



UNIVERSIDAD TÉCNICA BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ÁNGEL- CARCHI



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo practico del examen de grado de carácter complexivo presentado a la
Unidad de Titulación como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Exploración del efecto que produce el óxido de calcio vía drench en el cultivo de la
papa, Comunidad de El Capulí. Parroquia El Carmelo, Cantón Tulcán, Provincia del
Carchi”

Autor:

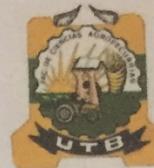
Rolando Gustavo Quiranza Taticuan

Tutor:

Ing. Agr. Guillermo Cevallos Arauz

Espejo – El Ángel – Carchi

-2018-



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Dimensión Práctica del Examen Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo como requisito previo a la obtención de título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

"Exploración del efecto que produce el óxido de calcio vía drench en el cultivo de papa, Comunidad de El Capulí, Parroquia El Carmelo, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi 2018"

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc
PRESIDENTE

Ing. Agr. Raúl Arévalo Vallejo
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Raúl Castro Proaño, MSc
VOCAL PRINCIPAL

DEDICATORIA

A mi mama Jovita Lucia Taticuan Estrada, por haberme dado la vida y enseñado a que la perseverancia da como resultado grandes satisfacciones en el diario vivir.

A mi papá Luis Gustavo Quiranza Rivera, por haber inculcado en mí el más grande valor como son la honradez, y la humildad.

A mi esposa Blanca Piedad Arciniega Tonguino, por ser el pilar que sostiene mi vida en momentos difíciles y por ser la persona que me inyecta seguridad y confianza todos los días de mi vida.

A mi hijo Anthony Alexander Quiranza Arciniega, por darme grandes satisfacciones y hacerme entender que todo es posible en la vida.

A mi hijo Eithan Jaasiel Quiranza Arciniega, por ser la personita que aporta y llena de energía a toda mi familia.

Rolando Gustavo Quiranza Taticuan

AGRADECIMIENTO

A dios por haberme dado la oportunidad de vivir y disfrutar grandes momentos junto a mi familia.

Al Ing. Luis Augusto Jaramillo Suarez, por ser quien me ayudo a superarme en mi vida estudiantil.

Al Ing. Roberth Rubio, por el apoyo en vida estudiantil y formación en mi vida laboral.

Al Ing. Jimmy Moya, por enseñarme que la base del éxito es el empeño y empuje que uno le ponga a la vida.

Al Ing. Juan Fernando Ruiz, por confiar en mis habilidades y haberme dado la oportunidad de trabajar en el campo agrícola.

Al Ing. José Romo y su Familia por haberme abierto las puertas de su hogar y tratarme como uno más de su familia.

A mi gran amigo Ing. Jaime Villota, por brindarme su amistad y apoyo incondicional.

A la universidad Técnica de Babahoyo y sus docentes, quienes pusieron un granito de arena en la formación académica.

Rolando Gustavo Quiranza Taticuan

CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Rolando Gustavo Quiranza Taticuan con cédula de ciudadanía Nro. 0401414677, certifico ante las autoridades de la Universidad Técnica de Babahoyo que el contenido de mi trabajo de titulación cuyo tema es: “Exploración del efecto que produce el óxido de calcio vía drench en el cultivo de la papa, Comunidad de El Capulí. Parroquia El Carmelo, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi”, presentado como requisito de graduación de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FACIAG, ha sido elaborada con base a la metodología de la investigación vigente, consultas bibliográficas y lincograficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad sobre el cuidado de las fuentes bibliográficas que se incluyen dentro de este documento escrito.

Rolando Gustavo Quiranza Taticuan

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 GENERAL.....	2
1.1.2 ESPECIFICO.....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Características botánicas de la papa.....	3
2.2 El calcio en el suelo.....	5
2.3 El calcio en la planta.....	6
2.4 Calcio en la agricultura.....	7
2.5 Alteraciones por deficiencia de calcio.....	7
2.6 Fuentes de cal.....	8
2.6.1 Cal calcítica - CaCO_3	8
2.6.2 Oxido de calcio CaO	9
2.6.3 Hidróxido de calcio Ca(OH)_2	9
2.6.4 Cal dolomítica - $\text{CaMg (CO}_3)_2$	9
2.6.5 Arcillas calcáreas.....	10
2.6.6 Scorias industriales.....	10
2.6.7 El yeso agrícola o sulfato de calcio deshidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).....	10
2.6.8 Alcaplant (oxido de Calcio).....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11

3.1 Ubicación del Trabajo Practico	11
3.2 Material experimental	11
3.3 Materiales y Equipos.....	11
3.3.1 Materiales.....	11
3.3.2 Equipos.....	12
3.4 Factores estudiados	12
3.5 Métodos.....	12
3.6 Descripción del Trabajo Practico	13
3.6.1 Identificación del Lote para el trabajo practico	13
3.6.2 Aplicación de Oxido de calcio	13
3.6.3 Características de la parcela.....	13
3.7 Tratamientos.....	14
3.7.1 Evaluación número de tallos	14
3.7.2 Evaluación Altura de plantas	14
3.7.3 Evaluación número de estolones.....	15
3.7.4 Evaluación peso radicular	15
3.8 Diseño experimental	16
3.9 Manejo del ensayo	16
3.9.1 Preparación del terreno	16
3.9.2 Siembra	16
3.9.3 Abonado	16
3.9.4 Aplicación de tratamientos.....	16
3.9.5 Control de malezas.....	17
3.10 Datos evaluados	17
3.10.1 Número de tallos	17
3.10.2 Altura de planta.....	17
3.10.3 Número de estolones.....	17
3.10.4 Peso radicular.....	17
IV. RESULTADOS	18
4.1 Numero de tallos.....	18
4.2 Altura de planta	19
4.3 Numero de estolones.....	20
4.4 Peso de raíz	21
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
5.1 Conclusiones	22
5.2 Recomendaciones.....	22
VI. BIBLIOGRAFÍA	23
APÉNDICE.....	24

RESUMEN

Carchi, así como muchas otras regiones del Ecuador, se ha caracterizado por ser la primera provincia productora de papa, pero durante los últimos años ha sufrido una baja en la productividad, afectando seriamente la economía de las familias de la provincia, por esta razón el presente estudio detalla un trabajo exploratorio documentado referente a la utilización de óxido de calcio en el cultivo de papa vía drench.

