

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EVALUACIÓN DE APLICACIÓN FOLIAR DE CALCIO EN EL CULTIVO
DE FRESA (*Fragaria Sp.*)”.**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

CHRISTIAN RUPERTO VACA MAYORGA

TUTOR:

ING. AGR. JOSÉ HERNÁN ZURITA VASQUEZ, Mg.

CEVALLOS – 2019

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, CHRISTIAN RUPERTO VACA MAYORGA, portador de la cédula de identidad número: 180489203-0, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado “EVALUACIÓN DE APLICACIÓN FOLIAR DE CALCIO EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria Sp.*)” es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mí sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

CHRISTIAN RUPERTO VACA MAYORGA

DERECHOS DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE APLICACIÓN FOLIAR DE CALCIO EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria Sp.*)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

CHRISTIAN RUPERTO VACA MAYORGA

“EVALUACIÓN DE APLICACIÓN FOLIAR DE CALCIO EN EL CULTIVO DE
FRESA (*Fragaria Sp.*)”

REVISADO POR:

Ing. Mg. Hernán Zurita
TUTOR

Ing. Mg. Marco Pérez.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

FECHA

Ing. Mg. Giovanni Velástegui.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Rita Santana
MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Marco Pérez.
MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Dios quien es bueno y bondadoso, mi madre del cielo mi Virgen del

Quinche quien me enseñó que el éxito es la capacidad de ir en fracaso en fracaso sin perder el entusiasmo, a la misma vez siendo un fiel devoto del Divino Niño Yo Reinare que él me supo sobrellevar en su manto celestial toda mi carrera universitaria.

Mis padres Tiberio Vaca y Enma Mayorga el eje principal en mi vida pese a todas las pruebas duras que la vida me puso fueron los verdaderos amigos quien estaban firmes en mis peores batallas el amor que le tengo a ellos es infinito y con mucho orgullo este Título de Ingeniero Agrónomo se lo dedico para ustedes, mis viejos del alma.

A mis hermanos Nelly, Geovanny y de manera especial a Darwin quien me enseñó mucho de la vida, estando conmigo en las buenas y en las malas.

Le debo a Dios el haberme regalado a la hija más bonita del mundo, Valentina te amo con el corazón

Mis sobrinas Gaby, Michel, Jenny, Majo y mi sobrino Arielito a quienes les aprecio y considero mucho porque crecimos juntos, son un apoyo muy fundamental en mi vida

A Denisse, por ser mi compañera de vida, mi amiga incondicional gracias por apoyarme en el sueño de cumplir en llegar a ser un ingeniero.

CHRISTIAN RUPERTO VACA MAYORGA

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la vida y guiarme en cada paso de mi diario vivir.

A mi familia, por todo el sacrificio y entrega que me brindaron durante mis años de estudio.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, por enriquecer mis conocimientos y ser parte esencial de mi formación académica.

A los distinguidos docentes quienes con paciencia y sabiduría impartieron sus conocimientos y experiencias enriquecedoras desde el primer semestre hasta el último escalón que fue la elaboración de proyecto de graduación, gracias totales.

Al Ing. Ing. Mg. José Hernán Zurita, Ing. Mg. Luciano Valle, Quím. Marcia Buenaño y al Ing. Jorge Toapanta por su constante motivación, paciencia y atención al desarrollo de este proyecto. Por su sincera amistad y cariño brindado durante todo este tiempo.

A mi Asesor de Biometría Ing. Mg. Luis Villacís por su valiosa colaboración y asesoría durante el desarrollo de mi investigación, como también a mi Asesor de Redacción Técnica Ing. Mg. Rita Santana quien me brindó sus conocimientos, y sus consejos para culminar con mi proyecto de investigación.

A mis panas los cheverines; Alfonso, Paul, Diego, Roberto, Arturo, Henry, John, Jairo, y Darío. A mis compañeras Rosita, Lucy y Carito Anécdotas y vivencias universitarias que se quedaron plasmadas para toda la vida.

A mis compañeros Ayudantes de laboratorio; El Chiquito, Edison, Alvarito, Andrés y Jomy con quienes compartimos esta experiencia única de ser auxiliares de laboratorio.

CHRISTIAN RUPERTO VACA MAYORGA

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	5
2.2.1. El calcio en las plantas.....	5
2.2.2. Ambiente, Luz, humedad relativa y hora de aplicación.....	6
2.2.3. Deficiencia de calcio.....	6
2.2.4. La cascara de huevo	7
2.2.6.3. Composición química	8
2.2.4.2. Acetato de calcio	8
2.2.5. Wuxal calcio	9
2.2.6. Fresa	9
2.2.6.1. Calificación taxonómica de la fresa.....	9
2.2.6.2. Morfología de la planta.....	9
2.2.6.3. Exigencias del cultivo.....	10
2.2.6.4. Requerimientos edáficos	10
2.2.6.5. Preparación del terreno	11
2.2.6.6. Trasplante	11
2.2.6.7. Fertilización	11
2.2.6.8. Requerimientos nutricionales	12
2.2.6.9. Riegos	12
CAPÍTULO III.....	13
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	13
3.1. HIPÓTESIS.....	13
3.2. OBJETIVOS	13
3.2.1. Objetivo general	13
3.2.2. Objetivos Específicos	13

CAPÍTULO IV	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	14
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	14
4.2.1. Clima.....	14
4.2.2. Suelo.....	14
4.2.3. Agua	14
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	15
4.3.1. Material experimental	15
4.3.2. Materiales Equipos y herramientas.....	15
4.3.3. Productos químicos.....	15
4.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	15
4.4.1. Concentración de calcio	15
4.4.2. Horas de aplicación.....	16
4.5. TRATAMIENTOS.....	16
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	17
4.6.1. Esquema de campo.....	17
4.6.2. Esquema del ensayo en el campo.....	18
4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO	18
4.7.1. En el campo.....	18
4.7.2. Obtención de calcio.....	19
4.8. VARIABLES RESPUESTA.....	19
4.8.1. Análisis foliar.....	19
4.8.2. Análisis del peciolo.....	20
4.8.3. Dureza de la hoja.....	20
4.8.4. Longitud de la hoja.....	20
4.8.5. Dureza del fruto	20
CAPÍTULO V.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
5.1. Absorción de calcio en la hoja.....	21
5.2. Absorción de calcio en el peciolo	23
5.3. Dureza de la hoja.....	25
5.4. Dureza del fruto	26

5.5.	Longitud de la hoja.....	26
5.6.	Verificación de la Hipótesis.....	30
CAPÍTULO VI		31
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....		31
6.1.	CONCLUSIONES	31
6.2.	BIBLIOGRAFÍA.....	32
6.3.	ANEXOS.....	37
CAPÍTULO VII.....		44
PROPUESTA.....		50
7.1.	DATOS INFORMATIVOS	50
7.2.	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	50
7.3.	JUSTIFICACIÓN.....	50
7.4.	OBJETIVOS	51
7.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	51
7.7.	METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	51
7.7.1.	OBTENCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO	51
7.7.2.	EN EL CAMPO.....	52
7.8.	ADMINISTRACIÓN.....	53
7.9.	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
TABLA 1 ELEMENTOS ESENCIALES.....	12
TABLA 2 TRATAMIENTOS INVESTIGADOS	16
TABLA 3 DESEMPEÑO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS CON APLICACIÓN FOLIAR DE CONCENTRACIONES DE CALCIO EN DIFERENTE HORARIO EN EL CULTIVO DE FRESA.....	27
TABLA 4 DESEMPEÑO DE LA VARIABLE AGRONÓMICA CON APLICACIÓN FOLIAR DE CONCENTRACIONES DE CALCIO EN EL CULTIVO DE FRESA.....	28
TABLA 5 DESEMPEÑO DE LA VARIABLE AGRONÓMICA, HORAS DE APLICACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE FRESA.....	29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1 HOJA EN FRESA POR CARENCIA DE CALCIO FUENTE	7
FIGURA 2 DISEÑO DE CAMPO.....	18
FIGURA 3 COMPORTAMIENTO PARA EL FACTOR DOSIS DE CALCIO CON RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN LAS HOJAS	22
FIGURA 4 COMPORTAMIENTO PARA EL FACTOR HORAS DE APLICACIÓN CON RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN LAS HOJAS DESDE.....	22
FIGURA 5 COMPORTAMIENTO PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES DE CALCIO CON RESPECTO A LA CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN EL PECIOLO.....	24
FIGURA 6 COMPORTAMIENTO PARA EL FACTOR CONCENTRACIONES DE CALCIO CON RESPECTO HORAS DE APLICACIÓN EN EL PECIOLO	25

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Docente Querochada, de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, a una distancia 20 km al sur de Ambato, con una altitud de 2850 msnm, con el propósito de: evaluar tres dosis de calcio obtenido a partir de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus*)(10%, 20% y 30%), aplicando en tres horarios durante el día(8AM, 12PM y 16 PM), en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*).

