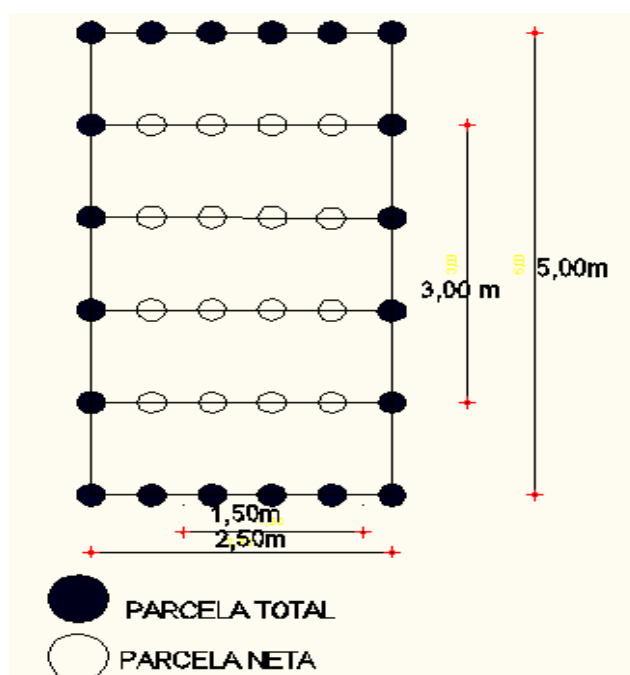
La muestra de la investigación quedó enfocada en la parcela neta, la cual consistió en omitir los datos de las plantas de los bordes, con el objetivo de minimizar el efecto borde, en todos los tratamientos y repeticiones. La que figuró las siguientes características que se describen a continuación.

Tabla 2: MUESTRA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA INVESTIGACIÓN EN CAMPO

Ensayo Total		Parcela neta	
Repeticiones:	4	Largo:	3,00 m
Tratamientos:	4	Ancho:	1,50 m
		Área total	4,50 m ²
Área neta del ensayo: 101.25m ²			
Número de plantas por unidad experimental: 16 plantas		Entre plantas	0.50m
		Entre surcos	1 m

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

Ilustración 2. PLANO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN CAMPO



Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OBJETIVO	VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	INFORMANTE
<p>Ensayar formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos) y formulación química (omega 3, 6, 9 más extracto de algas y silicio) para el aprovechamiento del fósforo no soluble por parte del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>. L), Variedad "superchola" en la parroquia González Suárez, cantón Tulcán, provincia del Carchi.</p>	Formulaciones biológicas	Será evaluada la eficacia de los productos biológicos para el aprovechamiento del fósforo no soluble	T1. Formulación de micorrizas (ectomicorrizas)	Hasta el 7 de mayo del 2013 se realizará una incorporación en la siembra de 100 gr de ectomicorrizas por postura de semilla de papa	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo. ✚ Hoja de registros de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Baldes dosificados ✚ Bomba de fumigación ✚ Balanza ✚ Palas 	Investigador Juan Almeida
			T2. Activadores biológicos de tipo bacterias lácticas: <i>Lactobacillus casei</i> , bacterias fotosintéticas: <i>Rhodospseudomo</i>	A los 38 días después de la siembra debe aplicarse los activadores biológicos en dosis de 4L de producto en 20L de agua.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo ✚ Hoja de registros de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Baldes dosificados ✚ Bomba de fumigación ✚ Balanza ✚ Palas 	Investigador Juan Almeida

			<i>nas palustris</i> y levadura: <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i> .				
Formulación química	Será evaluada la eficacia de los productos químicos para el aprovechamiento del fósforo no soluble	T3. Testigo químico silicio – algas marinas y ácidos omega 3, 6, 9	A los 38 días corresponde la aplicación del silicio – algas marinas y ácidos omega 3,6,9 en dosis de (30cc y 40 cc/20 L de agua)	<ul style="list-style-type: none"> + Observación en campo. + Hojas de registro de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> + Baldes dosificados + Bomba de fumigación + Balanza + Palas 	Investigador Juan Almeida	
DEPENDIENTE							
Aprovechamie nto del fósforo no soluble del suelo, por parte del cultivo de papa (<i>Solanum</i> <i>tuberosum</i> . L)	Para establecer el mejor tratamiento en aprovechamiento del fósforo no soluble por parte del cultivo de papa se sustentará en los resultados de tres análisis de suelo antes de la siembra,	Análisis de suelos I	5 días antes de ejecutar la siembra, el terreno será delimitado, además de recolectar una libra de tierra a 25 cm de profundidad, en la parte central de cada unidad experimental para análisis de	<ul style="list-style-type: none"> + Observación en campo, + Hojas de registro de investigación + Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> + Baldes dosificados + Fundas de recolección de muestras + Balanza + Palas + Etiquetas de información. 	Investigador Juan Almeida	

	variedad super- chola”	durante la etapa floración del cultivo y después de la cosecha, enfocados en determinar el fósforo disponible en la planta, además de un análisis foliar y por último, sumado a ellos el rendimiento de cosecha por tratamiento.		fósforo asimilable en el suelo			
			Emergencia de plantas	A los 30 días después de la siembra constará el registro de los porcentajes de emergencia de plantas considerando el número total de plantas que deben emerger vs plantas que emergieron	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo. ✚ Hoja de registros de investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo. ✚ Lápiz ✚ Calculadora 	Investigador Juan Almeida
			Alturas de planta	A los 70 y 100 días incumbe hacer la toma de datos en centímetros de altura alcanzada por las plantas de todo el ensayo.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo. ✚ Hoja de registros de investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo ✚ Lápiz ✚ Calculadora ✚ metro 	Investigador Juan Almeida
			Número de tallos	A los 100 días, atañe cuantificar el número de tallos contando los	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo ✚ Lápiz 	Investigador

			principales y secundarios.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Hoja de registros de investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Calculadora ✚ metro 	Juan Almeida	
			Análisis físico químico foliar	A los 100 días concernirá la recolección de las muestras de hojas de cada unidad experimental para conocer el porcentaje de fósforo a nivel foliar.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo, ✚ Hoja de registros de investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo ✚ Lápiz ✚ Calculadora ✚ metro 	Investigador Juan Almeida
			Análisis de suelos II	A los 100 días competará realizar la recolección de muestras para análisis de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo. ✚ Hoja de registros de investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo ✚ Lápiz ✚ Calculadora ✚ metro 	Investigador Juan Almeida
			Rendimiento de cosecha	A los 168 días deberán ser cosechadas las papas	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo ✚ Lápiz 	Investigador

				de cada unidad experimental con el fin de analizar los rendimientos en kilogramos y luego relacionarlos a una hectárea de producción	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Hoja de registros, investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Calculadora ✚ metro 	Juan Almeida
			Análisis de suelos III	A los 170 días incumbirá la toma muestras de suelo para análisis de fósforo disponible, luego del ciclo de cultivo.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Observación en campo. ✚ Hoja de registros de investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo ✚ Lápiz ✚ Calculadora ✚ metro 	Investigador Juan Almeida
			Análisis de costos	Luego de dos semanas de haber cosechado el cultivo corresponderá elaborar el análisis costo beneficio (C/B) de cada tratamiento.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Hoja de registros de investigación ✚ Fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Libreta de campo ✚ Lápiz ✚ Calculadora ✚ metro 	Investigador Juan Almeida

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

3.5.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.

La información bibliográfica se definió a través de libros, manuales electrónicos, revistas científicas e investigaciones realizadas, referentes al tema.

3.5.2 INFORMACIÓN PROCEDIMENTAL.

Para realizar esta investigación estuvo considerada la localización del experimento, factores en estudio, análisis funcional, las variables a evaluarse y manejo específico del cultivo.

3.5.3 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.

Provincia del Carchi, cantón Tulcán, parroquia González Suárez, barrio El Bosque.

a) Datos Informativos del Ensayo.

El ensayo fue implantado el día 07 de mayo del 2013 a 00° 44' de latitud norte y 77° 43' de longitud occidental cuya altitud es de 2957 metros sobre el nivel del mar (Coordenadas geográficas de la ciudad de Tulcán).

3.5.4 TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.

Tabla 4. TRATAMIENTOS, REPETICIONES Y DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE ELLOS

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	CÓDIGO MANEJADO	DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO Y LA DÓSIS APLICADA
T1	R1	T1R1	Formulación micorrizas (ectomicorrizas) (100gr/por planta)
	R2	T1R2	
	R3	T1R3	
	R4	T1R4	
T2	R1	T1R1	Activadores biológicos (bacterias lácticas: <i>Lactobacillus casei</i> , bacterias fotosintéticas: <i>Rhodospseudomonas palustris</i> y levadura: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .) (4L en 20 litros de agua)
	R2	T1R2	
	R3	T1R3	
	R4	T1R4	
T3	R1	T1R1	silicio–ácido omega 3,6,9 +extracto de algas marinas (30cc y 40 cc/20 L de agua)
	R2	T1R2	
	R3	T1R3	
	R4	T1R4	
T4	R1	T1R1	Testigo absoluto
	R2	T1R2	
	R3	T1R3	
	R4	T1R4	

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

3.5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.

3.5.5.1 Tipo de diseño.

Para realizar la investigación hubo que aplicar un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

a) Características del ensayo.

Tabla 5: CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Número de tratamientos	Cuatro (4)
Número de repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales	Cuarenta (16)
Área total del ensayo	247,25m ² (11,50m x 21,50m)
Área de la parcela	10,50m ²

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

b) Características de la Unidad experimental.

La unidad experimental es de 10,50 m² (5 m de largo y 2,50 m de ancho), cinco surcos, con una densidad de siembra 0.5 m entre planta y 1 m entre surco, 5 plantas por surco, en total de 25 plantas en cada parcela.

c) Esquema del análisis estadístico.

Cuadro 5. REPRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	15
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Error experimental	9

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

d) Análisis funcional

Para obtener los resultados de la investigación, estuvo calculado, el coeficiente de variación y la prueba de Tukey para diferenciar los tratamientos al 5 % de significancia

3.5.5.2 Variables a evaluarse.

- Variables del cultivo.

a) Análisis de suelo pre-siembra.