Para ello se ha desarrollado y argumentado seis capítulos, Introducción, Marco Teórico, caracterización del área de estudio, resultados, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y apéndice. En cada capítulo se puede encontrar información referente a la importancia del calcio, materiales, métodos, conclusiones, recomendaciones, también se muestran los análisis realizados en las diferentes evaluaciones que se realizó en el trabajo experimental, de esta manera y en base a toda la información recopilada se ha logrado construir la presente propuesta, misma que va encaminada al incremento de la productividad, y una mejor nutrición para el suelo y la planta.

Con la utilización de óxido de calcio se logró tener mayor número de tallos, mayor altura, incremento radicular, mayor emisión de estolones y un mayor peso de la raíz, factores que ayudaron a que, en la parcela tratada, desde que tenía dos meses quince días presentara un cuajado de todos los estolones emitidos, factor que no es muy común observar en el cultivo de la papa, ya que por lo general los estolones empiezan a llenar durante los tres y cuatro meses.

Otro factor interesante del aporte de calcio fue el evaluar el peso de la raíz, debido a que es esta la base para una mejor producción, se pudo apreciar que al tener una mejor raíz se obtuvo un balance entre raíz y follaje (para una gran planta una buena raíz), todos los elementos que fueron medidos y pesados, es importante indicar que un buen manejo fitosanitario y una buena enmienda de óxido de calcio (Alcaplant) ayudo a tener un incremento en la productividad y mayor rentabilidad para el agricultor.

SUMMARY

Carchi was the first province of Ecuador in the potato production. However, in recent years its productivity has been low, affecting the economy of the families of the province. The present work is an exploratory document about the use of calcium oxide via drench.

Six chapters have been developed: introduction, theoretical framework, characterization of the study area, results, conclusions and recommendations, bibliography and annexes. In each chapter you can find information about the importance of calcium, materials, methods, conclusions and recommendations. It is also shown analysis conducted in different assessments done during the experimental part. The aim of this proposal is to increase productivity and provide a better nutrition for the soil and the plant.

With the use of calcium oxide, it was possible to have more number of stems, more height, root increase, greater emission of stolons and a greater weight of the root. Factors that helped that, in the treated plot, since the plant had two months fifteen days presented a curd of all the stolons emitted factor that is not very common to observe in the cultivation of the potato since usually the stolons begin to fill during the three months and a half and four months.

Another interesting factor of the contribution of calcium was the evaluation of the weight of the root, since this is the basis for a better production, it could be appreciated that it had a balance between the root and the foliage (for a large plant a good root). All the elements that were measured and weighed are factors that indicate that if we have a good phytosanitary management and applications of calcium oxide, an increase in productivity and greater profitability for the farmer will be obtained.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del tubérculo de papa tiene sus orígenes en los alrededores del lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa. Luego fue introducida en Europa a partir del siglo XVI y hoy en día se cultiva en las regiones templadas de todo el mundo, siendo uno de los cultivos de mayor producción y consumo.¹

La papa, producto originario de la región andina, se encuentra entre los cultivos más importantes del mundo, después del trigo, arroz y maíz, gracias a su alto valor nutricional y gran aporte energético.²

En el Ecuador la provincia del Carchi exhibe el mayor rendimiento/ha de papa debido a los suelos fértiles con que cuenta y al uso de tecnología productiva, pero varias de las fincas cuentan con suelos ácidos, lo que obliga a la utilización de la práctica del encalado de suelos, esta práctica se realiza con el fin de neutralizar la acidez que existe en el suelo, producto de factores como: excesivo uso de fertilizante, sobrepastoreo y cultivos intensivos. La fuente más utilizada en el encalamiento es el carbonato de calcio, el cual demora en su accionar algún tiempo, por lo que se requiere aplicar un producto cálcico que tenga la granulometría extremadamente fina o que sea líquido a fin de lograr rapidez en su actividad.³

El presente trabajo práctico se lo realiza con el afán de mejorar el pH de los suelos ácidos de la zona, acidez que impide que haya un buen aprovechamiento de los nutrientes en el suelo por parte del cultivo establecido, de esta manera se busca ofrecer una solución para el incremento de productividad en el cultivo de papa y ayudar a mejorar la economía del agricultor.

¹<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/El%20cultivo%20de%20la%20papa%20en%20el%20Ecuador..pdf>

² http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf

³ <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2357/1/02%20ICA%20540%20TESIS.pdf>

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 GENERAL

Determinar el efecto que produce el óxido de calcio aplicado vía drench en el cultivo de la papa, a inicios de su desarrollo en la Comunidad de El Capulí, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi.

1.1.2 ESPECIFICO

- Estudiar el desarrollo de la planta de papa con la aplicación de óxido de calcio y sin él.
- Determinar la incidencia en la tuberización del cultivo de papa con la aplicación de óxido de calcio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Características botánicas de la papa

“La papa cultivada pertenece a la familia Solanaceae, pariente del tomate, pimiento, berenjena, tabaco, petunia, mandrágora o belladona, por nombrar alguna de las más de 2.000 especies presentes en esta familia” Arce, (sf).