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), y se realizó el análisis de variancia (ADEVA). Pruebas de Tukey al 5% y pruebas de diferencia mínima significativa para diferenciar entre los factores en estudio.

Los tratamientos que recibieron aplicación de Ca a partir de cáscaras de huevo, en la concentración del 20% aplicado 8AM, arrojaron los mejores resultados 56,67% de Ca en las hojas a las 48 horas, 50,33% a las 96 horas y 62,33% a las 144 horas. También 36,33% de Ca en el peciolo a las 48 horas, 35,49% de Ca a la 96 horas y 34.97 % de Ca a las 144 horas. Así mismo, en estos tratamientos se obtuvieron un promedio de 1.41 Kg/cm² de mayor firmeza de la hoja, posteriormente frutos con mayor firmeza 2,37Kg/cm²

Debido a los resultados obtenidos la utilización de soluciones nutritivas de calcio obtenido a partir de la cáscara de huevo de gallina ofrece una posibilidad alentadora de ser una nueva herramienta de control nutricional de las plantas de fresa (*Fragaria sp*).

Palabras clave: Aplicaciones, Calcio, Dosis, Evaluación foliar.

SUMMARY

The research was carried out at the Experimental Querochada Experimental Farm, of the Faculty of Agronomic Engineering of the Technical University of Ambato, located in the canton of Cevallos, Tungurahua province, at a distance of 20 km south of Ambato, at an altitude of 2850 masl, with the purpose of: evaluating three doses of calcium obtained from chicken eggshells (*Gallus gallus*) (10%, 20% and 30%), applying in three hours during the day (8AM, 12PM and 16 PM), in the strawberry crop (*Fragaria* sp).

The completely randomized block experimental design (DBCA) was used, and the variance analysis (ADEVA) was performed. Tukey tests at 5% and tests of minimum significant difference to differentiate between the factors under study.

The treatments that received application of Ca from egg shells, in the concentration of 20% applied 8AM, yielded the best results 56.67% of Ca in the leaves at 48 hours, 50.33% at 96 hours and 62.33% at 144 hours. Also 36.33% of Ca in the petiole at 48 hours, 35.49% of Ca at 96 hours and 34.97% of Ca at 144 hours. Likewise, these treatments reported with an average of 1.41 Kg / cm² the greater firmness of the leaf, later fruits with greater firmness 2.37Kg / cm²

Due to the results obtained, the use of nutritious calcium solutions obtained from chicken eggshells offers an encouraging possibility to be a new nutritional control tool for strawberry plants (*Fragaria* sp).

Keywords: Applications, Calcium, Dosage, Foliar evaluation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La fresa o *fragaria spp.* Pertenece a la familia de las rosáceas en el género fragaria. Es originaria de las regiones templadas del mundo y se caracteriza por tener tallos rastreros, nudosos y con estolones, hojas grandes trifoliadas, pecioladas, blancas y frutos rojos aromáticos. La producción de fresa ha respondido en los últimos tiempos a un importante proceso de investigación e innovación en aspectos que van desde el color hasta el sabor, y muy especialmente a su resistencia para soportar largos transportes sin perder ninguna de sus virtudes. Aunque no hay cifras oficiales de producción en el país; el precio en el mercado y el rojo intenso han convertido a la fresa en una fruta cautivadora para los agricultores, quienes han transformado sus campos en cultivos de esta fruta brillante y fresca. La fresa es una planta precoz de alta producción, cuyo fruto es de exquisito sabor y posee alto valor nutricional muy apetecible en el mercado. Dada la alta demanda de los productos orgánicos en el mercado, los pequeños productores se esfuerzan por obtener una producción variable y rentable utilizando de manera adecuada todos los residuos que poseen en sus fincas, sin embargo hace falta establecer los insumos adecuados para cada etapa del cultivo (Chávez y Rivas, 2005).

En Ecuador la fresa se cultiva en zonas que tienen entre los 1.300 y 2.600 metros sobre el nivel del mar con temperaturas que bordean los 15 grados. La mayor producción se concentra en Pichincha con 400 hectáreas de cultivo. Le sigue Tungurahua con 240 hectáreas. En Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay, la producción no supera las 40 hectáreas. Diamante, Oso Grande, Monterrey y Albión son las variedades de fresas que se cultivan en el país, tienen textura y pesos similares, se diferencian por su tamaño. En el sector de los “Huachis”, la frutilla y la fresa han reemplazado a los tradicionales sembríos de manzanas, peras, claudias y duraznos. En una plataforma se siembra de tres a cuatro filas de plantas, sobre el plástico se hacen orificios para que las matas salgan a la superficie. En la semana se cosecha de 120 a 150 libras en épocas de alta producción (marzo a mayo). En los supermercados se vende en 1.25 dólares la libra, en los centros de acopio su valor oscila entre 0.75 y 1 dólar la libra. (El heraldo, 2012).

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). 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 el equilibrio iónico de la célula. El 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. (Sánchez 2017).

Hoy en día el cultivo de fresa se considera como una alternativa de producción sostenible, pero a un costo elevado de plaguicidas y de fertilización. Es un cultivo demandante en calcio, requiere de forma continua en todas las etapas fenológicas del cultivo se deberá proceder a las aplicaciones foliares. El objetivo general de esta investigación es evaluar la producción de este frutal (*Fragaria sp*) a base de la aplicación foliar de calcio obtenido a partir de cascara de huevo de gallina (*Gallus gallus*), con el propósito de determinar si es viable o no establecer este sistema de fertilización foliar, especialmente en el sector a investigarse ya que serviría de mucho aporte para los productores de fresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Bouzo y Cortez(2012) indicaron que al aplicar con soluciones cálcicas como lo son nitrato de calcio, calcio amónico y calcio orgánico, estos mejoraron la calidad del melón aunque dependiendo mucho de las condiciones ambientales, también se llegó a determinar que los tratamientos con soluciones cálcicas no incrementan el peso de los frutos y la concentración de solido solubles. Con el nitrato de calcio se pudo comprobar incrementos de la firmeza interna y externa de 40% y 60% respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo.

Chango (2010) afirma que el calcio es un componente fundamental de la lámina media de la pared celular donde cumple una función cementante como pectato cálcico. En su comprobación del experimento fue que obtuvo 0% de *Botrytis cinérea* en tallos donde todos los tratamientos contenían calcio confirmando así que el calcio ayuda a controlar enfermedades fitopatogenas. Disminución en cuello de ganso fue menor en el tratamiento Phytogard Calcio La duración en florero, se pudo observar que el tratamiento Sett Calcio obtuvo mayor número de días en florero con un promedio de 21 días concluyendo que la estabilidad de la rosa en postcosecha depende del contenido de ciertos nutrientes en particular como el calcio.

Trinidad y Aguilar (1999) argumenta que de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos, Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos; aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar. Dentro de los aspectos de la planta, se analiza la función de la cutícula, las estomas y ectodesmos en la absorción foliar. En el ambiente, la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación cualquiera de estos factores influye mucho en la fertilización foliar.

Avitia *et al.* (2014) en el artículo titulado “extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.)” mencionan que los estolones son las estructuras que mayor materia seca acumulan. Los patrones de acumulación de materia seca y extracción

nutrimental indican que la fresa demanda mayor nutrición que se presenta en las etapas de desarrollo de estolones y fructificación; el Ca y el K son los elementos más extraídos por la planta; por lo que la fertilización debe hacerse antes de los 184 días después del trasplante, para evitar limitaciones nutrimentales en el cultivo y se presenten deficiencias de los mismos.