Se hizo la toma de muestras de suelo, a una profundidad de 25 a 30 cm, de la parte central de cada unidad experimental para el respectivo análisis de fósforo disponible; antes de la siembra.

b) Incorporación de tratamiento 1 micorrizas (Tipo ectomicorrizas)

Luego de colocar la semilla de papa y antes de tajarla, fue agregado 100g de ectomicorrizas, por portura de semilla de papa, en cada unidad experimental, perteneciente al tratamiento 1, actividad cumplida el 7 de mayo del 2013.

c) Porcentaje de emergencia de plantas

Para cumplir esta actividad, estuvieron tomadas en cuenta como referencia las plantas que debían emerger y las que emergieron para hacer una regla de tres y obtener los porcentajes correspondientes. Variable tomada a los 30 días después de la siembra.

- d) Adición de tratamiento 2 activadores biológicos y 3 silicio–extracto de algas marinas y ácidos omega 3, 6, 9.

A los 38 días el tratamiento 2 activadores biológicos del tipo bacterias lácticas: Lactobacillus casei, bacterias fotosintéticas: Rhodopseudomonas palustris y levadura: Saccharomyces cerevisiae, quedó inoculado en dosis de 4 L en 20 litros de agua; estableciendo una aplicación directa a la base de las plantas de las respectivas unidades experimentales.

Además de haber cumplido con la aplicación del tratamiento T3: silicio – extracto de algas marinas y ácidos omega 3, 6, 9 en dosis de 30 cc y 40 cc/20L de agua; realizando una aplicación en drench a las plantas señaladas.

- e) Alturas de planta a los 70 días.

Fueron tomados en centímetros, con ayuda de un metro, esta actividad fue desplegada a todas las unidades experimentales.

- f) Número de tallos a los 100 días.

Se tomaron en cuenta, los tallos principales y secundarios de todo el ensayo.

- g) Análisis de suelo y follaje.

100 días después de implantado el diseño experimental, se registró la recolección y envió de las muestras de suelo y hojas para cada tratamiento y repetición al laboratorio, con la conclusión de evaluar contenido de fósforo asimilable en el suelo, y el asimilado por las hojas; siguiendo el mismo procedimiento del anterior análisis de suelo.

h) Diámetro de papas de cada tratamiento.

A los 168 días, al azar se procede a recolectar 5 papas de cada tratamiento y repetición con las cuales fue evaluado, el diámetro y determinado un promedio general por cada tratamiento y repetición.

i) Análisis de rendimientos de cosecha por tratamiento.

La cosecha de cada unidad experimental, efectuada a los 168 días después de la siembra sirvió, para establecer el análisis de rendimiento y selección del mejor tratamiento a nivel de campo.

j) Análisis de suelo después de la cosecha.

170 días después de la siembra fueron enviadas muestras de suelo para un último análisis, con el fin de determinar el fósforo disponible restante, después del ciclo de cultivo.

k) Análisis de costos de cada tratamiento.

Se hizo el costo de producción de cada tratamiento y su relación a una hectárea, con lo cual se fijó el costo/beneficio.

3.5.6 MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO.

3.5.6.1 Materiales y equipos.

a) Materiales de Campo.

- Tubérculos de papa, variedad Superchola
- Cinta métrica
- Herramientas de labranza

- Bomba de mochila
- Equipo de protección (guantes, traje, mascarilla, gafas, botas)
- Funguicidas
- Fertilizantes
- Insecticida
- Herbicida
- Tratamiento 1: Micorrizas (ectomicorrizas)
- Tratamiento 2: Activadores biológicos (bacterias lácticas: *Lactobacillus casei*, bacterias fotosintéticas: *Rhodopseudomonas palustris* y levadura: *Saccharomyces cerevisiae*.)
- Tratamiento 3: Ácidos omega 3,6,9 más extracto de algas y silicio
- Tanque de 200 L
- Libro de campo
- Lapicero
- Regla
- Borrador
- Balanza
- Lupa
- Piola
- Estacas
- Rótulos
- Materiales de cosecha (sacos, gavetas, etc.).

b) Equipo de Oficina

- Computadora
- Flash Memory
- Calculadora
- Cámara fotográfica.

3.5.6.2 Procedimiento.

a) Preparación del suelo.

Con la ayuda de azadones, se hizo labor de picado y surcado tomando en cuenta la densidad de siembra que admite distancias de 1 m entre surco.

b) Fertilización.

Este proceso ejecutado de acuerdo a la recomendación del análisis de suelo, por cada surco hubo que aplicar 437,5 g de abono 10-30-10+ME, formulación física y su complementación; fue ejecutada en el medio aporque con 325 g del 8-20-20 +ME, formulación química.

c) Siembra.

Hubo que colocar por puesto, dos tubérculos semilla desinfectados; la distancia entre plantas fue de 0.50 m.

d) Retape.

Esta labor realizada a los 21 días después de la siembra con la finalidad de aplicar el 50% de la fertilización edáfica y un control de malezas.

e) Medio Aporque.

A los 51 días después de la siembra, quedó establecida esta actividad, de forma manual con la finalidad de agregar tierra al cuello de la planta formando camellones y control de malezas, también estuvo incorporada la complementación de la fertilización edáfica.

f) Aporque.

Se efectuó a los 63 días, con el propósito de lograr tapar con más profundidad los estolones que están en la superficie.

g) Cosecha.

Fue realizada manualmente a los 168 días, estableciendo la clasificación de los tubérculos en dos categorías papa comercial de primera (tubérculos mayores a 60 g), papa comercial de segunda (tubérculos entre 31 a 60 g) y posteriormente se efectuó los cálculos para verificar el rendimiento.

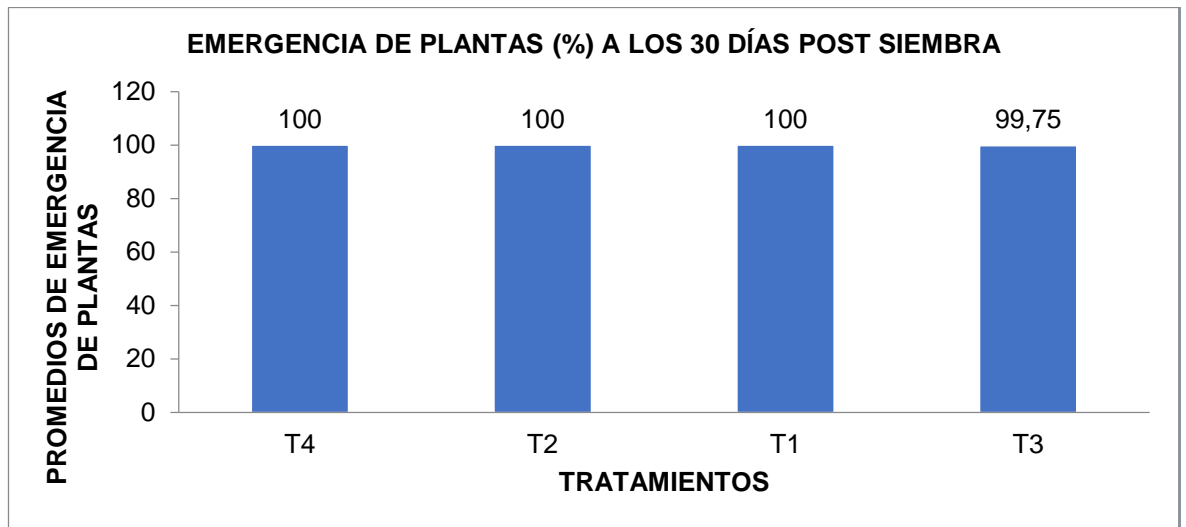
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

3.6.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS, VARIABLES DEL CULTIVO.

3.6.1.1 Porcentaje de emergencia de plantas.

Para los datos referentes a la emergencia de plantas, determinó que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos establecidos y repeticiones; por tanto se procede a la interpretación gráfica de los promedios.

Ilustración 3 EMERGENCIA DE PLANTAS (%) A LOS 30 DÍAS POST SIEMBRA



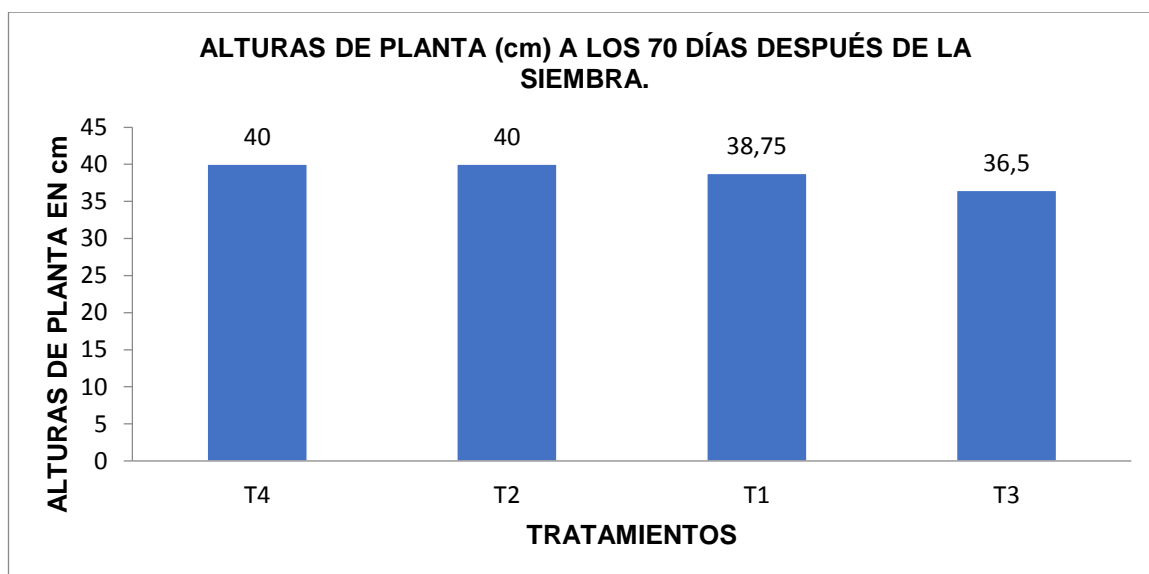
FUENTE: Datos de campo del experimento

De acuerdo con la interpretación, fue establecido que la mayoría de tratamientos emergieron el 100 %, a excepción del tratamiento 3 (silicio, omega 3, 6, 9 + algas marinas) donde consta con un valor de 99,75 % debido a que una de las plantas no germinó, por razones de pudrición de la semilla.