La mayoría de las variedades de papa cultivadas en la actualidad pertenecen a la especie tetraploide *Solanum tuberosum*, aunque en Sudamérica se siguen cultivando algunas variedades de especies diploides, como de *Solanum phureja*, que tiene la ventaja de que sus tubérculos no tienen período de dormancia (es decir, el tubérculo inicia inmediatamente su brotación, sin que medie un período de reposo o dormición). Esta característica permite que las variedades de *Solanum phureja* puedan ser replantadas inmediatamente después de la recolección en aquellas zonas de climas benignos, en las cuales es posible el cultivo continuo a lo largo de todo el año. Borrego & Soria,(2017).

“La patata es una planta dicotiledónea, herbácea, anual, pero puede ser considerada como perenne potencial, debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos” Arce, (sf).

“La planta de papa está compuesta por una parte aérea que crece sobre el suelo, en la que destacan tallos, hojas, flores y frutos y otra parte que crece subterránea y que corresponde a estolones, tubérculos y raíces” (Arce, sf).

La parte aérea desarrolla los procesos de fotosíntesis y respiración, necesarios para formar hidratos de carbono que serán transportados a zonas de crecimiento, aéreo y subterráneo. El tallo que es grueso, fuerte, anguloso, con una altura que varía entre 0,5 y 1 m, se origina en las yemas del tubérculo. Las hojas son imparipinnadas. Cada hoja consta de nueve o más folíolos, cuyo tamaño es tanto

mayor cuanto más alejados se encuentran del nudo de inserción en el tallo. Además de tallos aéreos, la planta tiene tallos subterráneos; los primeros son de color verde y contienen un alcaloide tóxico, la solanina, que puede formarse también en los tubérculos cuando estos se exponen prolongadamente a la luz y se verdean. Los tallos subterráneos o estolones son relativamente cortos y se convierten en su extremidad, en tubérculos. Arce, (sf).

“El fruto es una baya redondeada de color verde más o menos oscuro hasta incluso morado, que se vuelve amarilla al madurar. Las raíces de la planta son muy ramificadas, finas y largas, dependiendo su desarrollo de que el suelo esté o no mullido.” Arce, (sf).

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

En la superficie de los tubérculos existen yemas distribuidas en forma helicoidal, abundando sobre todo en la zona distal, opuesta al punto de inserción sobre el estolón, llamada corona o roseta, en contraposición a la zona donde se inserta el estolón, llamada ombligo. Los ojos suelen ser más profundos en la parte de la corona. Arce, (sf).

“Las yemas de la corona normalmente se desarrollan primero. Cuando la yema apical es arrancada o se muere, otras yemas son estimuladas para desarrollarse”. Arce, (sf).

“Cada ojo es capaz de producir un gran número sucesivo de brotes, dependiendo del tamaño del tubérculo y de la reserva de hidratos de carbono, aunque hay determinadas variedades que cuando son desbrotadas un número no muy alto de veces, ya no son capaces de volver a brotar”. Arce, (sf).

“También en la superficie del tubérculo observamos las lenticelas, que son pequeños orificios que permiten la respiración de este. Estas lenticelas son más notorias en suelos con exceso de humedad y con dificultades de aireación”. Arce, (sf).

En el cultivo de la papa como en todo ser vivo la parte nutricional es de vital importancia, por tal motivo en el trabajo practico se estudia el efecto del óxido de calcio que produce en el cultivo de la papa, debido a que este cultivo requiere de cantidades relativamente grandes de calcio para conseguir una considerable asimilación de nutrientes para luego transformarle en productividad. Arce, (sf).

2.2 El calcio en el suelo

El Ca del suelo proviene principalmente de los minerales del suelo y sus formas estables forman parte del complejo-arcillo-húmico. Parte del Ca del suelo, se pierde por erosión y lixiviación; otra parte puede estar bloqueado por otros elementos o por causa del pH o en formas de baja solubilidad. Las plantas aprovechan aproximadamente un 3% del ion Ca^{2+} del suelo. Arvensis, (2017).

“El contacto de los nutrientes con la superficie de la raíz se puede producir directamente por el crecimiento de las raicillas, movimiento de los nutrientes o por difusión o flujo en masa hacia las raíces”. Arvensis, (2017).

“La intercepción directa por la raíz: depende de los nutrientes disponibles en el suelo y de la porción de suelo explorado por la raíz. En general las raíces exploran un 0,5-1% del volumen de suelo que colonizan y solo una pequeña porción de nutrientes llega por intercepción directa” Arvensis, (2017).

El Movimiento por difusión y flujo en masa: se realizan Cuando aportes localizados de fertilizantes y también a medida que las raíces absorben nutrientes, se crean gradientes de concentración entre zonas. Este gradiente provoca una difusión de nutrientes hacia las zonas menos concentradas. Flujo de masas es el movimiento de los nutrientes solubilizados en la solución del suelo por la absorción radicular de agua como resultado del proceso de transpiración de la planta. La cantidad de nutrientes que llega por este movimiento está relacionada con la concentración en la solución del suelo y con el volumen de agua que absorbe la planta. Arvensis, (2017).

2.3 El calcio en la planta

El Ca activa y regula la división y el alargamiento celular. Influye en la compartimentación de la célula relacionada con la especialización de los órganos celulares. En consecuencia, resulta imprescindible para el desarrollo de órganos de crecimiento como raíces, brotes, frutos, etc. Carencias de Ca se manifiestan en deficiencias en la formación de la pared celular de los tejidos nuevos (puntas de las raíces, hojas jóvenes y brotes). Arvensis, (2017).

“El Ca interviene en la translocación de hidratos de carbono y en la utilización del nitrógeno por las plantas. También modula la acción de hormonas y señales fundamentales para el metabolismo vegetal. El Ca es fundamental para al equilibrio iónico de la célula”. Arvensis, (2017).

“El Calcio (Ca) es fundamental para la permeabilidad de la membrana y la absorción de elementos nutritivos. El Ca forma parte de la estructura de las paredes y membranas de las células. Es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas en la forma de pectato de calcio”. Arvensis, (2017).