Geydan y Spinel (2007), en el artículo titulado “la onda de calcio en células vegetales” señala que el calcio es un nutriente esencial para las plantas, se encuentra involucrado en procesos de desarrollo de la planta y de la respuesta a los factores bióticos y abióticos. Se han observado numerosas señales que modifican la concentración de Ca^{2+} ($[\text{Ca}^{2+}]$) en el interior de la célula. Dicho incremento es rápidamente retornado a niveles basales, mientras que, en el lapso del incremento, se forman innumerables y complejas cascadas de señalización que implican una gran diversidad proteica, así como mensajeros celulares tanto secundarios como terciarios. Estas redes y cascadas de señalización llevan a cambios en la actividad génica, bioquímica y en la dinámica molecular de la célula.

Acosta (2013) afirma que en el cultivo de fresa al realizar aplicaciones a dosis 1,5 cc/l y media de 1,0cc/l de calcio (Carboxy calcio) contribuye a mejorar la firmeza del fruto. Con dosis alta de Ca, se obtienen promedios de firmeza de 2,16, 2,29 y 2,24 lb de presión; con dosis media de Ca, los promedios son de 1,93, 2,05 y 1,96, frente a los promedios obtenidos con dosis baja de Ca que son de 1,88, 1,77 y 1,72.

La evaluación de cuatro niveles de un paquete nutrihormonal en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cultivar Oso grande bajo cubierta, se observó que, la aplicación de la dosis alta (D4), produjo mejores resultados, con mayor altura del follaje (18,06 cm), diámetro del macollo (19,66 mm), número de flores por racimo (6,40 flores) y número de flores por planta (8,65 flores). El número de frutos cosechados fue mejor (15,30 frutos), con mejor diámetro polar (3,79 cm), ecuatorial (3,11 cm) y peso de fruto (16,30 g), obteniendo mejores rendimientos (13,73 kg/tratamiento), mejorando el porcentaje de frutos de primera categoría (48,05%) y el volumen del sistema radicular (10,99 cc), (Parra y Quishpe, 2006).

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. El calcio en las plantas

El Ca participa en la división y extensión celular además es un elemento estructural en la planta debido a que forma parte de la lámina media, paredes y membranas de la célula. Las membranas del calcio cumplen un rol estabilizador gracias al fosfato y el carboxilo de los fosfolípidos. Además, permite a la planta utilizar el nitrógeno amoniacal, el cual facilita el crecimiento de la planta. La función más importante del calcio es el fortalecer las paredes celulares y la regulación de la permeabilidad de la membrana. Los agentes reafirmantes las realiza el calcio debido a que los iones de este actúan sobre las cadenas de pectina para formar enlaces entre éstas, el calcio incrementa la fuerza de la pared celular. Asimismo, para que la planta esté en un desarrollo óptimo es necesaria la aplicación de calcio ya que es un elemento vital. Interviene en la síntesis de pectina. Es indispensable para el crecimiento de brotes nuevos, ramas, frutos y raíces. El elemento calcio es importante en el llenado de la fruta ya que presenta mayor asimilación de carbohidratos en los órganos reproductivos de los cultivos. Algunos ensayos han valorado eficientemente la importancia del calcio como nutriente a la hora de distribuirse por el floema, especialmente en los órganos de reserva que esté adaptada para cumplir la función de almacenamiento temporal de sustancias de reserva (Díaz et al., 2007)

El Ca es un elemento con poca movilidad, su absorción y translocación es más lenta que la del fosforo. La absorción del calcio depende de la disponibilidad de fosforo, al contrario de lo indicado para el potasio. El transporte del calcio en la planta se efectuara desde las raíces hasta las partes aéreas del xilema, pero una vez depositado en un órgano (hoja, tallo, vaina) no es posible su translocación en el interior de la planta por ellos, el suministro de calcio tenga un pH comprendido entre 6y7. Además, debe disponer también de una buena aireación mediante las labores oportunas. (Fuyego, 1999)

La deficiencia del calcio se ven en los tejidos nuevos, zonas meristemáticas de las raíces, tallos y hojas donde ocurre la división celular. Si hay una deficiencia de calcio presente, resultara en tejidos torcidos y deformados, y las zonas meristemáticas

mueren prematuramente como en el caso de la producción apical del tomate también se manifiesta como la muerte de los puntos de crecimiento tales como brotes nuevos, inflorescencias y puntos de las raíces. (Arévalo y Gauggel, 2013)

2.2.2. Ambiente, Luz, humedad relativa y hora de aplicación.

Estos tres factores deben tomarse en cuenta en la práctica de fertilización foliar. La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos para realizar procesos fotosintéticamente activo en la planta. La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica. Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja. Este último factor está relacionado con la hora de aplicación, la cual debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región (Swietlik y Faust, 1984).

2.2.3. Deficiencia de calcio

Se ven más en tejidos nuevos, zonas meristemáticas de raíces, tallos y hojas como se presenta en la Figura 1 donde ocurre la división celular. Si hay una deficiencia de calcio presente, resultará en tejidos torcidos y deformados, y las zonas meristemáticas mueren prematuramente como en el caso de la pudrición apical del tomate. Deficiencia de calcio se manifiesta como la muerte de los puntos de crecimiento tales como brotes nuevos, inflorescencias, y puntos de las raíces. Ejemplos son sandías deformadas, “bitterpit” en manzanas, pudrición apical en tomates y chiles (ajíes), muerte terminal en las hojas de lechugas, pudrición interna de papas y frutas más blandas y de mala calidad que no tienen mercado (Arabuko, 2018)



FIGURA 1 Hoja en fresa por carencia de calcio Fuente: (Bolda, 2009)

Si hay mucha evapotranspiración, tal como en un día caloroso y seco, calcio se arrastra desde las raíces a puntos de toda la planta. Episodios de tiempos frescos, húmedos, por ejemplo niebla, no facilitarán evapotranspiración y subsecuentemente el movimiento de calcio es restringido. Órganos de planta tales como fruta y hojas en desarrollo no transpiran tanto como una hoja madura y completamente expandida, y entonces tenderían a ser las primeras en mostrar deficiencia de calcio (Bolda, 2009).

2.2.4. La cascara de huevo

Comúnmente la cascara de huevo de gallina es considerada un desecho, no obstante es de consumo popular para personas de escasos recursos quienes refieren en algunos casos que presenta la cascara pulverizada en diferentes soluciones caseras como leche, jugo de naranja así como en vinagre (ácido acético al 5%), o en la sopa (agua caliente), por lo que un estudio que respalde la utilización de la cascara de huevo de gallina común fuente de calcio y como el aprovechamiento de un desecho sería de mucha utilidad y aplicación. (Gomes, 2011).

La cáscara constituye la cubierta protectora del huevo, la pared que le defiende de la acción de los agentes externos y el medio a través del cual pueden realizarse intercambios gaseosos y líquidos con el ambiente que le rodea. Representa aproximadamente del 9 a 12 % del peso del huevo, evaluándose entre 5 ó 7 g., según las razas de donde procede, y se compone principalmente de sustancias minerales, entre las cuales una de la más importante es el carbonato de calcio (94 %) como componente estructural. La cutícula es una envoltura de proteína natural que cubre la

parte exterior de la cáscara. Después de la puesta, el huevo que se encontraba a la temperatura corporal de la gallina se enfría. Se produce una contracción de su contenido y, como consecuencia, una aspiración a través de los poros de la cáscara, obturando los poros y la cutícula impide la penetración de los microorganismos. Esta cutícula es frágil y muy vulnerable a los tratamientos utilizados para limpiar los huevos. Esta película más o menos brillante y bajo la acción de los diversos agentes externos (humedad, desecación, luz, aire, etc.) se va destruyendo poco a poco, dejando la cáscara al descubierto y reduciendo notablemente la protección del huevo contra los agentes externos que los contamina y degrada. La cáscara es porosa (7,000 a 17000 poros, no es impermeable y por lo tanto esta película actúa como un verdadero revestimiento. Para evitar esto se requiere recogida inmediata y frecuente, unida a unas buenas condiciones de almacenaje. (Figuerola et al, 2006).