3.6.1.2 Alturas de planta (cm) a los 70 días después de la siembra.

Al realizar el adeva de las alturas de planta a los 70 días después de la siembra, definió que, no existe una diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos y repeticiones; razón por la que se emana a la cuantificación gráfica.

Ilustración 4: ALTURAS DE PLANTA (cm) A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



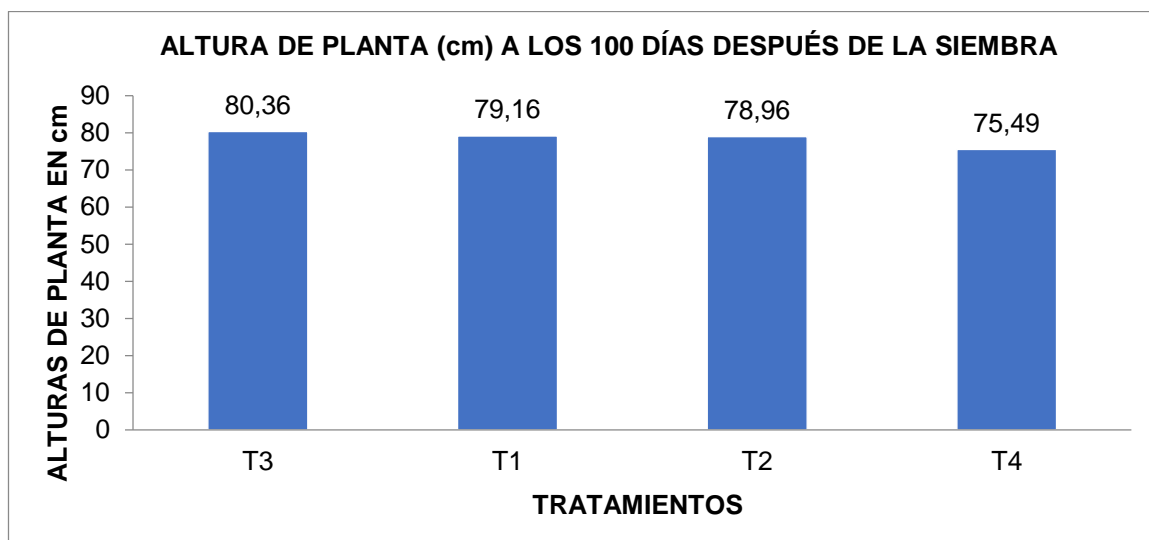
FUENTE: Datos de campo del experimento

De acuerdo a la interpretación de los datos relativos a las alturas de plantas 70 días de la siembra, establecidos en centímetros, delimito que la mayor altura de plantas, es del tratamiento 2 (activadores biológicos) y el tratamiento 4 (testigo) los cuales tienen promedios de 40 cm de altura, a estos le siguen el tratamiento 1 (micorrizas) con valores de 38,75 cm y por último el tratamiento 3 (silicio y omega 3, 6, 9 + extracto de algas).

3.6.1.3 Altura de planta (cm) 100 días después de la siembra.

La altura de planta a los 100 días después de la siembra, puntualizó no existe diferencia significativa, tanto para las repeticiones como tratamientos.

Ilustración 5. ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



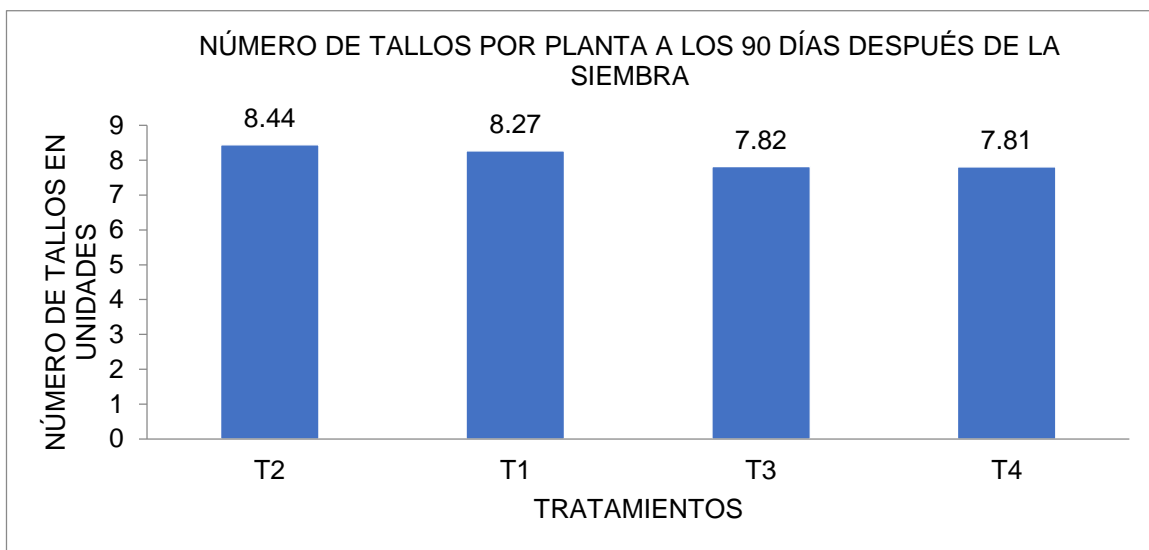
FUENTE: Datos de campo del experimento

Desplegando una interpretación de la gráfica, altura de planta, determinados en centímetros, el tratamiento 3 (silicio, omega 3,6, 9+extracto de algas) adquirió valores de 80.36 cm, a continuación sigue tratamiento 1 (micorrizas) 79,16 cm, tratamiento 2 (activadores biológicos) 78.96 cm, y por último tratamiento 4 (testigo) con medias de 75.49 cm de altura de plantas.

3.6.1.4 Número de tallos (u) a los 90 días después de la siembra.

Luego de realizar el adeva correspondiente, determinó que, no existe una diferencia significativa tanto para tratamientos como repeticiones. Por lo que es conveniente realizar el gráfico.

Ilustración 6. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA A LOS 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.

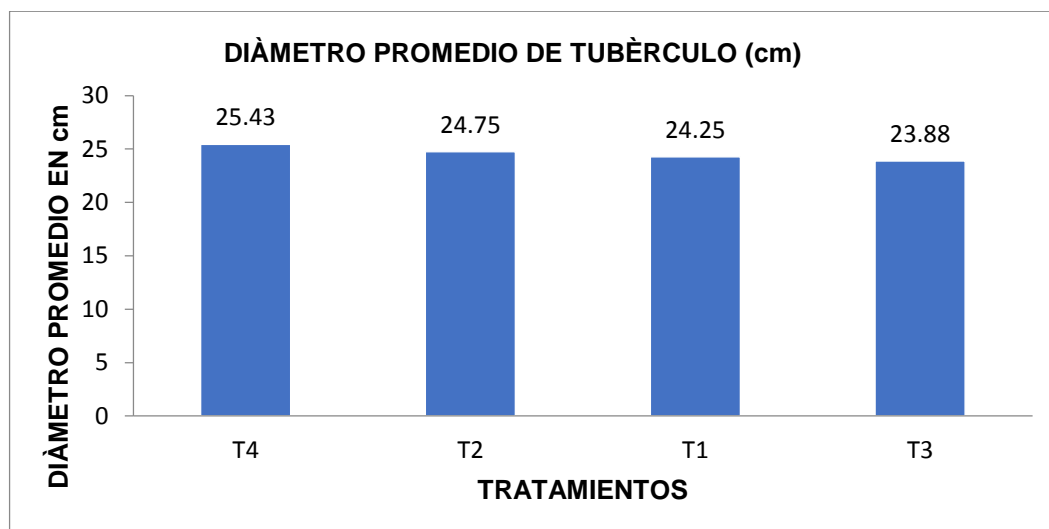


FUENTE: Datos de campo del experimento

El mayor número de tallos tiene el tratamiento 2 (activadores biológicos) definido en los 8 tallos por planta, a continuación le siguen los tratamientos 1 (micorrizas), con un valor de 8 tallos promedio, tratamiento 3 (silicio, ácidos omega 3, 6, 9 + extracto de algas) con 7 tallos y por último el tratamiento 4 (testigo) 7 tallos. Sin embargo adicional a esto se adjunta que la diferencia entre estos tratamientos no es muy alta.

3.6.1.6 Diámetro promedio de tubérculo (cm).

Ilustración 7. DIÁMETRO PROMEDIO DE TUBÉRCULO (cm)



FUENTE: Datos de campo del experimento

El mejor resultado lo adquirió el tratamiento T2 (activadores biológicos) con valores de 25.43 cm a continuación, tratamiento 4 (testigo) 24.75 cm, tratamiento 1 (micorrizas) 24.25 cm y por último tratamiento 3 (omega 3, 6, 9+ extracto de algas y silicio) con 23.88 cm.

3.6.1.5 Rendimiento de cosecha en kg/ha a los 168 días después de la siembra.

Tabla 6. ADEVA PARA RENDIMIENTO DE COSECHA CULTIVO DE PAPA EN kg/ha A LOS 168 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	557714843.75	15				
Bloque	58105468.75	3	19368489.58	1.27 NS	3.86	6.99
Tratamiento.	362792968,75	3	120930989.58	7.96 **	3.86	6.99
Error.	136816406.25	9	15201822.92			
CV	5.75%					
\bar{x}	47578.13 kg/ha					

FUENTE: Datos de campo del experimento

Existe una alta diferencia significativa entre los tratamientos y no hay significancia para las repeticiones, por tanto hubo que proceder a realizar la prueba de Tukey al 5% para prescribir el mejor tratamiento.