2.4 Calcio en la agricultura

La adición de cal en el suelo con el fin de reducir la acidez es una práctica común que consigue un aporte simultáneo de calcio. La palabra cal debería llamarse al óxido cálcico, pero en términos agrícolas incluye a otros elementos como: hidróxido cálcico, carbonato cálcico, entre otros que tienen como base de su composición los silicatos de calcio. El carbonato de calcio es el más usado, selección que depende mucho del precio, la pureza, manejo y rapidez de reacción del suelo. Arce, (sf).

Debido a que el calcio existe como un catión, este nutriente está gobernado por los fenómenos del intercambio catiónico, es una característica del suelo que describe la cantidad total de cationes intercambiables que el suelo puede retener. Si la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) está neutralizada principalmente por calcio, magnesio, potasio y sodio, se dice que está saturada de bases. Sin embargo, si los cultivos o el lixiviado han removido la mayor parte de los cationes básicos, el suelo está en saturación ácida. Las cantidades totales de cationes ácidos relativas a la CIC son una medida de la saturación ácida. Arce, (sf).

Una mayor proporción de carbonato de calcio muestra una mayor capacidad del suelo para absorber y retener el calcio por lo tanto una disponibilidad mayor de calcio, manteniéndose adherido como calcio intercambiable en la superficie de los coloides cargados negativamente. Generalmente, el ion Ca es el catión dominante en el suelo, aun a valores de pH bajos, y ocupa normalmente el 70 % o más de los sitios en el complejo de intercambio. Al igual que otros cationes, el calcio también está presente en la solución del suelo. Arce, (sf).

2.5 Alteraciones por deficiencia de calcio

La deficiencia del calcio se da por un crecimiento lento de la parte radicular como foliar, aparte de eso cuando tiene una deficiencia la planta se torna quebradiza dando cavidad a la población de plagas, también es necesario saber que una deficiencia de calcio se da por estrés hídrico o por sequía. Cuando las raíces de una

planta presentan deficiencia de calcio estas a menudo presentan un bajo crecimiento de pelos absorbentes, las raíces se vuelven de color café evitando que la planta pueda asimilar los nutrientes que tiene disponible en el suelo, mismos que le servirán a la planta para obtener un desarrollo y producción adecuados. INIAP-CIP, (2002).

La aplicación de la cal es muy importante, debido a que nos ayuda a mejorar el pH del suelo y nos ayuda a que el potasio sea asimilado de mejor manera, dando como resultado un mejor llenado o engrose de los productos, pero también hay que tomar en cuenta que el abusar de la aplicación de cal, puede crear minas de cal. INIAP-CIP, (2002).

La cal estimula el metabolismo de los organismos heterótrofos, con lo cual se obtiene una mayor rapidez de mineralización de la materia orgánica. Para que las bacterias realicen la conversión de la nitrificación necesitan grandes cantidades de calcio activo, y como consecuencia el proceso del nitrógeno tanto simbiótico como no simbiótico, se favorece con una correcta adición de cal. En ambos casos los microorganismos fijadores requieren cantidades altas de calcio para el desarrollo de su actividad. INIAP-CIP, (2002).

2.6 Fuentes de cal

2.6.1 Cal calcítica - CaCO₃

Es el material más utilizado para encalar los suelos. Está compuesto en su mayoría por carbonatos de calcio con muy poco magnesio. Se obtiene a partir de la roca caliza, roca calcárea o calcita, la cual es molida y pasada por mallas de diferentes tamaños para luego ser empacada en sacos de 23 ó 46 Kg. En su forma pura contiene 40% de Ca. Los materiales hechos de carbonato de calcio presentes en el país varían entre 26 y 39% de Ca. Las rocas calizas no son puras, ya que pueden contener algunas impurezas que incluyen arcilla, hierro, arena y granos de limo. Molina, (sf).

2.6.2 Oxido de calcio CaO

“Es el producto obtenido de la calcinación total del carbonato de calcio a una temperatura aproximada a 1000 °C. $\text{CaCO}_3 + \text{calor (1000 °C)} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ”. Molina, (sf).

Se conoce como cal viva o cal quemada. Es un material muy cáustico y de manejo difícil porque puede causar quemaduras al contacto con la piel. Su velocidad de reacción es mayor que el carbonato debido a su mayor concentración de Ca (71% en su forma pura) ya que, por ser un óxido, reacciona rápidamente al contacto con el agua provocando una fuerte reacción exotérmica y liberando iones OH^- . Se presenta normalmente como polvo bastante fino y su precio es más alto que el CaCO_3 . Molina, (sf).

2.6.3 Hidróxido de calcio Ca(OH)2

Se obtiene a partir de la reacción del óxido de calcio con agua: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$. Se conoce como cal apagada o hidratada y es la forma en que se comercializa el CaO producido por calcinación. Luego de sacarlo del horno, lo hidratan y empacan. Es un polvo blanco, con alto grado de solubilidad y de rápida reacción en el suelo. Presenta 54% de Ca en su forma pura. Es un material de mayor costo que el carbonato y con una reacción intermedia entre éste y el CaO en neutralizar la acidez del suelo. Molina, (sf).

2.6.4 Cal dolomítica - CaMg (CO3)2

“La dolomita pura contiene 21.6% de Ca y 13.1% de Mg. Aunque este material reacciona más lentamente en el suelo que el carbonato de calcio, tiene la ventaja de que suministra Mg, el cual es un elemento que con frecuencia se presenta también deficiente en suelos ácidos” Molina, (sf).

2.6.5 Arcillas calcáreas

“Son depósitos no consolidados de CaCO_3 , conocidos también como margas, de textura arcillosa y con gran cantidad de impurezas. Por lo general, este material se maneja en húmedo lo que disminuye su eficiencia”. Molina, (sf).