2.2.4.1. Composición química

La cáscara de huevo de gallina químicamente está compuesta de 1,6% de agua, 95,1 % de minerales, de los cuales 93,6% corresponden a carbonato de calcio en forma de calcita, 0,8% de carbonato de magnesio y 0,73% de fosfato tricíclico, y finalmente 3,3% de materia orgánica.(Fernandez & Arias, 2010).

2.2.4.2. Acetato de calcio

El vinagre contiene ácido acético que reacciona con las sales de calcio, con el carbonato de calcio presente en la cascara de huevo origina dióxido de carbono gaseoso y acetato de calcio (soluble en agua). El ácido acético en vinagre reacciona desprendiendo CO₂ en forma de burbujas y acetato cálcico que queda disuelto en el vinagre (inSlide , 2013).

El compuesto químico acetato de calcio, es la sal de calcio del ácido acético. Su nombre estándar es etanato de calcio. No muestra ningún peligro para la salud, se ha demostrado que el calcio proveniente del acetato de calcio es altamente asimilable y presenta una movilidad excepcional dentro del tejido vegetal en comparación con un fertilizante convencional a base de otras sales de calcio (Corrochano, 2013).

2.2.5. Wuxal calcio

Eficaz en la prevención de enfermedades fisiológicas causadas por desbalance nutricional de calcio en flores, frutales y hortalizas. Estimula la fotosíntesis y brinda un adecuado balance nutricional, aportando los nutrientes necesarios especialmente calcio para mejorar la calidad de los frutos y órganos a cosechar (Bayer, 2018).

2.2.6. Fresa

Es una planta vivaz silvestre, considerada la más antigua de todos los continentes, y que ha dado origen a más de 400 variedades, Es de tallos rastreros, estoloníferos con expansión radiada, hojas compuestas, pecioladas, trifoliadas, con tres folíolos iguales, forma acorazonada, dentada y puntiaguda. Es pequeña, de no más de 50 cm. de altura con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos, que se originan en una corona o rizoma muy corto, que se encuentra a nivel del suelo y constituye la base de crecimiento de la planta; en ella se encuentran tres tipos de yemas; unas originan más tallos, que crecen junto al primero, otras los estolones, que en contacto con el suelo emiten raíces y forman nuevas plantas, y el tercer tipo de yemas, forman los racimos florales cuyas flores son hermafroditas y se agrupan en racimos. (Angulo, 2009)

2.2.6.1. Clasificación taxonómica de la fresa

Rodríguez (2004) presenta la siguiente clasificación botánica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosáceas

Género : Fragaria

2.2.6.2. Morfología de la planta

Según Jano (2006), la morfología de la planta de fresa se caracteriza por poseer:

- Tallo, está constituido por un eje corto de forma cónica llamado corona, en el que se observan numerosas escamas foliares.

- **Raíz,** Son aspecto fibroso, se originan en la corona, se dividen en primarias que son más gruesas y hacen el papel de soporte, son de color café oscuro y nacen en la base de las hojas, y secundarias que son raicillas alimenticias, más delgadas y de color marfil; su número es variable y hay dos tipos, principales y secundarias. Las raíces penetran en el suelo hasta 0.80 m. y el promedio de ellas se encuentra en los primeros 0.40 m. Las raíces secundarias salen de las primarias y forman la masa radicular cuya función principal es la absorción de los nutrientes y el almacenamiento de materiales o sustancias de reserva. Solo se puede obtener una buena producción con un sistema radicular abundante y sano
- **Hojas,** Las hojas son compuestas, trifoliadas de color verde más o menos oscuro y brillante el borde es aserrado y con la cara superior pubescente. Los pecíolos son generalmente largos y pubescentes tienen un gran número de estomas (300-400mm²) por lo que puede perder gran cantidad de agua por transpiración.
- **Fruto,** La fresa es un fruto múltiple (poliaquenio) denominado botánicamente “aterio”, cuyo receptáculo hipertrofiado constituye una parte comestible. El receptáculo maduro tiene hasta 5cm de diámetro. Su forma puede ser achatada, globosa- crónica, alargada con el cuello, en caña alargada y cuña corta. Su color puede ser rosado, carmín, rojo o púrpura.

-

2.2.6.3. Exigencias del cultivo

Suquilanda (2005), establece que el cultivo de Fresa es exigente en:

- **Clima:** Cálidos, a frío moderado.
- **Temperatura:** 15-20 °C de media anual
- **Humedad:** 65 y 70%

2.2.6.4. Requerimientos edáficos

Agripac (2000), describe que la planta para que exprese su potencial genético de producción y calidad, requiere de condiciones climáticas específicas durante las fases de desarrollo.

- **Textura:** franco arenoso
- **Acidez:** pH 6.0 - 7.0

- **Contenido de materia orgánica:** 2 al 3%
- **Conductividad Eléctrica:** de 0.5-0.8 mmhos/cm
- **Relación C/N suelo:** 10 se considera un valor adecuado para la relación carbono/nitrógeno

2.2.6.5. Preparación del terreno

Indicando las labores se efectúan en riego pesado o machaco para luego dependiendo del suelo pasar el arado de disco, grada con barra niveladora y rayar a 0.90 a 1.20m, si el trasplante es a doble hilera y, a 0.50 a 0.60 a una sola hilera (Folquer, 1986).

2.2.6.6. Trasplante

Es muy importante trabajar con plántulas de fresa libre de virus ya que se alcanzan rendimiento de hasta 40t/ha mientras que con el material convencional los rendimientos son de solo 20t/ha. El distanciamiento entre plantas es de 0.25 m a doble hilera en tres bolillo, si la instalación es bajo riego tecnificado la cinta tendrá que ir en medio de la cama y las plantas a un distanciamiento de 0.30m de la cinta (Folquer, 1986)

2.2.6.7. Fertilización

Es recomendable realizar un previo análisis para dar una fertilización más cercana a las necesidades de cultivo, el nivel de fertilización que se recomienda es de 300-150-150 NPK. Es importante fraccionar los fertilizantes nitrogenados para lograr un mejor aprovechamiento por parte de la planta. Los fertilizantes foliares son recomendables para un mejor desarrollo y producción de la planta. Debiéndose aplicar foliares ricos en: nitrógeno en la etapa de desarrollo vegetativo, fosforo en la etapa de prefloración y sobretodo en zinc, hierro y manganeso. (Fueyo, 1998).

2.2.6.8. Requerimientos nutricionales

Tabla 1 Elementos esenciales

Macronutrientes%		Micronutrientes	
N	2,50-4,00	Fe	50,25 ppm
P	0,25-1,00	Mn	30-350 ppm
K	1,25-3,00	b	20-75 ppm
Ca	1,00-2,50	Cu	6-100 ppm
Mg	0,25-1,00	Zn	20-250 ppm
S	0,13-0,48	Mo	0,25-0,50 ppm
		Cl(%)	0,10-0,50

Elaborado por: Vaca,2018

Fuente: Magap, 2015

2.2.6.9. Riegos

Los riegos se dan de acuerdo al tipo de suelo pudiendo ser ligeros y frecuentes, tratando de que el suelo no este demasiado húmedo para evitar daños por botrytis. (Heras, 2003)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Las aplicaciones foliares de Ca obtenido a partir de la cascara de huevo de gallina (*Gallus gallus*) aplicadas a diferentes horas influirá sobre la calidad del cultivo de fresa (*Fragaria Sp*)

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general

Evaluar la aplicación foliar de calcio en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*).

3.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar tres concentraciones en la aplicación foliar de calcio en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*).
- Establecer la hora adecuada para la aplicación foliar de calcio en el cultivo de fresa. (*Fragaria sp.*).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se realizó en la Granja Experimental Docente “Querochaca” propiedad de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Las coordenadas geográficas son 01° 21´ de latitud Sur y 78° 36´ de longitud Oeste, con una altitud de 2865 msnm; datos tomados con GPS.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

4.2.1. Clima

Según los datos registrados en la estación meteorológica de primer orden de la Granja Experimental Docente Querochaca, el clima está clasificado como templado frío semiseco, con una temperatura media de 14,5°C y la humedad relativa media de 77,25.