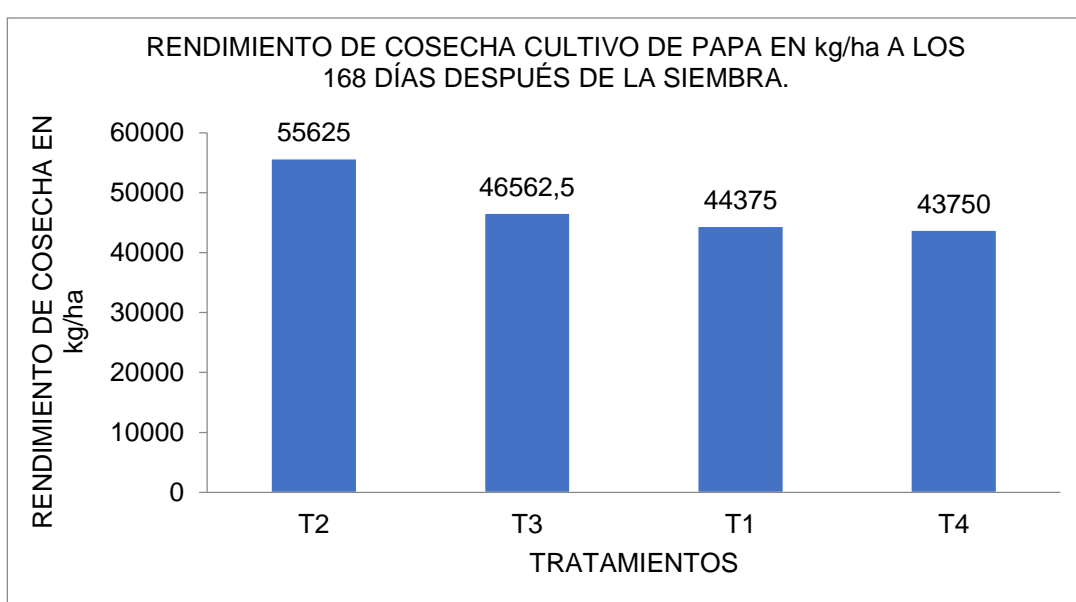
Tabla 7: PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% PARA EL RENDIMIENTO DE COSECHA CULTIVO DE PAPA EN kg/ha A LOS 168 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

Tratamientos	Medias (kg/ha)	Tukey
T2	55625.00	A
T3	46562.50	B
T1	44375.00	B
T4	43750.00	B

FUENTE: Datos de campo del experimento

El análisis estadístico bajo la prueba de Tukey al 5% para los rendimientos de cosecha en kilogramos por hectárea se concluye, que consta dos tipos de categoría; la “A” donde encontramos el 2 (activadores biológicos) con valores de 55,625 kg/ha, y la “B” en la cual se encuentran el tratamiento 3 (omega 3, 6, 9 +extracto de algas y silicio) con cifras de 46,562.50 kg/ha, tratamiento 1 (micorrizas) 44,375 kg/ha y el tratamiento con los más bajos rendimientos fue el tratamiento 4 (testigo) 43.750 kg/ha.

Ilustración 8. RENDIMIENTO DE COSECHA CULTIVO DE PAPA EN kg/ha A LOS 168 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.



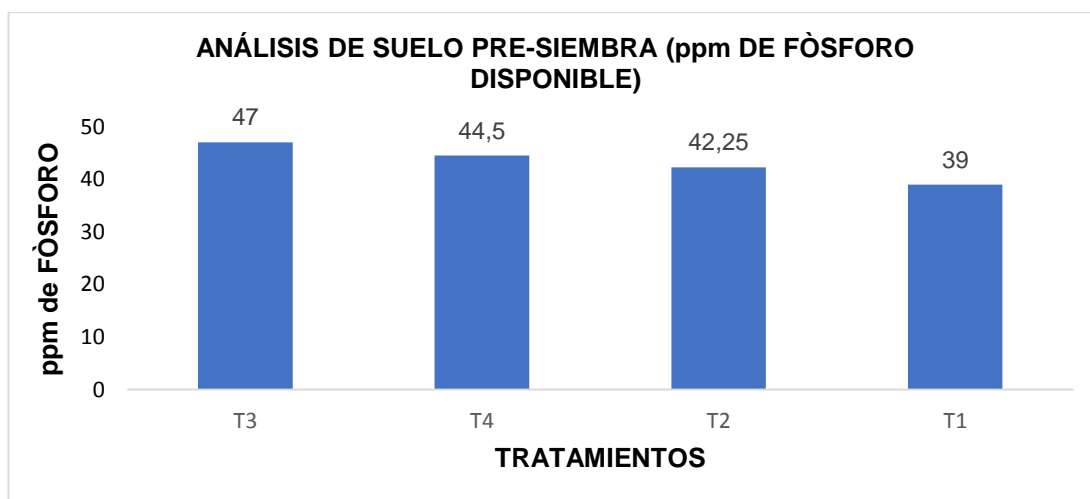
FUENTE: Datos de campo del experimento

3.6.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS VARIABLES DEL FÓSFORO APROVECHADO POR EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum. L.*)

3.6.1.1 Análisis de suelo pre-siembra (ppm de fósforo disponible)

El Adeva con los datos referentes al primer análisis de suelo pre-siembra específicamente del macronutriente “fósforo” disponible, determinaron que, no existe una diferencia significativa entre tratamientos y repeticiones. Por consiguiente fue elaborado el gráfico respectivo.

Ilustración 9. ANÁLISIS DE SUELO PRE-SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE)



FUENTE: Datos de campo del experimento

El tratamiento 3 (omega 3, 6, 9 + extracto de algas y silicio) posee los mayores valores de fósforo establecidos en 47,50 ppm, le siguen a este los tratamientos 4 (testigo) 44,50 ppm, tratamiento 2 (activadores biológicos) con 42,50 ppm y por último los valores más bajos los tiene el tratamiento 1 (micorrizas) 31 ppm de fósforo.

3.6.1.2 Análisis de suelo 100 días después de la siembra (ppm de fòsforo disponible).

Tabla 8. ADEVA ANÁLISIS DE SUELO 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÒSFORO DISPONIBLE)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	418.00	15				
Bloque	22.50	3	7.50	0,57 NS	3.86	6.99
Tratamiento.	278.00	3	92.67	7,10 **	3.86	6.99
Error.	117.50	9	13.06			
CV	4.69%					
\bar{x}	77.00ppm					

FUENTE: Datos de campo del experimento

Los resultados del análisis de suelo a los 100 días después de la siembra del cultivo de papa, sometidos al análisis estadístico (Adeva), deduce que existe una alta diferencia significativa entre los tratamientos, y no hay diferencia significativa entre las repeticiones; por tanto se deriva a realizar la prueba de Tukey al 5%.

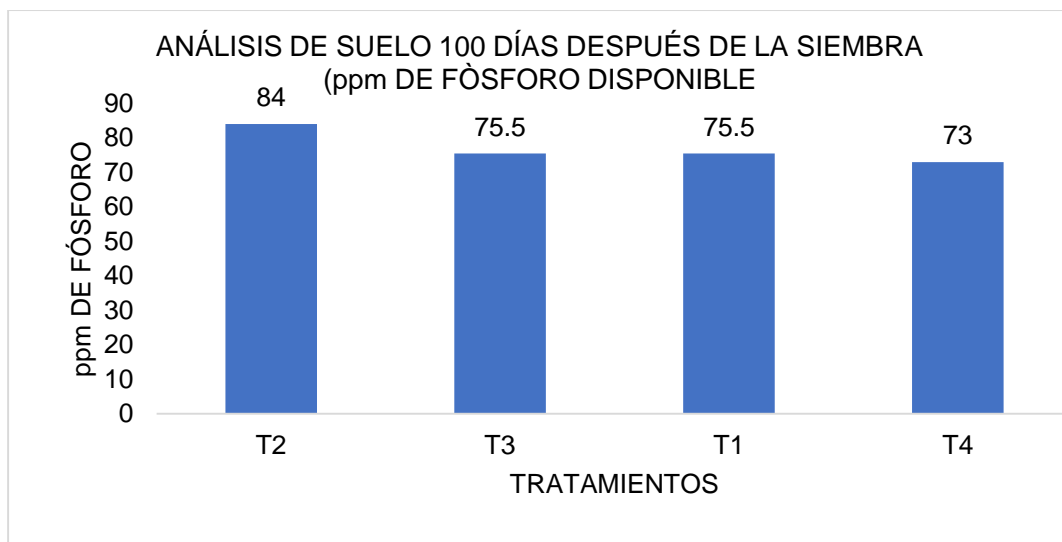
Tabla 9: PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% ANÁLISIS DE SUELO 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE)

Tratamientos	Medias (ppm)	Tukey
T2	84.00	A
T3	75.50	B
T1	75.50	B
T4	73.00	B

FUENTE: Datos de campo del experimento

La prueba de Tukey al 5% confirma que, resulta dos categorías de letras la "A" en donde se encuentran el tratamiento 2 (activadores biológicos) posee los mejores datos con 84.00 ppm de fósforo y la "B" que lo constituyen el tratamientos 3 (omega 3, 6, 9+extracto de algas y silicio) 75.50 ppm, seguido de tratamiento 1 (micorrizas) 75.50 ppm y por último el tratamiento 4 (testigo) que posee 73.00 ppm.