2.6.6 Scorias industriales

Son residuos de la industria del acero (escorias básicas) y de la fundición de hierro (escorias Thomas): ambos contienen silicatos de calcio (CaSiO_3) y silicatos de magnesio (MgSiO_3) y neutralizan la acidez del suelo a través de la hidrólisis del ion silicato (SiO_3). Su capacidad para neutralizar la acidez del suelo es similar al del carbonato de calcio. Molina, (sf).

2.6.7 El yeso agrícola o sulfato de calcio deshidratado

($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

“es un subproducto de la industria del ácido fosfórico, el cual es necesario para la fabricación de fertilizantes fosfatados como triple superfosfato y fosfatos de amonio. La roca fosfórica es atacada con ácido sulfúrico para producir ácido fosfórico y yeso como subproducto: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{CaSO}_4$ ”. Molina, (sf).

2.6.8 Alcaplant (óxido de Calcio)

Calcio al 35%. Fórmula sin carbonatos, nitratos, sulfatos ni cloruros. Valor neutralizante 35. Se trata de una suspensión de cal lo que facilita su dilución y manejo. Diseñada para su aplicación a través del riego por goteo, Puede ser utilizada como fuente de calcio para la corrección de fisiopatías, para la corrección del pH, mejorar la estructura de los suelos ácidos, y en suelos salino-sódicos incrementar la infiltración del agua, desplazando el sodio para su lavado. Codiagro, (sf).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del Trabajo Practico

El trabajo práctico se lo realizo en la Comunidad de El Capulí ubicado en la Parroquia de El Carmelo Provincia del Carchi 2600 a 2800 m.s.n.m.

El clima es templado y cálido en la Comunidad de El Capulí. Es una comunidad con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. La temperatura media anual es 14.0 ° C. En un año, la precipitación media es 1259 mm.

La comunidad de El Capulí cuenta con suelos que van desde el 30% al 60%, de pendiente, esto hace que sea casi imposible trabajar con mecanización agrícola, con un pH ácido que va de 4,5 a 5,5, y un contenido de materia orgánica medio que va del 2 al 4%. y una profundidad que va de 50 cm a un metro.

3.2 Material experimental

El material que se utilizó en el trabajo practico fue papa de la variedad súper chola no certificada.

3.3 Materiales y Equipos

3.3.1 Materiales

El siguiente cuadro indica los materiales utilizados para el trabajo exploratorio

Cuadro 1. Materiales utilizados en el trabajo practico UTB.FACIAG.2018	
Detalle	Característica
Alcaplant	oxido de calcio 35%p/p
Papa Super Chola	no certificada 45 kls

3.3.2 Equipos

A continuación, se detalla los equipos y sus especificaciones técnicas que se utilizaron en el trabajo practico.

Cuadro 2. Equipos utilizados en el trabajo practico UTB.FACIAG.2018	
Detalle	característica
traje de protección	3m 4545
bomba estacionaria de fumigar	motor: gasolina 6,5 hp
balde	plástico de 10 litros
cámara fotográfica	efs 1855mm
cinta métrica	30m x 12,5 mm ancho
balanza	camry 5 kg / 11 lb digital acero inoxidable

3.4 Factores estudiados

Variable Dependiente: papa variedad Súper Chola

Variable Independiente: Oxido de calcio (Alcaplant)

3.5 Métodos

Se emplearon los métodos teóricos: análisis, síntesis, inducción, deducción y el método empírico, por la naturaleza y estructura de los datos, esta investigación denominado trabajo practico se complementará con la información que se obtuvo en campo mediante las diferentes evaluaciones que se realizaron.

3.6 Descripción del Trabajo Practico

3.6.1 Identificación del Lote para el trabajo practico

Con fecha 19 de diciembre del 2017 se realizó un acercamiento con el sr Omar Pozo, quien es propietario de la finca donde se realizó el trabajo practico, una vez informado sobre la metodología que se va a implementar y el tiempo de duración se procedió inmediatamente a realizar la aplicación de óxido de calcio (Alcaplant) vía drench.

3.6.2 Aplicación de Oxido de calcio

El manejo del Trabajo Practico se realizó a los 25 días de establecido el cultivo, la primera aplicación de óxido de calcio se realizó a una dosis de 3litros/ha. Tomando en cuenta que en la hectárea, se aplican 400 litros de agua, a los 35 días continuamos con la segunda aplicación de óxido de calcio (Alcaplant) a la dosis inicial, las aplicaciones se las realizo con bomba estacionaria a motor con boquilla de cono lleno a una presión de 15 psi logrando de esta forma inyectar un mayor volumen de solución al centro de la planta, las dos aplicaciones realizadas de óxido de calcio no se mezclaron con agroquímicos debido a que la característica físico química del óxido de calcio nos impide la mezcla con producto agroquímico.

3.6.3 Características de la parcela

En el cuadro número tres se indica las características que la parcela presento

Cuadro 3. Características de la parcela del trabajo practico UTB.FACIAG.2018	
extensión	5000m ²
Numero. de plantas	11000
plantas muestreadas	12
distancia entre surcos	1m
DISTANCIA DE SIEMBRA SEMILLA	0.80cm

3.7 Tratamientos

En el trabajo practico se evaluaron los siguientes parámetros.

3.7.1 Evaluación número de tallos

Se realizo el muestreo tanto en la parte tratada y la no tratada, a seis plantas muestreadas al azar en un metro cuadrado.