4.2.2. Suelo

El tipo de suelo que predomina en la zona está clasificado como Typic Vitradepts con presencia de ceniza volcánica y materiales amorfos, pendiente de 2 al 8% con un relieve plano, ondulado, profundo (1,5 m), textura franco arenoso con contenidos de materia orgánica media (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos, 1976).

4.2.3. Agua

El agua utilizada en la Granja Experimental Docente Querochaca proviene del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un pH de 7,78 y conductividad eléctrica de 321,5umhos/cm (Zúñiga, 2017).

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Material experimental

Cultivo establecido de fresa (*Fragaria sp.*), variedad Albión. Concentraciones de calcio al 10%, 20% y al 30%.

4.3.2. Materiales Equipos y herramientas

- Regla
- Penetrometro
- Cultivo de fresa
- Tijeras
- Cascara de huevo
- Libreta de campo
- Atomizadores
- Acetato de calcio

4.3.3. Productos químicos

- Ácido acético
- Wuxal calcio

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1. Concentración de calcio

Acetato de calcio

10% Ca1

20% Ca2

30%Ca3

4.4.2. Horas de aplicación

8AM – H1

12PM – H2

16PM – H3

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos que resultaron de la combinación de los factores en estudio se presentan en la tabla 1

Tabla 2 Tratamientos investigados

Nº	símbolo	Descripción
1	Ca1H1	Calcio al 10% a la Hora 8AM
2	Ca1H2	Calcio al 10% a la Hora 12PM
3	Ca1H3	Calcio al 10% a la Hora 16PM
4	Ca2H1	Calcio al 20% a la Hora 8AM
5	Ca2H2	Calcio al 20% a la Hora 12PM
6	Ca2H3	Calcio al 20% a la Hora 16PM
7	Ca3H1	Calcio al 30% a la Hora 8AM
8	Ca3H2	Calcio al 30% a la Hora 12PM
9	Ca3H3	Calcio al 30% a la Hora 16PM
10	T.A.	Testigo Absoluto
11	T.C.	Testigo Comercial

Elaborado por Vaca (2018)

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 9 tratamientos. Y dos testigos, absoluto y comercial. Se usó un experimento factorial ($3 \times 3 + 2$), con 3 repeticiones. Se realizó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5% para diferenciar entre tratamientos y diferenciar entre los factores en estudio.

4.6.1. Esquema de campo

Número de tratamientos: 3

Número de repeticiones: 3

Número de hileras por cama: 2

Distancia entre plantas 0.25 m

Distancia entre camas: 0.30 m

Cama por parcela: 1

Total camas del experimento: 33

Número total de parcelas: 33

Largo de la parcela: 3 m

Ancho de la parcela: 0.50 m

Área de parcela: 1.5 m^2

Parcela neta: 1 m^2

Área total de parcelas: 49.5 m^2

Área total del experimento: 97.2 m^2

4.6.2. Esquema del ensayo en el campo

repeticiones	I	Ca1H1	Ca1H2	Ca1H3	Ca2H1	T.A.	Ca2H2	Ca2H3	T.C.	Ca3H1	Ca3H2	Ca3H3
	II	Ca3H3	Ca3H2	Ca3H1	Ca2H3	Ca2H2	T.A.	Ca2H1	Ca1H3	Ca1H2	T.C.	Ca1H1
	III	Ca2H2	T.A.	Ca2H3	T.C.	Ca3H1	Ca3H2	Ca3H3	Ca1H2	Ca2H1	Ca1H3	Ca2H1

FIGURA 2 Diseño De Campo

4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.7.1. En el campo

- El experimento se ejecutó en un cultivo establecido de fresa variedad Albion, de 14 meses de edad, el mismo que se encuentra a una distancia entre camas 0.30cm y entre plantas a 0.25cm
- Se seleccionó el lote más adecuado, y se delimitara con estacas rótulos y cintas a cada tratamiento.
- Los riegos se efectuaron por método de goteo con un caudal 1,5 litros/hora/gotero. Con una frecuencia de dos riegos por semana. Condiciones climáticas presentes manteniendo el criterio de capacidad de campo.
- Podas: la eliminación de estolones se realizó durante 10 semanas utilizando tijeras de podar y también se retiraran las hojas viejas y secas.
- El control de malezas se realizó forma manual en el orificio de la planta, las azadillas y rastrillos se utiliza en la limpieza de los caminos esta labor se efectuó cada 20 días hasta el fin del ensayo.

4.7.2. Obtención de calcio

- Se recolecto 1000g de cascara de huevos criollo estos se caracterizan por su pigmentación verde azulada. Dejando secar bajo cubierta por un tiempo de 5 días. Posteriormente estos se pulverizó utilizando un molino de cuchillas de 0,5 milímetros de la malla.
- Se añado 10 gr. de cascara pulverizada en un matraz de 500ml se agregó ácido acético (vinagre) al 5 % hasta aforar a 300ml. El mismo procedimiento se lo realiza tres veces.
- Dejamos agitar por 24 horas con la ayuda de un agitador magnético.
- Se filtra y se procede a llevar a un volumen de 500ml.
- Se cuantifico la concentración de calcio utilizando espectrofometria de absorción atómica del laboratorio de suelo, Agua, y Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

4.7.3. Aplicación del wuxal Ca

- La aplicación de wuxal Ca (testigo comercial), en dosis de 1 ml/l, se efectuó la aplicación con la ayuda de un atomizador rociando en todo el follaje de la planta, siendo este aplicando en los tratamientos al cultivo.

4.7.4. Aplicación de Ca extraído de la cascara de huevo

- Las aplicaciones de Ca extraído de la cascara de huevo se las aplico con una dosis de 2ml/l. este procedimiento se lo hizo para cada concentración 10%, 20% y 30%

4.8. VARIABLES RESPUESTA

4.8.1. Análisis foliar

Se realizó el análisis con espectrometría de absorción atómica, efectuados en el Laboratorio de Suelos de servicio al público de la Facultad de Ciencias

Agropecuarias, se determinó la concentración de Ca de una muestra de hojas tomadas al azar de cada parcela neta de los tres tratamientos, las lecturas se efectuaron en un intervalo de tiempo de 48-96-144 horas de haber aplicado en los tratamientos.

4.8.2. Análisis del peciolo

Se efectuó el análisis con espectrometría de absorción atómica, efectuado en el Laboratorio de Suelos de servicio al público de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, para determinar la concentración de calcio en muestra de peciolo tomadas en un intervalo de tiempo de 48-96-144 horas.

4.8.3. Dureza de la hoja

Se utilizó un penetrómetro para determinar la dureza de la hoja a los 30 días de haber aplicado los tratamientos, se tomó tres hojas tomadas al azar de cada parcela neta. Los valores se expresaron en Kg/cm².

4.8.4. Longitud de la hoja

Se utilizó una regla en donde los datos fueron tomados en centímetros de cinco hojas, cada hoja se medía desde el peciolo hasta el ápice del foliolo intermedio. Tomadas al azar a los 30 días de haber aplicado en los tratamientos.

4.8.5. Dureza del fruto

Se manejó penetrómetro para medir la firmeza del fruto a la cosecha, 30 días de iniciado el ensayo de 10 frutos tomadas al azar de cada tratamiento. Los valores se expresaron en kg/cm²

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se procesó la información en el programa INFOSTAT y la prueba de TUKEY al 5%, con el cual se obtuvo los análisis de varianza y las pruebas de rangos. Para el cálculo y análisis el software estadístico Excel 2016.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Absorción de calcio en la hoja

Al realizar aplicaciones foliares provenientes de la cascara de huevo, el mejor tratamiento se observó en aquellos que recibieron dosis del 20% de concentración de calcio aplicando a las 8 de la mañana (Ca_2H_1) (tabla 3) con promedios de absorción de calcio 56,67% a las 48 horas, 50,33% a las 96 horas 62,33% a las 144 horas. El menor porcentaje de absorción de calcio en las hojas, se detectó en el testigo, absoluto con promedios de absorción de calcio 1,91 % a las 48 horas, -4,03 a las 96 horas y 13,48% a las 144 horas, todos ellos ubicados en el último rango y lugar en la prueba de Tukey, tomando en base de datos (anexos 1,2 y 3, respectivamente).