Ilustración 10. ANÁLISIS DE SUELO 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE)



FUENTE: Datos de campo del experimento

3.6.1.3 Análisis foliar (% de fósforo en hojas) plantas de papa.

Tabla 10. ADEVA ANÁLISIS FOLIAR (% DE FÓSFORO EN HOJAS) PLANTAS DE PAPA.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,13	15				
Bloque	0,03	3	0,01	2,46 NS	3,86	6,99
Tratamiento.	0,06	3	0,02	4,13 *	3,86	6,99
Error.	0,0045	9	0,0045			
CV	18,45%					
\bar{x}	0,48%					

FUENTE: Datos de campo del experimento

Dentro del análisis foliar de fósforo, se determina que, existe una diferencia significativa entre los tratamientos y ninguna significancia para las repeticiones por tanto hubo que proceder a realizar la prueba de Tukey para determinar cuál de los tratamientos es el mejor.

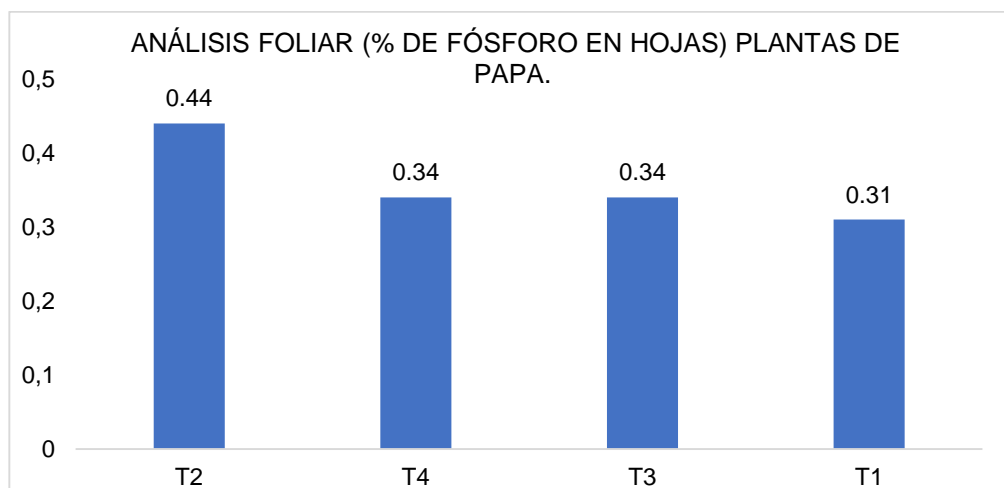
Tabla 11: PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% ANÁLISIS FOLIAR (% DE FÓSFORO EN HOJAS) PLANTAS DE PAPA.

Tratamientos	Medias (%)	Tukey
T2	0,44	A
T3	0,34	A B
T4	0,34	A B
T1	0,31	B

FUENTE: Datos de campo del experimento

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% de significancia se llega a determinar que predomina dos tipos de categoría “A” donde está el tratamiento 2 (activadores biológicos), 0,44% de fósforo a nivel foliar; a continuación entre “A” y “B” encontramos el tratamiento 4 (testigo) con valores de 0,34 % y tratamiento 3 (omega 3,6,9+extracto de algas y silicio) con 0,34% y por último en categoría “B”, el tratamiento 1 (micorrizas) presenta los valores más bajos de 0,31%.

Ilustración 11. ANÁLISIS FOLIAR (% DE FÓSFORO EN HOJAS) PLANTAS DE PAPA.



FUENTE: Datos de campo del experimento

3.6.1.4 ANÁLISIS DE SUELO 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE).

Tabla 12. ADEVA PARA ANÁLISIS DE SUELO 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE).

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	534.44	15				
Bloque	83.19	3	27.73	2.04 NS	3.86	6.99
Tratamiento.	328.69	3	109.56	8.05 **	3.86	6.99
Error.	122.56	9	13.62			
CV	4.93%					
\bar{x}	74.81 ppm					

FUENTE: Datos de campo del experimento

Después de haber desarrollado el adeva para el análisis de suelo a nivel de post-cosecha, define que, para los tratamientos hay una alta significancia y no hay significancia para las repeticiones. Por tal razón se realizó la prueba de Tukey al 5% para verificar el mejor tratamiento.

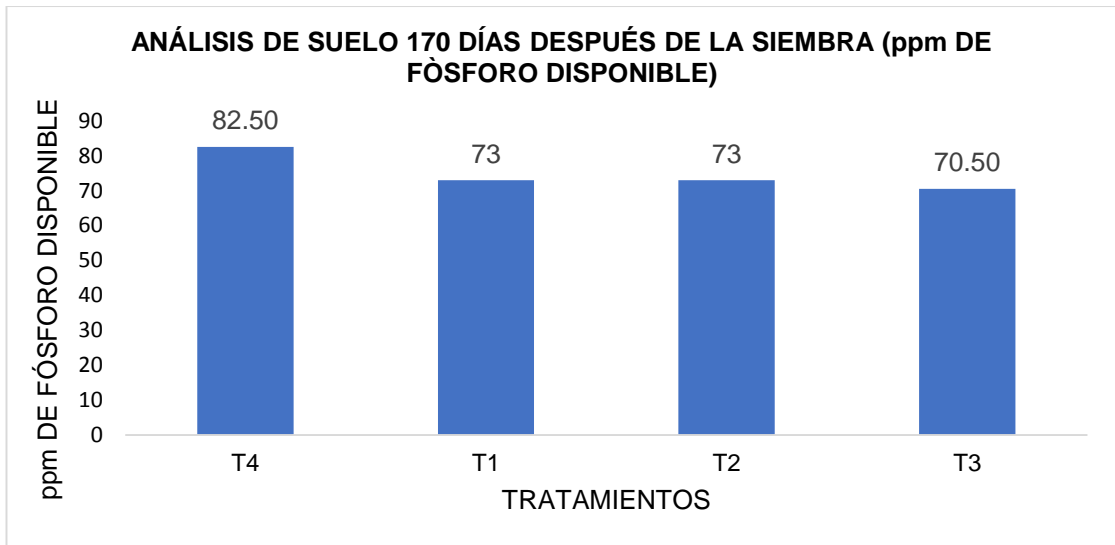
Tabla 13: PRUEBA DE SIGNIFICANCIA TUKEY 5% PARA ANÁLISIS DE SUELO 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE)

Tratamientos	Medias (ppm)	Tukey
T4	82.50	A
T1	73.00	B
T2	73.00	B
T3	70.50	B

FUENTE: Datos de campo del experimento

La prueba de Tukey al 5% puntualiza, dos tipos de categoría; la "A" donde está el tratamiento 4 (testigo) tiene los mejores valores de fósforo disponible con 82.50 ppm y en categoría "B" constan el tratamiento 2 (activadores biológicos) 73.00 ppm, a continuación el tratamiento 1 (micorrizas) 73.00 ppm y por último el tratamiento 3 (omega 3, 6,9+extracto de algas y silicio) 70.50 ppm.

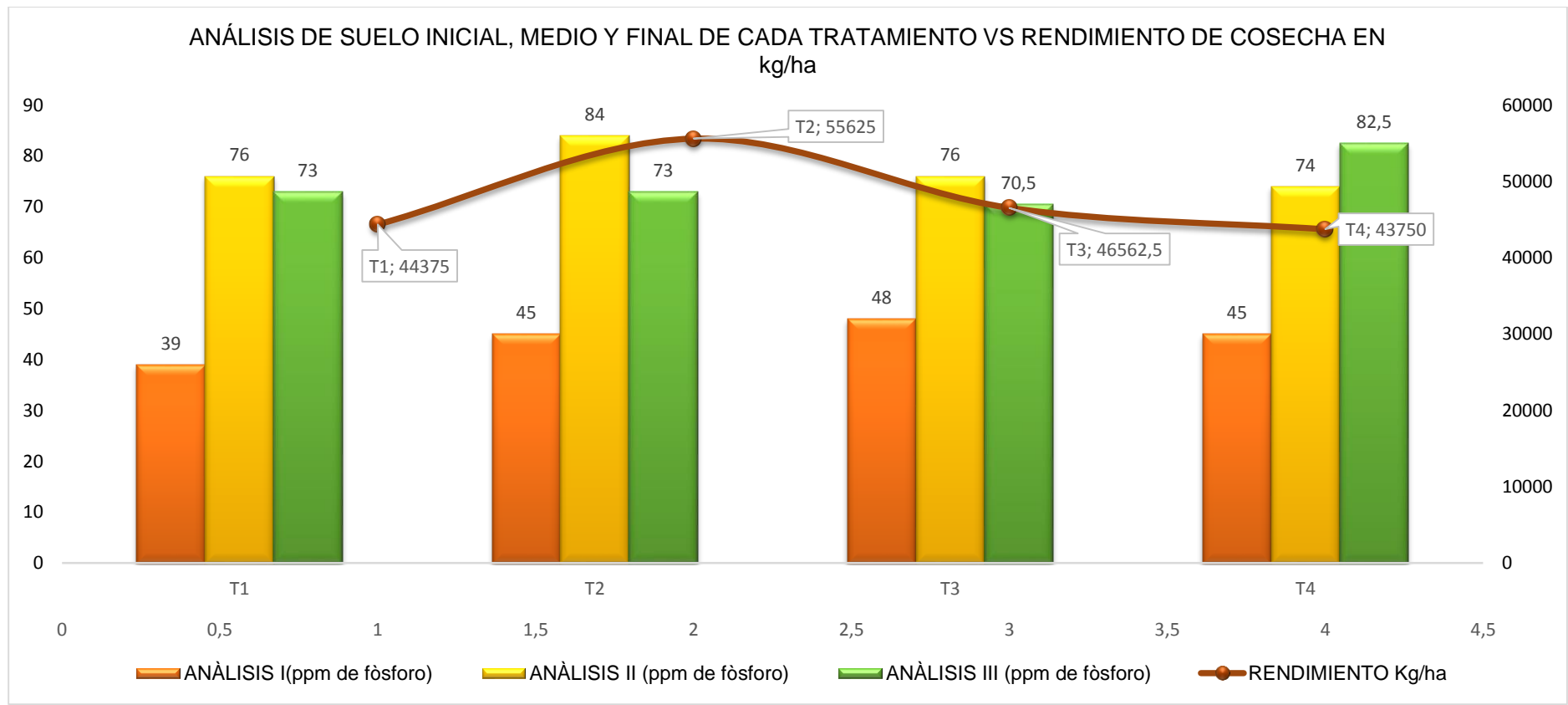
Ilustración 12. ANÁLISIS DE SUELO 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (ppm DE FÓSFORO DISPONIBLE)



Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

3.6.3. ANÀLISIS DE SUELO INICIAL, MEDIO Y FINAL DE CADA TRATAMIENTO VS RENDIMIENTO DE COSECHA EN kg/ha.

Ilustración 13 ANÀLISIS DE SUELO INICIAL, MEDIO Y FINAL DE CADA TRATAMIENTO VS RENDIMIENTO DE COSECHA EN kg/ha



Elaborado por: Almeida, 2014.