Cuadro5. Evaluación número de tallos en trabajo exploratorio después de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra UTB.FACIAG.2018

Plantas no tratadas	Tallos		Plantas tratadas	Tallos
pl1	2		pl1	7
pl2	4		pl2	2
pl3	3		pl3	7
pl4	4		pl4	2
pl5	5		pl5	5
pl6	5		pl6	6
Total	23		Total	29

3.7.2 Evaluación Altura de plantas

En el cuadro número seis expresa los resultados obtenidos durante la medición de altura

Cuadro 6. Altura de planta en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra UTB.FACIAG.2018

Plantas no tratadas	Altura		Plantas tratadas	Altura
pl1	30		pl1	60
pl2	38		pl2	42
pl3	28		pl3	49
pl4	41		pl4	40
pl5	38		pl5	52
pl6	39		pl6	70
Total	214		Total	313

3.7.3 Evaluación número de estolones

En el cuadro numero 7 expresa los datos obtenidos en el conteo de estolones

Cuadro 7. Número de estolones generados en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra UTB.FACIAG.2018

Plantas no tratadas	N.º Estolon	Plantas tratadas	N.º Estolon
pl1	9	pl1	22
pl2	13	pl2	18
pl3	4	pl3	18
pl4	3	pl4	26
pl5	3	pl5	5
pl6	6	pl6	11
Total	38cm	Total	100cm

3.7.4 Evaluación peso radicular

El cuadro número ocho indica el resultado obtenido de pesar la raíz de cada planta en fresco.

Cuadro 8. Peso de raíz generados en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra UTB.FACIAG.2018

Plantas no tratadas	Peso	Plantas tratadas	Peso
pl1	28,3	pl1	28,3
pl2	56,69	pl2	85,04
pl3	22,67	pl3	283,49
pl4	28,3	pl4	141,74
pl5	28,3	pl5	56,69
pl6	28,3	pl6	226,79
Total	192,56	Total	822,05

3.8 Diseño experimental

No se utilizó un diseño experimental solamente se tomaron datos de las variables descritas, en dos poblaciones con y sin aplicación.

Por ser un trabajo practico se procedió a tomar los datos, realizar la suma de estos y sacar un promedio.

3.9 Manejo del ensayo

3.9.1 Preparación del terreno

Se realizó la quema de la maleza que existía en el lote con herbicida no selectivo, pasado un mes de dicha aplicación se hizo un pase de arado, dos pases de rastra y luego se surco el lote con una distancia de 1 metro entre surcos

3.9.2 Siembra

Con fecha 19 de noviembre del 2017 se realizó la siembra del lote, una semilla por sitio a una distancia entre plantas de 0,80 m.

3.9.3 Abonado

En el cultivo de la papa se realizó dos aplicaciones edáficas, la primera fertilización a los 30 días después de la siembra con abono simple 10-30-10 y a los 45 días se realizó la segunda aplicación de fertilizante 8-20-20 simple, en la media hectárea se aplicó un total de 15 quintales de fertilizante donde la distribución fue un 60% al retape y un 40% a la deshierba, la forma de aplicación fue a chorro continuo.

3.9.4 Aplicación de tratamientos

La aplicación de óxido de calcio se realizó a los 25 y 35 días después de la siembra a una dosis de 3 litros/ha, con bomba estacionaria a una presión de 15 psi y con boquilla de cono lleno a fin de obtener un área de mojado e infiltración más uniforme.

3.9.5 Control de malezas

Se realizó deshierbas de forma manual (azadón) para evitar competencia por parte de la maleza con el cultivo por nutrientes, luz y agua. Se realizaron dos deshierbas a los 30 y 45 días.

3.10 Datos evaluados

3.10.1 Número de tallos

Si bien es cierto las aplicaciones se realizaron a los 25 y 35 días después de la siembra, la evaluación se la realizó a los 45 días con el fin de dar tiempo de respuesta a la última aplicación realizada, en la evaluación se consideró únicamente los tallos verdaderos.

3.10.2 Altura de planta

Se tomó datos de altura, a los 45 días después de la siembra, a 6 plantas seleccionadas al azar, en un metro cuadrado dentro del área útil de cada parcela para la toma de la medición se consideró desde la raíz hasta yema terminal.

3.10.3 Número de estolones

A los 45 días se evaluó la cantidad de estolones emitidos, esta evaluación se la realizó tanto en la parte tratada como en la no tratada.

3.10.4 Peso radicular

Esta evaluación se realizó a los 45 días, tomando en cuenta 6 plantas al azar mediante el uso de una balanza digital que registró el peso de la raíz en fresco.

IV. RESULTADOS

4.1 Numero de tallos.

En el cuadro 5 se presenta los valores promedios de tallos a los 45 días después de la siembra, donde el análisis determino una significancia entre la parcela tratada y sin tratar del 26.09 %.

Cuadro 5. Evaluación número de tallos en trabajo exploratorio después de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

	Plantas no tratadas	Plantas tratadas
Total de tallos.	23,0	29,0
promedio / planta.	3,8	4,8
% productividad.	100,0	126,1