Cabe recalcar que el coeficiente de variación (tabla 3) presenta datos altos, esto se debe a que existen valores negativos porque se realizó una resta del porcentaje de absorción de calcio y el valor del blanco (antes de ser aplicado las diferentes concentraciones) lo cual existe un amplio rango en sus promedios desde el primer valor hasta el último.

Melgar (2005) el tiempo de absorción del 50% calcio es de 1 a 2 días analizando el factor concentraciones de calcio (tabla 4) se determinó que los tratamientos que recibieron aplicación del 20% de concentración de calcio reportaron una mayor absorción de calcio en sus hojas con promedios de 16,35% a las 48 horas, 16,30% a las 96 horas y 26,16% a las 144 horas. De la misma manera los tratamientos que recibieron dosis de 30% de concentración de calcio también reportaron una mayor absorción de calcio en sus hojas con promedios de 19,80% a las 48 horas, 12,98% a las 96 horas 27,11% a las 144 horas. Al ubicarse todos ellos en el primer rango en la prueba; mientras que, los tratamientos que recibieron dosis de 10% de concentración de calcio 4,89% a las 48 horas, 9,79% a las 96 horas 4,16% a las 144 horas, ubicándose todos ellos en el último rango.

En el factor horas de aplicación, (tabla 5) los tratamientos que recibieron aplicación a las 8 de la mañana reportan una absorción de calcio de 39,81% a las 48 horas, 42,55% a las 96 horas y 45,42% a las 144 horas ubicándose todos ellos en el primer rango en la prueba, por lo que concuerda con Domínguez, (2014). El mejor momento para aplicación foliar es temprano en la mañana o al atardecer, cuando los estomas

están abiertos. La fertilización foliar no es recomendable cuando la temperatura supera lo 23°C.

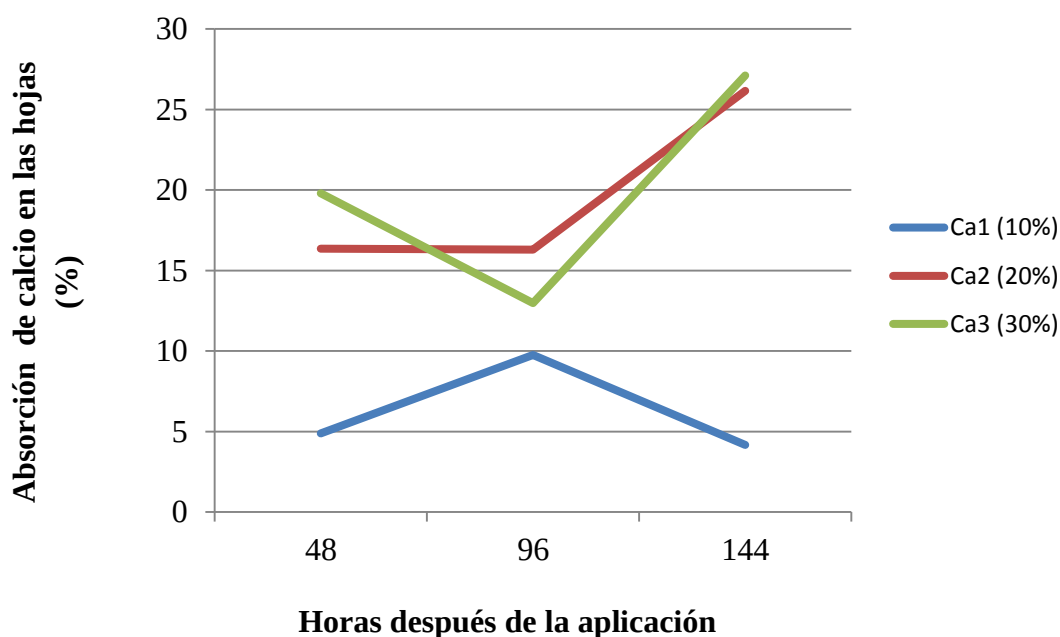


FIGURA 3 Comportamiento para el factor concentración de calcio con respecto a la absorción de calcio en las hojas.

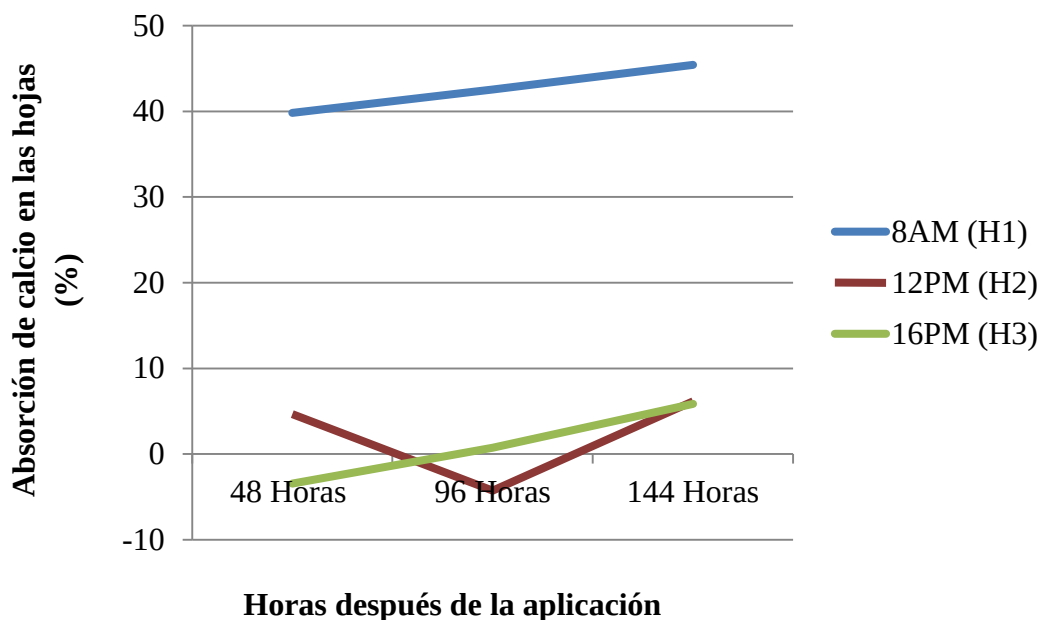


FIGURA 4 Comportamiento para el factor horas de aplicación con respecto a la absorción de calcio en las hojas.

5.2. Absorción de calcio en el peciolo

En los tratamientos con aplicación de cáscara de huevo, el mayor porcentaje de calcio en el peciolo se registró en aquellos que recibieron aplicación 20% de la concentración de calcio a las 8 de la mañana (Ca2H1) (tabla 3) con un promedio de 36,33% de calcio a las 48 horas, 35,49% de calcio a la 96 horas y 34.97 % de calcio a las 144 horas. El menor porcentaje de absorción de Ca en el peciolo de lo detecto en el testigo absoluto al no ser aplicado ninguna concentración y el testigo comercial, al ser aplicado con una dosis sumamente baja.

Cabe recalcar que el coeficiente de variación (tabla 3) presenta datos altos, esto se debe a que existen valores negativos porque se realizó una resta del porcentaje de absorción de calcio para el valor en blanco (antes de ser aplicado las diferentes concentraciones) lo cual existe un amplio rango en sus promedios desde el primer valor hasta el último.

Evalutando el factor concentraciones de Ca (tabla 4), se estableció que, los tratamientos que recibieron aplicación de 20% de concentración, reportaron una mayor absorción de Ca en sus peciols con promedios de 10,93% a las 48 horas, 12,98% a las 96 horas y 19,11% a las 144 horas al ubicarse todos ellos en el primer rango en la prueba. Igualmente, en el factor horas de aplicación, (tabla 5) la mejor hora para realizar la aplicación fue a las 8 de mañana con un porcentaje de absorción Ca 12,46% a las 48 horas, 19,89% a las 96 horas y 20,40% a las 144 horas. Ubicadas en el primer rango.

Mediante la figura 5, se observa gráficamente el comportamiento de la Absorción de Ca en los peciols en las tres lecturas, con respecto al factor concentraciones de calcio, en donde se aprecia que, los tratamientos que recibieron concentración de calcio del 20%, experimentaron peciols con mayores absorción de calcio, siendo esta diferencia significativa, por lo que es el tratamiento que mejores resultados reportó, al comparar entre aquellos que recibieron solución proveniente de cáscara de huevo.