Tabla 14. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELO INICIAL, MEDIO Y FINAL DE CADA TRATAMIENTO VS RENDIMIENTO DE COSECHA EN kg/ha

TRATAMIENTO	ppm DE FÒSFORO PRE-SIEMBRA	ppm DE FÒSFORO ETAPA DE FLORACIÓN	ppm DE FÒSFORO POST SIEMBRA	RENDIMIENTO DE COSECHA	OBSERVACIONES
T1	Con 30 ppm calificado como un promedio bajo de fòsforo	76 ppm lo cual se considera "alto"	Termina con valores de 83 ppm de fòsforo y se sigue considerando alto	Los Promedio establecieron en 44375 kg/ha lo cual lo ubicado en el 3er puesto de rendimiento	La aplicación de micorrizas no logró desbloquear nivel altos de fòsforo comparado con el testigo.
T2	Inicialmente tiene un 45 ppm establecido en "adecuado".	Los niveles de fòsforo subieron para este tratamiento a 84 ppm lo ubica en categoría de "alto".	Los valores de fòsforo descienden a 71 ppm pero se sigue manteniendo en categoría de "alto".	55625,00 kg/ha lo situó en el 1er puesto de rendimiento entre los demás tratamientos.	Los estándares de fòsforo variaron en la floración con respecto al análisis final, pero esté es aprovechado por las plantas de papa del tratamiento en mención para incrementar los rendimientos de cosecha.
T3	Posee 48 ppm de fòsforo por lo que fue atribuido que está en categoría de "moderado".	Valores de 76 ppm lo cual se considera "alto"	Disminuye levemente los datos a 74 ppm de fòsforo pero de igual manera se sigue	46562,50 kg/ha lo cual lo ubicó en el 2do puesto.	Al igual que el anterior tratamiento los valores de fòsforo en la floración redujeron con respecto al análisis final de suelo esto fue aprovechado por el cultivo pero en una menor cantidad.

			considerando como "alto".		
T4	El testigo inicia con 45 ppm de fòsforo lo que también lo establece en categoría de moderado.	Con valores de 74 ppm lo cual se considera "alto"	Baja levemente los datos a 73 ppm de fosforo pero al igual que los otros se sigue considerando como alto.	Sus rendimientos promedio se establecieron en 43750,00 kg/ha lo cual lo ubicó en el 4to puesto de rendimiento entre los demás tratamientos.	Los valores de fòsforo absorbidos fue mínimo ya que los promedios del análisis de la floración y el final no hubieron variaciones, por tanto su rendimiento fue bajo.

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

3.6.4 RELACIÓN COSTO – BENEFICIO.

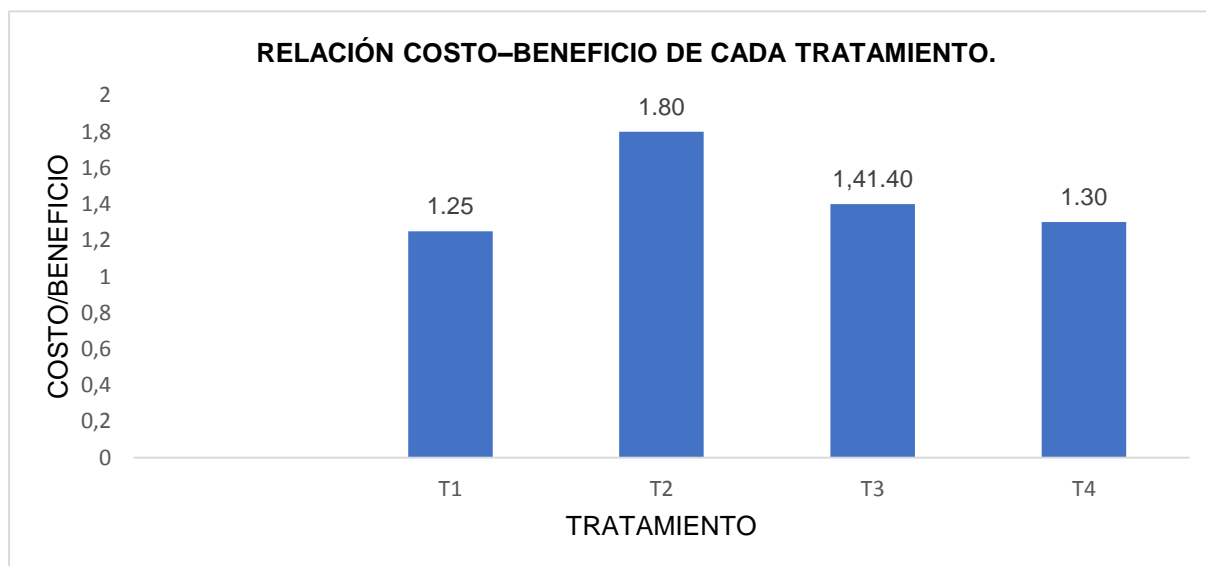
Cuadro 7: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO DE CADA TRATAMIENTO.

Tratamientos	Costo Total cada/tratamiento (\$)	Producción (kg/ha)	Venta (\$)	Utilidad (\$)	Costo /Beneficio(\$)
T1	4000	44,375.00	9,000	\$ 5,000	1.25
T2	3894	55,625.00	11,200	\$ 7,306	1.80
T3	3819	46,562.50	9,200	\$ 5,381	1.40
T4	3759	43,750.00	8,800	\$ 5,041	1.30

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

Para elaborar el costo-beneficio, debe suponer el costo total de cada tratamiento por hectárea, la producción total y las ventas; este análisis reveló que el tratamiento T2 (Activadores biológicos), presenta mayor utilidad, con valores de 1.80 dólares, comparado con el testigo T4, que brinda un costo-beneficio de 1.30 dólares.

Ilustración 14: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO DE CADA TRATAMIENTO.



Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

3.7. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

Una vez terminado el procesamiento, análisis e interpretación de datos es confirmado que: se acepta la hipótesis alternativa, la aplicación de activadores biológicos (bacterias lácticas: *Lactobacillus casei*, bacterias fotosintéticas: *Rhodopseudomonas palustris* y levadura: *Saccharomyces cerevisiae.*), aprovechan el fósforo no soluble presente en suelo por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum. L*) variedad superchola.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

El tratamiento que alcanzó los niveles más altos en aprovechamiento del fòsforo no soluble en el suelo por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum.L*), variedad superchola, fue el 2 (activadores biológicos), en dosis de 4L/20L de agua.

Según los análisis de fòsforo disponible en el suelo, para el mejor tratamiento, es el 2 (activadores biológicos), inicio con valores de 45 ppm, después 84 ppm y por último 73 ppm además 0.44% a nivel foliar y un rendimiento de 55.625 kg/ha; por tanto al aprovechar mayor porcentaje de fòsforo no soluble en el suelo, aumentó el número de raíces y por ende los tubérculos producidos y su rendimiento.

El costo/beneficio del tratamiento 2 (activadores biológicos) demuestra que por cada dólar invertido nos da 1.80 dólares es decir 0.80 centavos de ganancia neta asumiendo valores reales del mercado actual.

5.2 RECOMENDACIONES.

Aplicar el tratamiento 2 (activadores biológicos) en las dosis de 4L en 20L de agua, con aspersiones al cuello de la planta, utilizando equipo de fumigación limpio de residuos de agroquímicos, para lograr un mayor aprovechamiento del fòsforo no soluble que se encuentra encapsulado en el suelo.

Realizar investigaciones sobre el aprovechamiento de otros macro elementos y micro elementos retenidos en el suelo, y también en varios otros cultivos de interés de la provincia del Carchi.

Desarrollar análisis de inoculación de activadores biológicos y posteriores métodos de multiplicación, reproducción a campo abierto, con el fin de enfocar

trabajos de incrementó de la micro flora del suelo, con menor inversión en lo que respecta a rubros económicas.

BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Agromil. (2006). Beneficios Del Silicio Para La Agricultura. México.
2. Aragòn. (2011). Analisis Físico-Químico De Hojas.
3. Bertsch, F. (2003). La fertilidad de los suelos y su manejo. San José Costa Rica: Accs.
4. Carrera, L. (Abril De 2007). Gobierno Provincial Del Carchi .
5. Constitucìon De La Republica Del Ecuador . (2011). Quito.
6. Gómez, R., Rodríguez, M., Cárdenas, E., & Sandoval, M. (2006). Fertilización Foliar Con Silicio Como Alternativa Contra La Marchitez Causada Por *Fusarium Oxysporum* en tomate de cáscara. Revista Chapingo , 2-19.
7. Guevara, M. (2010). Aislamiento E Identificación De Microorganismos Solubilizadores De Potasio A Partir De Muestras De Suelo Y Raíces De Cultivos De Alcachofa . Cayambe.
8. Harley, J. (1997). Mycorrhizal Symbiosis. Academic, Londres. Londres : Academic.
9. Horna, R., & Potaluppi, L. (2007). Conclusiones Sobre Experiencias De Aplicacion De Silicio En Banano Y Maiz. Guayaquil.
10. Hornaz, Z. (2007). Resultado De La Aplicacion De Varias Dosis De Silicio Orgànico. Los Rios -Ecuador.