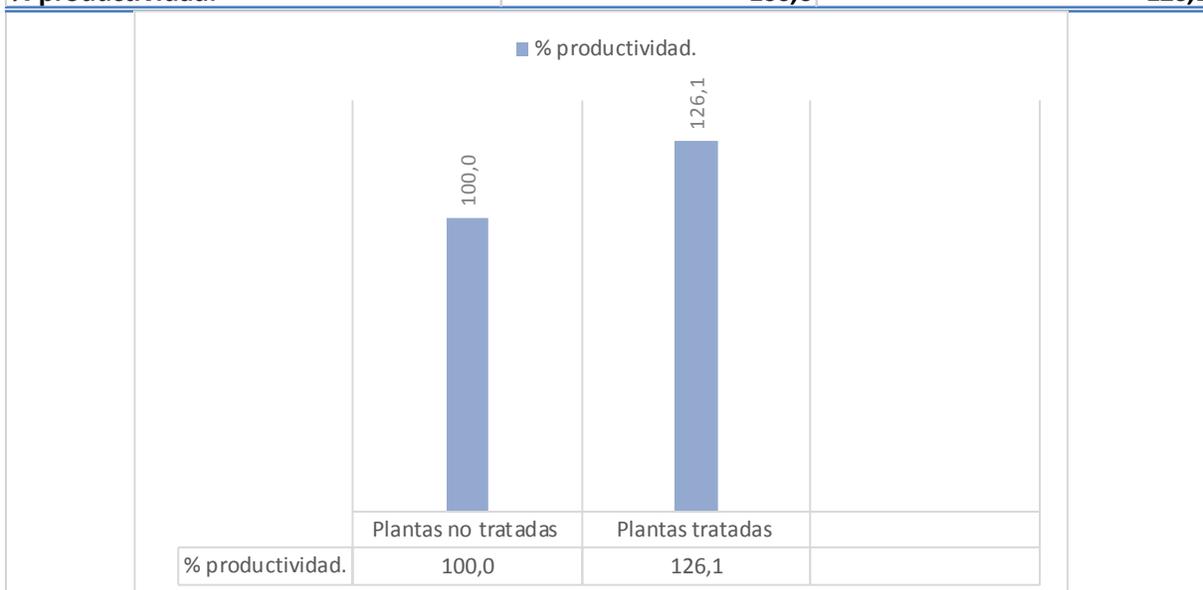


Grafico 5. Evaluación número de tallos en trabajo exploratorio después de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

4.2 Altura de planta

En el Cuadro 6 se presentan los valores promedios de altura de planta a los 45 días después de la siembra, expresada en centímetros donde el análisis se registró diferencias de alturas entre las plantas aplicadas y no aplicadas, a favor de las primeras en un 46,27 %.

Cuadro 6.-Altura de planta en cm en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

	Plantas no tratadas	Plantas tratadas
Total Altura de 6 plantas (centímetros).	214,0	313,0
Promedio/ planta.	35,7	52,2
% incremento de crecimiento.	100,0	146,3

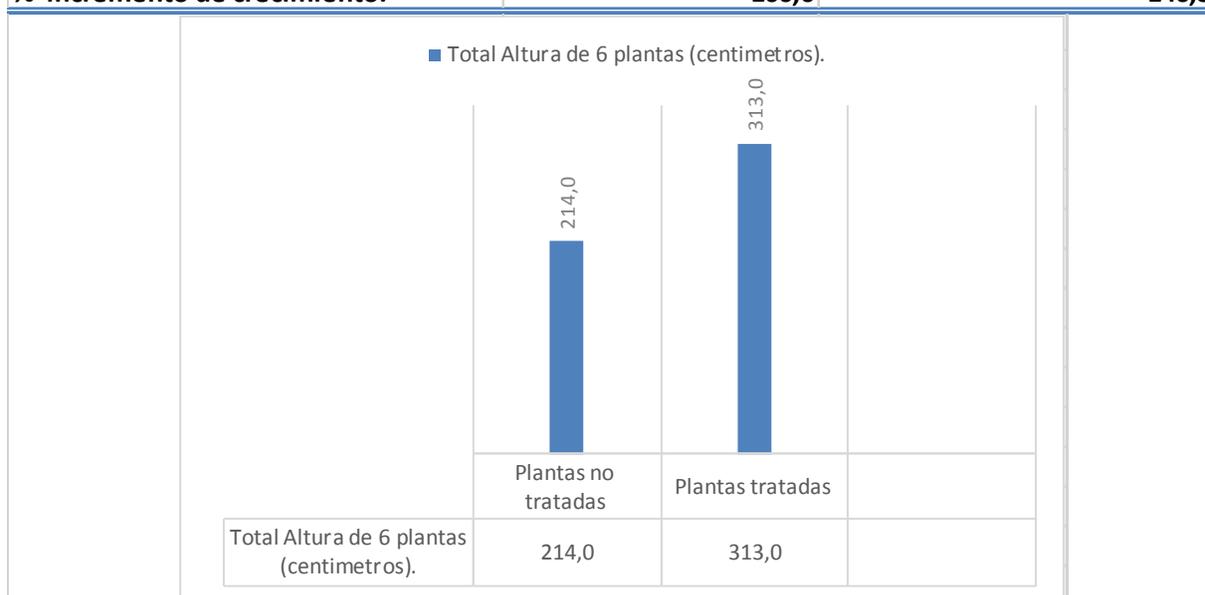


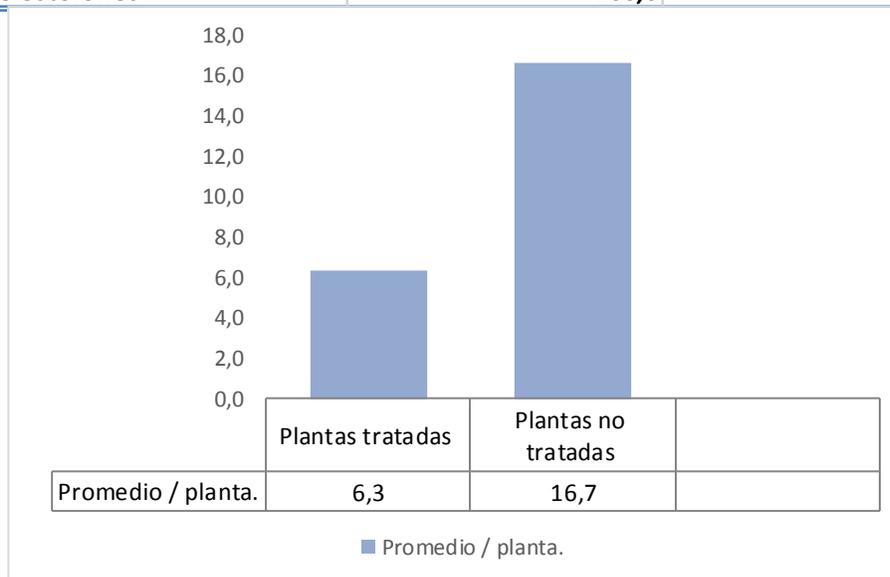
Grafico 6.-Altura de planta en cm en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

4.3 Numero de estolones

En el Cuadro 7 se presentan los valores promedios de numero de estolones registrados, a los 45 días después de la siembra, en donde realizado el análisis, se observa un incremento en estolones frente a la parte no tratada de un 163,19%.