Gráficamente la figura 6, se ilustra el comportamiento de la absorción de Ca en los peciols, con respecto al factor horas de aplicación, indicando la misma que, los tratamientos que recibieron aplicación a las 8 de la mañana, provocaron incremento

significativo de absorción de calcio en las hojas, por lo que es la hora adecuada para alcanzar los mejores resultados, comparando entre los tratamientos que recibieron solución proveniente de cáscara de huevo por lo que estamos de acuerdo con Domínguez, (2014). El mejor momento para aplicación foliar es temprano en la mañana o al atardecer, cuando los estomas están abiertos. La fertilización foliar no es recomendable cuando la temperatura supera los 23°C.

Con respecto al testigo Absoluto (TA), se observó que, los porcentajes de calcio en los peciolo, fueron significativamente menor, causado básicamente por la ausencia de aportación de calcio, lo que justifica que los valores sean tan bajos. En relación al testigo Comercial (T3), aplicación de Wuxal Ca en dosis de 1 ml/l, se estableció que, al ser su dosis muy baja no asimilo por los peciolo, reportando porcentajes inferiores frente a los que fueron aplicados con solución proveniente de cáscara de huevo.

Estos resultados permiten inferir que, la utilización de cáscaras de huevo como fuente de calcio en aplicaciones de nutrientes foliares, es una alternativa para provocar mayores porcentajes de absorción de Ca en los peciolo, lo que es justificable para dotar a las plantas de mejores condiciones de desarrollo, provocando consecuentemente mejorar los rendimientos de los cultivos.

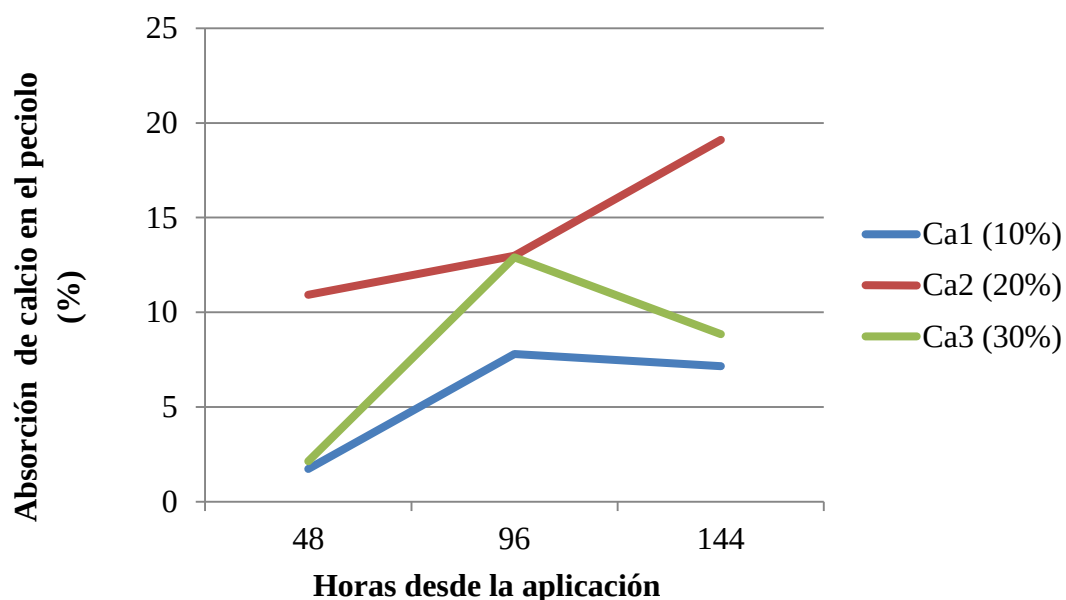


FIGURA 5 Comportamiento para el factor concentración de calcio con respecto a la absorción de calcio en el peciolo.

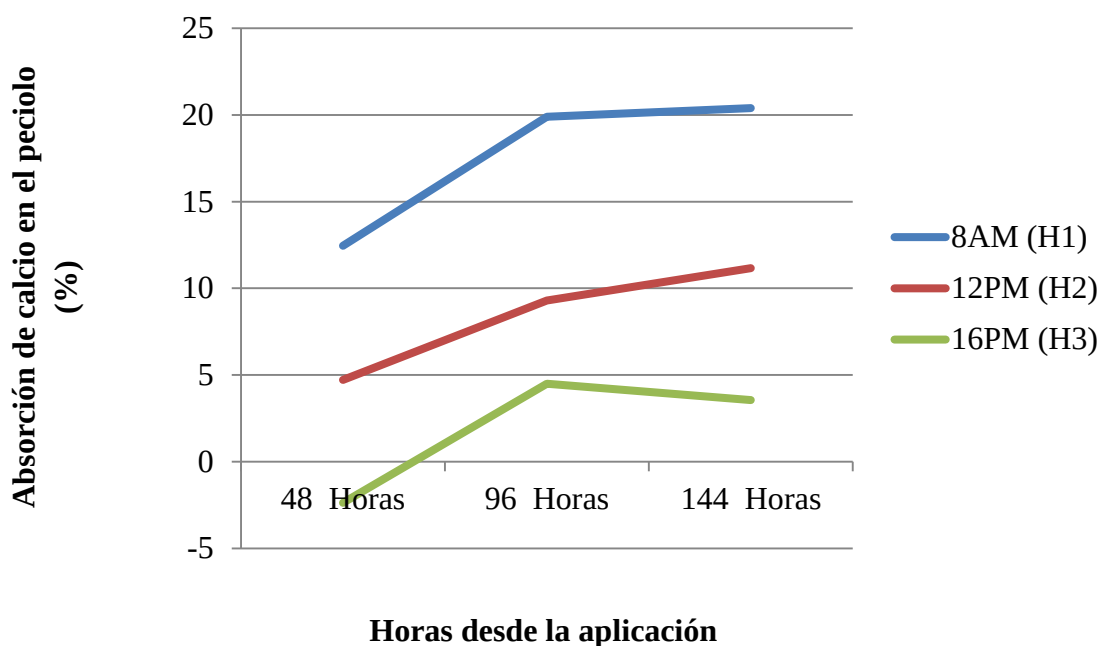


FIGURA 6 Comportamiento para el factor horas de aplicación con respecto a la absorción de calcio en el peciolo.

5.3. Dureza de la hoja

Los tratamientos con aplicaciones foliares de Ca extraído de la cascara de huevo proporciona una mayor dureza en la hoja, todo aquellos que recibieron aplicaciones de 20% concentración de Ca a las 8 de la mañana (Ca2H1) (tabla 3) con un promedio de 1.41 Kg/cm² posteriormente la menor firmeza de la hoja se la detecto en el testigo absoluto (TA) con un promedio de 0.66 Kg/cm² ubicado en el último lugar.

Los resultados obtenidos permiten deducir que, al realizar aplicaciones foliares a las plantas de fresa con una fuente de Ca, permite dotar a las plantas de mejores condiciones de desarrollo, provocando consecuentemente mayor firmeza. Este comportamiento puede deberse a lo citado por Agricultorers (2017), que el calcio en los cultivos desempeña un papel fundamental en su desarrollo. Su presencia garantiza frutos y hojas más firmes. El calcio agrícola es necesario en el fortalecimiento estructural de las paredes y en la elasticidad del tejido vegetal. Es fundamental para tener plantas resistentes y sanas.

5.4. Dureza del fruto

La evaluación estadística del comportamiento de la dureza del fruto, cuyas plantas se sometieron a la aplicación foliar de Ca en tres concentraciones, mostró que si existieron diferencias substanciales en la firmeza, entre la interacción concentraciones de calcio y horas de aplicación. El testigo absoluto, detectó diferencias estadísticas significativas (tabla 3), La mayor firmeza del fruto se registró en aquellos que recibieron aplicación del 20% de concentración de Ca, a las 8 de la mañana (Ca2H1) (tabla 4) contribuyen a mejorar la firmeza del fruto, muy importante para los procesos de comercialización y poscosecha. Con promedio de 2,37Kg/cm², que compartió el primero. La menor firmeza de la hoja, por su parte, se detectó en el testigo (TA) 0.66 Kg/cm² ubicando en el último rango. Este comportamiento puede deberse a lo citado por Haifa. (s.f.) que el calcio es una parte estructural de las paredes celulares, mediante la formación de enlaces cruzados dentro de la matriz de pectina polisacárido. Con el rápido crecimiento de las plantas, la integridad estructural de los tallos, flores y frutos, así como la vida firmeza de la fruta, dependen en gran medida de la disponibilidad de calcio.