11. Ibáñez, J. (2011). Un Universo Libre Bajo Nuestros Pies . Un Lugar Para La Ciencia Y La Tecnología .
12. INIAP, E. (2007). "Manual Agrícola De Los Principales Cultivos Del Ecuador". Quito.
13. Khasawneh, F. (2003). The Role Of Phosphorus In Agriculture. American Society Of Agronomy, Crop Science Of America, 1-10.
14. Matichencov, V. (2007). El Silicio. Guayaquil-Ecuador.
15. Moreno, P. (2005). Inoculación De Micorrizas Mva En Papa (*Solanum Tuberosum*). Respuesta En El Crecimiento Y Nutrición De Plantas Inoculadas En Invernadero Y En Campo. Latinoamérica.
16. Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). El Cultivo De La Papa En El Ecuador. Quito.
17. Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). Manual De Cultivo De Papa Para Pequeños Productores. Quito: Iniap-Cosude.
18. Quero, G. E., & Cárdenas, V. (2007). Nuevas Tecnologías Para Incrementar La Producción Agrícola. Teucorapan-México.
19. Randy, N., & Weil, R. (2000). The Nature And Properties Of Soils. *Prentice Hall Inc New Jersey*, 1-10.
20. Rodas, P. (2006). La agricultura Y Microorganismos: Una Visión Sustentable Para El Manejo De Los Suelos, España.
21. Saldías, M. (2004). Curvas de absorción de nutrientes en papa *Solanum tuberosum*. San José Costa Rica: Euned.

22. S, M. (2009). Producción Orgánica De Cultivos Andinos . Quitouquilanda.
23. Higa, T. (2002). EM Microorganismos Efectivos . Gralswelt Nov, 3-5.
24. Thompson, L. (2008). Los Suelos Y Su Fertilidad. España: Reverte.
25. Usuga, C., Castañeda, D., & Franco, A. (2007). Multiplicación De Hongos Micorrizados Arbusculares Y Efecto En Plantas De Banano Micropropagadas (Musa Caa) Gran Enano Musaceae. Ecuador.
26. Villalobos, L. (2000). Cultivo De Papa. San José , Costa Rica, EUNED.

LINKOGRAFÍA.

1. Arrospide, G. (2004). Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes . Recuperado el 4 de febrero de 2014, de calister s.a:http://www.calister.com.uy/wpcontent/files_mf/1311182916Criterios_para_el_uso_de_Aditivos_y_Coadyuvantes.pdf.
2. Borda, O., Barón, F., & Gómez, M. (2007): El silicio como elemento benéfico en avena forrajera. Recuperado el 4 de febrero de 2014 Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a09.pdf>
3. Caicedo, L., & Chavarriaga, W. (2008). Efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo de almácigos de plantas de café. Recuperado el 6 de febrero de 2014, obtenido de http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15%281%29_2.pdf

4. CHEMICAL, E. T. (2009). Boletín informativo crystal chemical. Recuperado el 3 de febrero de 2014, de <http://www.crystal-chemical.com/papa.htm>
5. EM, C. (2010). El efecto de "EM" sobre el crecimiento de cultivos de tomate (*Cycomandra betacea*). Recuperado el 3 de febrero de 2014, http://www.eminfo.es/clickweb/service/pdf.php?F=../em/upload/EL_EF130815165344.pdf
6. Filgueiras, O. (2007), Silicio en la agricultura. Recuperado el 4 de febrero de 2014 Obtenido de <http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=2208&bd=1&pg=1&lg=es>
7. INFOAGRO, (2009). El cultivo de papa, recuperado el 4 de febrero de 2014, de <http://www.infoagro.com/abonos/algas.htm>
8. Miramontes, & Arroyo, E. (2009): Efecto del metasilicato de sodio sobre el crecimiento de cultivo de clima frio. Recuperado el 4 de febrero de 2014, Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57322205>
9. Muñoz, A. (2010). Manejo cultivo de papa. Recuperado el sabado de septiembre de 2013, de www.agrytec.com
10. Quero, E. (2008): Silicio en la producción agrícola. Recuperado el 4 de febrero de 2014, Obtenido de http://loquequero.com/portal/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=12..
11. Sanzano, A. (2006). El fósforo en el suelo. Recuperado el 4 de Febrero de 2014, de <http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/Fosforo%20del%20Suelo.pdf>

12. Serrano, V. (2001). Recuperado el 4 de febrero de 2014, Todo sobre algas marinas:

<http://facultad.bayamon.inter.edu/yserrano/ALGASmicro.htm>

13. SMART, G. (2010). Fertilización inteligente. Recuperado el 7 de septiembre de 2013, de <http://www.smart-fertilizer.com>

ANEXOS

Anexo 1. RECURSOS ECONÓMICOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

El presupuesto para ejecutar esta investigación fue de un total de 3,380.44 dólares

DETALLES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
ARRIENDO DEL TERRENO	250 m ²	1,00	\$ 250.00	\$ 250.00
subtotal 1				\$ 250.00
ANÁLISIS DE SUELO Y FOLIAR				
Inicial	Muestra	16.00	\$ 25.00	\$ 400.00
Medio	Muestra	16.00	\$ 25.00	\$ 400.00
Final	Muestra	16.00	\$ 25.00	\$ 400.00
Análisis foliar	Muestra	16.00	\$ 25.00	\$ 400.00
SUBTOTAL 1				1600.00\$
PREPARACIÓN TERRENO				
Arada, rastra y cruce	Horas	1,00	\$ 30,00	\$ 30.00
SUBTOTAL 2				\$ 30.00
Medición del ensayo				
Triples	Lamina	2.00	\$ 12,00	\$ 12.00
Piola	m	1,240.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Estacas	unidades	65.00	\$ 0.50	\$ 32.50
Letreros	unidades	16.00	\$ 1.00	\$ 16.00
Flexómetro	m	1.00	\$ 3.00	\$ 3.00
Mano de obra	J	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Transporte	Carrera	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
SUBTOTAL 3				\$ 151.50
SIEMBRA Y TRATAMIENTOS				
Micorrizas	qq	1	\$ 20.00	\$ 14.15
Activadores Biológicos	L	5	\$ 9.00	\$ 45.00
Silicio y ácidos omega 3,6,9	L	2	\$ 10.00	\$ 20.00
Semilla	qq	3.00	\$ 20.00	\$ 60.00
Surcado	J	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Siembra	J	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Transporte	carrera	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
SUBTOTAL 4				\$ 169.15
LABORES CULTURALES				
Retape				
Fertilizante 10-30-10 + ME	qq	1,52	\$ 46.00	\$ 69.92
Profenofos	L	0,12	\$ 20.00	\$ 2.40
Fipronil	L	0,08	\$ 100.00	\$ 8.00
mano de obra	J	1,00	\$ 10.00	\$ 10.00
transporte	carrera	1,00	\$ 10.00	\$ 10.00

Medio aporque				
Fertilizante 8-20-20 + ME	qq	1,00	\$ 45.00	\$ 45,00
Sulfato de magnesio	qq	0,44	\$ 30.00	\$ 30,00
Fipronil	L	0,08	\$ 105.00	\$ 8,40
Jornales	J	0,80	\$ 25.00	\$ 20,00
Transporte	carrera	1,00	\$ 10.00	\$ 10,00
Aporque				
Lambdacihalotrina	L	1.00	\$ 10.40	\$ 10.40
Adherente	L	1.00	\$ 2.24	\$ 2.24
Mano de obra	J	1.00	1.00	\$ 10.00
Transporte	carrera	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
SUBTOTAL 5				\$ 236,36
CONTROL DE ENFERMEDADES				
Fungicidas				
Cimoxanil + mancoceb	Lb	0,21	\$ 6.30	\$ 1.33
mancoceb	Kg	0,11	\$ 6.00	\$ 0.65
Metalaxil + mancoceb	lb	0,17	\$ 12.00	\$ 2.00
Propamocarb	L	0,03	\$ 20.00	\$ 0.58
Insecticidas				
Clorpirifos + cipermetrina	L	0,12	\$ 37,00	\$ 4.44
acefato	g	16,00	\$ 2,00	\$ 32.00
Cyromacine	g	0,20	\$ 9,00	\$ 1.80
Coadyuvantes				
Indícate	L	0,20	\$ 9,00	\$ 1.80
Squash	L	0,12	\$ 8,50	\$ 1.02
Mano de obra	jornales	3,00	\$ 10,00	\$ 30.00
Transporte	carrera	1,00	\$ 10,00	\$ 10.00
SUBTOTAL 6				\$ 85.62
MATERIALES Y EQUIPOS				
Bomba de fumigación	unidad	1	\$ 80.00	\$ 80.00
Guantes	Pares	14	\$ 0.60	\$ 8.40
Mascarilla	unidad	4	\$ 1.00	\$ 4.00
Regla	unidad	1	\$ 0.50	\$ 0.50
Cámara digital	unidad	1	\$ 180.00	\$ 180.00
Cuadernos y libretas	unidad	1	\$ 2.00	\$ 2.00
Lapiceros	unidad	12	\$ 0.30	\$ 3.60
SUBTOTAL 7				\$ 278.50
GASTOS BIBLIOGRAFICOS				
Tinta de impresión	cartuchos	4	\$ 50.00	\$ 200.00
Gastos de Internet	Mes	12	\$ 20.00	\$ 240.00
SUBTOTAL 8				\$ 440.00
VISITAS Y TOMA DE DATOS				
Movilización	pasajes	48	\$ 1,75	\$ 84.00
SUBTOTAL 9				\$ 84.00

SUB- COSTO TOTAL				\$ 3,073.13
IMPREVISTO 10%				\$ 307.31
COSTO TOTAL				\$ 3,380.44

Elaborado por: (Almeida, J. 2013)

Anexo 2. DESCRIPCIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DESPLEGADAS EN LA INVESTIGACIÓN

Tiempo Actividades	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana
	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Aprobación del Perfil de Tesis												
1.- Recopilación bibliográfica	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
2.- Elaboración	█	█	█									
3.- Aprobación		█	█	█								
Aprobación del Proyecto de Tesis												
1.- Elaboración				█	█	█						
2.- Aprobación					█	█	█					
Ejecución del Proyecto de Tesis												
1.- Ensayo					█	█	█	█	█	█	█	█
2.- Revisión Bibliográfica					█	█	█	█	█	█	█	█
3.- Tabulación											█	█
Aprobación del Informe Final de Tesis												
1.- Presentación Borrador												█
2.- Correcciones												█
Sustentación de la Tesis												
1.- Solicitud												█

Anexo 2. ANÁLISIS DE SUELO PRE-SIEMBRA.