Cuadro 7. Número de estolones generados en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

	Plantas tratadas	Plantas no tratadas
Nuúmero de estolones.	38,0	100,0
Promedio / planta.	6,3	16,7
%numero de estolones.	100,0	263,2



Cuadro 7. Número de estolones generados en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

4.4 Peso de raíz

En el Cuadro 8, se presentan los valores promedios del peso en fresco de raíz registrados, a los 45 días en las 6 planta tomadas al azar, donde se obtuvo un peso de 629, gramos más que la parte no tratada.

Cuadro 8.- Peso total radicular generados en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

	Plantas no tratadas	Plantas tratadas
Peso de raíz (gramos).	192,6	822,1
Promedio / planta (gramos).	32,1	137,0
% de peso radicular.	100,0	426,9

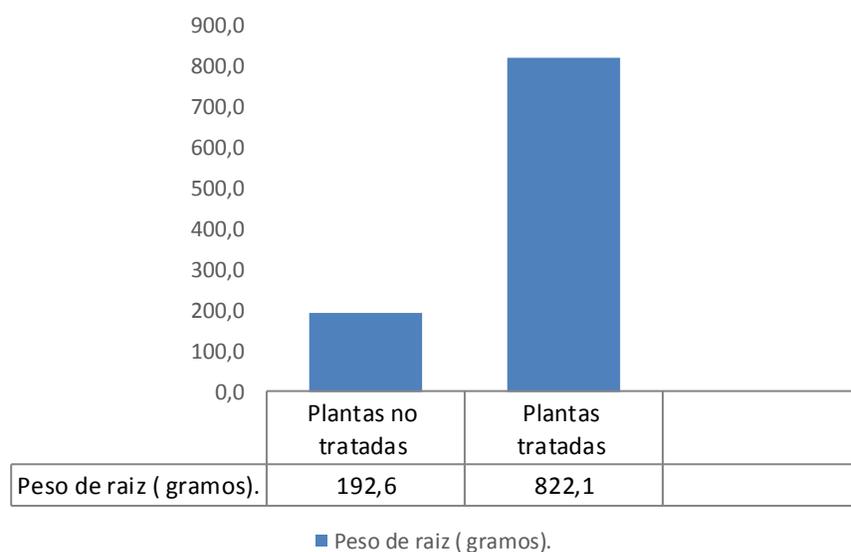


Grafico 8. Peso total radicular generados en el trabajo exploratorio de la aplicación de óxido de calcio a los 45 días después de la siembra FACIAG, UTB, 2018.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Con la aplicación de óxido de calcio (Alcaplant) se obtuvo un mayor número de tallos, mayor altura de planta y mayor peso radicular en comparación con la parcela no aplicada.
2. Con la aplicación de óxido de calcio (Alcaplant) se obtuvo mayor tuberización al presentar un mayor número de estolones que la parcela no aplicada.

5.2 Recomendaciones.

Por lo expuesto se recomienda:

1. Utilizar oxido de calcio (Alcaplant) a la dosis de 3 litros por 200 litros de agua, con dos aplicaciones a los 35 y 45 días después de la siembra, las aplicaciones de óxido de calcio siempre realizarlas a la base de la planta y con el suelo a capacidad de campo.
2. Realizar investigaciones similares incrementando la dosis de Oxido de calcio (Alcaplant) y bajo otras condiciones climáticas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Arce, F. A. (sd de sm de sf). *Publicaciones de Cajamar Caja Rural*. Obtenido de Publicaciones de Cajamar Caja Rural:
<http://www.publicacionescajamar.es/uploads/cultivos-hortícolas-al-aire-libre/01-cultivos-hortícolas-al-aire-libre.pdf>
- Arvensis. (21 de julio de 2017). *Importancia del Calcio en las plantas* . Obtenido de Importancia del Calcio en las plantas : <https://www.arvensis.com/blog/424-2/>
- Borrego, J. V., & Soria, C. B. (2017). *Cultivos Hortícolas Al Aire Libre 2*. España: Cajamarca Caja Rural.
- Codiagro. (sd de sm de sf). *Codiagro*. Obtenido de Codiagro:
<http://www.codiagro.com/agroxilato-k/alacaplant-new/>
- Cuarán, O. E. (15 de Marzo de 2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa campesina de producción y comercialización de semilla de papa en la parroquia de Julio Andrade, cantón Tulcán, provincia del Carchi*. Obtenido de Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa campesina de producción y comercialización de semilla de papa en la parroquia de Julio Andrade, cantón Tulcán, provincia del Carchi:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2357/1/02%20ICA%20540%20TESIS.pdf>
- Guerrero, A. (2015). *Rendimientos de papa en el Ecuador segundo ciclo 2015 (junio-noviembre)*. Quito: Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Obtenido de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf
- INIAP-CIP. (2002). *EL cultivo de la papa en el Ecuador*. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EI%20cultivo%20de%20la%20papa%20en%20el%20Ecuador..pdf>
- Molina, E. (sd de sm de sf). *anfagal.org*. Obtenido de anfagal.org:
http://anfagal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.pdf

APÉNDICE



Fotografía.1.Inicio trabajo practico en parcela, aplicación de Oxido de calcio (Alcaplant)



Fotografía .2. Revisión a los 35 días



Fotografía .3.Lote trabajo práctico



Fotografía .4.Revisión a los 45 días



Fotografía .5.Medición Altura



Fotografía.6. Conteo estolones



Fotografía .7. Conteo número de tallos



Fotografía .8. Peso raíz