Muestra	Corresponde	Fósforo (ppm)
M1	T4R4	66,83
M2	T4R1	34,41
M3	T4R3	39,14
M4	T4R2	36,18
M5	T3R1	61,51
M6	T3R2	63,63
M7	T3R3	31,43
M8	T3R4	46,72
M9	T2R1	25,43
M10	T2R2	22,47
M11	T2R3	31,34
M12	T2R4	41,99
M13	T1R2	13,97
M14	T1R1	18,92
M15	T1R3	35,48
M16	T1R4	10,03
M17	Testigo	41,40

Fuente: Laboratorio de suelos Pontificia Universidad Católica De Ibarra (2013)

Anexo 3. ANÁLISIS DE SUELO II 100 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA
PROVINCIA DEL CARCHI

DIRECCIÓN DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL

LABORATORIO DE AGUA Y SUELO INFORME DE RESULTADOS

Cliente: Juan Almeida Número de Informe: 1
Dirección: Barrio El Bosque (Tulcán) Fecha de Informe 27/08/13
Teléfono: 0992363969 Recep. Laboratorio
No de muestras entregadas 16

1.- RESULTADOS ANALÍTICOS

Código	Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación	Método aplicado
T4R2	Fósforo asimilable	ppm	78	Muy alto	Colorimetría AS-26
T4R4	Fósforo asimilable	ppm	60	Muy alto	Colorimetría AS-26
T4R3	Fósforo asimilable	ppm	63	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T3R4	Fósforo asimilable	ppm	60	Muy alto	Colorimetría AS-26
T1R3	Fósforo asimilable	ppm	80	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T3R1	Fósforo asimilable	ppm	40	Alto	Colorimetría AS-26
T1R4	Fósforo asimilable	ppm	90	Muy alto	Colorimetría AS-26
T4R1	Fósforo asimilable	ppm	20	Normal	Colorimetría AS-26
T3R3	Fósforo asimilable	ppm	76	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T2R1	Fósforo asimilable	ppm	82	Muy alto	Colorimetría AS-26
T2R2	Fósforo asimilable	ppm	70	Muy alto	Colorimetría AS-26
T1R2	Fósforo asimilable	ppm	60	Muy alto	Colorimetría AS-26
T1R1	Fósforo asimilable	ppm	260	Muy alto	Colorimetría AS-26
T2R4	Fósforo asimilable	ppm	80	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T2R3	Fósforo asimilable	ppm	83	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T3R2	Fósforo	ppm	73	Muy alto	Colorimetría AS-

	extraíble				26
--	-----------	--	--	--	----

Fuente: Laboratorio de agua y suelo, Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi (2013)

Anexo 4. ANÁLISIS DE SUELO III POST-SIEMBRA 170 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA
Gobierno Autónomo Descentralizado de la
Provincia del Carchi



DIRECCIÓN DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL

LABORATORIO DE AGUA Y SUELO
INFORME DE RESULTADOS

Cliente:	Juan Almeida	Número de Informe:	1
Dirección:	Barrio El Bosque (Tulcán)	Fecha de Informe	27/08/13
Teléfono:	0992363969	Recep. Laboratorio	
		No de muestras entregadas	16

1.- RESULTADOS ANALÍTICOS

Código	Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación	Método aplicado
T4R2	Fósforo asimilable	ppm	73	Muy alto	Colorimetría AS-26
T4R4	Fósforo asimilable	ppm	69	Muy alto	Colorimetría AS-26
T4R3	Fósforo asimilable	ppm	76	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T3R4	Fósforo asimilable	ppm	72	Muy alto	Colorimetría AS-26
T1R3	Fósforo asimilable	ppm	87	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T3R1	Fósforo asimilable	ppm	70	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T1R4	Fósforo asimilable	ppm	80	Muy alto	Colorimetría AS-26
T4R1	Fósforo asimilable	ppm	74	Normal	Colorimetría AS-26
T3R3	Fósforo asimilable	ppm	82	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T2R1	Fósforo asimilable	ppm	76	Muy alto	Colorimetría AS-26
T2R2	Fósforo asimilable	ppm	74	Muy alto	Colorimetría AS-26
T1R2	Fósforo asimilable	ppm	80	Muy alto	Colorimetría AS-26
T1R1	Fósforo asimilable	ppm	83	Muy alto	Colorimetría AS-26

T2R4	Fósforo asimilable	ppm	65	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T2R3	Fósforo asimilable	ppm	68	Muy Alto	Colorimetría AS-26
T3R2	Fósforo extraíble	ppm	67	Muy alto	Colorimetría AS-26

Fuente: Laboratorio de agua y suelo, Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi (2013)

Anexo 5. ANÁLISIS FOLIAR DE HOJAS DE PLANTAS DE PAPA

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristobal de Troya 493 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador		
Cel: 0999591050		
REPORTE DE ANALISIS FOLIAR		
NOMBRE:	JUAN ALMEIDA	FECHA: 30 DE AGOSTO 2013
ANÁLISIS:	HOJAS DE PAPA	PROVINCIA: CARCHI
Nro. REPORTE	Nro. CAMPO	P*
4990	Testigo	0,54
4991	T4R4	0,36
4992	T3R1	0,28
4993	T4R2	0,28
4994	T4R3	0,42
4995	T3R4	0,35
4996	T4R1	0,30
4997	T3R2	0,32
4998	T3R3	0,41
4999	T2R3	0,64
5000	T1R4	0,35
5001	T2R2	0,39
5002	T1R3	0,27
5003	T2R4	0,41
5004	T2R1	0,42
5005	T1R2	0,25
5006	T1R1	0,38
* = %		
** = ppm		
Dr. Edison M. Miño M		
RESPONSABLE DE LABONORT		

Fuente: Laboratorio de agua y suelo, Labonort (2013)

Anexo 6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ETAPA DE PRE-SIEMBRA.

LABONORT				
LABORATORIOS NORTE				
Av. Cristobal de Troya 493 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador				
Cel: 0999591050				
REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
NOMBRE:	JUAN ALMEIDA			FECHA: 29 DE ABRIL 2013
ANÁLISIS:	HUESTRAS DE SUELO			PROVINCIA: CARCHI
Nro. REPORTE	Nro. CAMPO	MOHOS Y LEYADURAS	NISMOS AEROBIOS MESÓFILOS	UNIDAD
4991	T4R4	4,2*10 ²	2,2*10 ³	UFC/g.s.s
4992	T3R1	3,6*10 ²	3,1*10 ³	UFC/g.s.s
4993	T4R2	3,9*10 ²	3,6*10 ³	UFC/g.s.s
4994	T4R3	4,2*10 ²	2,5*10 ³	UFC/g.s.s
4995	T3R4	3,5*10 ²	3,2*10 ³	UFC/g.s.s
4996	T4R1	3,6*10 ²	2,1*10 ³	UFC/g.s.s
4997	T3R2	4,3*10 ²	2,2*10 ³	UFC/g.s.s
4998	T3R3	3,7*10 ²	3,2*10 ³	UFC/g.s.s
4999	T2R3	3,3*10 ²	3,2*10 ³	UFC/g.s.s
5000	T1R4	3,1*10 ²	4,2*10 ³	UFC/g.s.s
5001	T2R2	4,3*10 ²	2,3*10 ³	UFC/g.s.s
5002	T1R3	3,5*10 ²	3,2*10 ³	UFC/g.s.s
5003	T2R4	3,1*10 ²	4,2*10 ³	UFC/g.s.s
5004	T2R1	3,2*10 ²	3,4*10 ³	UFC/g.s.s
5005	T1R2	4,3*10 ²	4,2*10 ³	UFC/g.s.s
5006	T1R1	5,2*10 ²	2,2*10 ³	UFC/g.s.s
UFC/g.s.s	unidades formadoras de colonia por gramos seco			Dr. Edison M. Miño M RESPONSABLE DE LABONORT

Fuente: Laboratorio de agua y suelo, Labonort (2013)

Anexo 7. TRAZADO Y SURCADO DEL TERRENO PARA DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 8. SIEMBRA DEL CULTIVO Y POSTERIOR INCORPORACIÓN DE MICORRIZAS EN EL TRATAMIENTO 1



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 9. TOMA DE DATOS, PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE PLANTAS DE PAPA Y CALIBRACIÓN DE LA BOMBA PARA POSTERIOR APLICACIÓN FOLIAR



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 10. VISTA GENERAL DEL ENSAYO A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 11. PRIMERA FERTILIZACIÓN EDÁFICA A TODO EL ENSAYO.



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 12. TOMA DE ALTURA DE PLANTAS A LOS 70 DÍAS.



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 13. APLICACIÓN DE TRATAMIENTO T2 ACTIVADORES BIOLÓGICOS



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 14. APLICACIÓN DE TRATAMIENTO T3 SILICIO Y ÁCIDOS OMEGA 3, 6, 9 Y EXTRACTO DE ALGAS MARINAS.



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 15. SEGUNDA APLICACIÓN DE FERTILIZANTE A NIVEL EDÁFICA EN DRENCH



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 16. SEGUNDO APORQUE DEL ENSAYO.



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 17. VISTA GENERAL DEL CULTIVO A LOS 3 MESES DESPUÉS DE LA SIEMBRA Y APLICACIÓN FOLIAR



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 18. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO Y HOJAS PARA SU POSTERIOR ANÁLISIS



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 19. COSECHA DE TODOS LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)

Anexo 20. CLASIFICACIÓN Y PESADO DE CADA TRATAMIENTO Y REPETICIÓN.



FUENTE: Evidencias del experimento en campo
ELABORADO POR: (Almeida, J. 2013)