5.5. Longitud de la hoja

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el crecimiento de la hoja, tanto entre tratamientos, como al comparar con el testigo. Así mismo, no se observaron diferencias entre los niveles de cada factor e interacción. La altura de la hoja fue desde 14,60 cm.(TA) (tabla3) hasta 17,52cm (Ca2H1). Estos resultados pueden deber a que, las concentraciones de calcio no causaron un efecto significativo en el crecimiento de las hojas, debido posiblemente a que su acción se ve reflejada mayormente en la dureza de la hoja. Comparando estos valores con los obtenidos por Verdugo (2011), en su investigación con la variedad de fresa Albión, él autor obtuvo una altura de 18,3 cm a los 60 días después de la aplicación, este valor resulta ser igual a los valores obtenidos en la presente investigación dado que el registro de la altura que realizó Verdugo (2011) fue a los 60 días mientras que los datos obtenidos fueron a los 30 días, Sin embargo estos valores se justifican debido que el Ca no influirá en la longitud de la hoja.

Tabla 3 DESEMPEÑO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS CON APLICACIÓN FOLIAR DE CONCENTRACIONES DE CALCIO EN DIFERENTE HORARIO EN EL CULTIVO DE FRESA.

Variables	Tratamientos											C.V.	E.E.	P-Valor
	Ca1H1	Ca1H2	Ca1H3	Ca2H1	Ca2H2	Ca2H3	Ca3H1	Ca3H2	Ca3H3	T.A.	T.C.			
Absorción de calcio en las hojas a las 48 horas (%)	11,69 b	5,36 b	-2,38 b	56,67 a	-5,96 b	-2,38 b	51,08 a	14,55 b	-6,23 b	1,91 b	0,25 b	96,58	6,35	<0,0001
Absorción de calcio en las hojas a las 96 horas (%)	29,27 abc	-11,41 d	11,42 bcd	50,33 a	-0,56 cd	-0,88 cd	48,04 ab	-0,82 cd	-8,28 d	-4,03 cd	7,06 cd	116,40	7,34	<0,0001
Absorción de calcio en las hojas a las 144 horas (%)	12,00 b	-5,75 b	6,22 b	62,33 a	4,42 b	11,73 b	61,94 a	19,81 b	-0,41 b	13,48 b	18,58 b	70,90	7,60	<0,0001
Absorción de calcio en peciolo a las 48 horas (%)	-5,14 bc	-2,50 bc	12,83 ab	36,33 a	-1,30 bc	-2,26 bc	6,19 bc	17,91 ab	-17,69 c	-1,44 bc	-1,38 bc	248,24	5,41	0,0001
Absorción de calcio en el peciolo a las 96 horas (%)	7,31 bcd	1,36 bcd	14,73 abcd	35,49 a	4,80 bcd	-1,36 cd	16,86 abc	21,73 ab	0,14 bcd	-7,05 d	14,20 abcd	78,03	4,43	0,0001
Absorción de calcio en el peciolo a las 144 horas (%)	5,85 bcd	4,05 bcd	11,58 bc	34,97 a	10,00 bc	12,36 bc	20,38 ab	19,43 ab	-13,28 d	-5,27 cd	19,33 ab	60,43	3,79	<0,0001
Dureza del fruto (Kg/cm ²)	1,99 ab	1,89 ab	1,81 bc	2,37 a	1,79 abc	1,78 abc	1,90 ab	1,87 ab	1,74 abc	0,91 c	1,29 bc	18,34	0,19	0,0035
Dureza de la hoja (Kg/cm ²)	0,80 b	0,93 ab	1,03 ab	1,41 a	1,08 ab	1,25 ab	1,13 ab	1,05 ab	0,91 ab	0,66 b	0,99 ab	20,08	0,12	0,017
Longitud de la hoja (cm.)	17,07 a	16,35 a	17,15 a	17,52 a	16,80 a	17,22 a	16,90 a	15,71 a	16,07 a	14,70 a	17,19 a	6,06	0,58	0,0803

Elaborado por: Christian Vaca, 2019

a-d medias en las filas seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas (P= < 0,05)

C:V. Coeficiente de variación

Tabla 4 DESEMPEÑO DE LA VARIABLE AGRONÓMICA CON APLICACIÓN FOLIAR DE CONCENTRACIONES DE CALCIO EN EL CULTIVO DE FRESA.

Variables	Concentración de Calcio			C.V.	E.E.	P-Valor
	C1 (10%)	C2 (20%)	C3 (30%)			
Concentración de calcio en hojas a las 48 horas (%)	4,89 b	16,35 ab	19,80 a	85,70	3,25	0,0117
Concentración de calcio en hojas a las 96 horas (%)	9,76 a	16,30 a	12,98 a	129,67	4,72	0,6269
Concentración de calcio en hojas a las 144 horas (%)	4,16 b	26,16 ab	27,11 a	67,29	4,17	0,0014
Concentración de calcio en peciolo a las 48 horas (%)	1,73 a	10,93 a	2,14 a	257,31	3,24	0,1042
Concentración de calcio en peciolo a las 96 horas (%)	7,80 a	12,98 a	12,91 a	80,65	2,64	0,3074
Concentración de calcio en peciolo a las 144 horas (%)	7,16 b	19,11 a	8,84 b	65,77	2,38	0,0045
Dureza del fruto	1,90 a	1,98 a	1,84 a	18,54	0,11	0,6564
Dureza de la hoja	0,92 a	1,25 a	1,03 a	29,1	0,1	0,0846
Longitude de la hoja	16,22 a	17,18 a	16,22 a	7,07	0,39	0,2405

Elaborado por: Christian Vaca, 2019

a-b medias en las filas seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas ($P = < 0,05$)

C:V. Coeficiente de variación

Tabla 5 DESEMPEÑO DE LA VARIABLE AGRONÓMICA, HORAS DE APLICACIÓN FOLIAR EN EL CULTIVO DE FRESA

Variables	Horas de aplicación			C.V.	E.E.	P-Valor
	H1(8AM)	H2(12PM)	H3(16PM)			
Concentración de calcio en hojas a las 48 horas (%)	39,81 a	4,65 b	-3,43 b	85,70	3,25	<0,0001
Concentración de calcio en hojas a las 96 horas (%)	42,55 a	-4,26 b	0,75 b	129,67	4,72	< 0,0001
Concentración de calcio en hojas a las 144 horas (%)	45,42 a	6,16 b	5,85 b	67,29	4,17	< 0,0001
Concentración de calcio en peciolo a las 48 horas (%)	12,46 a	4,71 ab	-2,37 b	257,31	3,24	0,0161
Concentración de calcio en peciolo a las 96 horas (%)	19,89 a	9,30 b	4,50 b	80,65	2,64	0,0021
Concentración de calcio en peciolo a las 144 horas (%)	20,40 a	11,16 b	3,56 b	65,77	2,38	0,0004
Dureza del fruto (Kg/cm ²)	2,09 a	1,85 a	1,78 a	18,54	0,11	0,135
Dureza de la hoja (Kg/cm ²)	1,12 a	1,02 a	1,06 a	29,1	0,1	0,7934
Longitud de la hoja	17,16 a	16,29 a	16,81 a	7,07	0,39	0,305

Elaborado por: Christian Vaca, 2019

a-b medias en las filas seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas (P= < 0,05)

C:V. Coeficiente de variación

5.6. Verificación de la Hipótesis.

Los resultados obtenidos en aplicaciones foliares de tres concentraciones de calcio a partir de cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus*), aplicadas en cierta hora, al cultivo de fresa (*Fragaria sp*) variedad Albión, permiten aceptar la hipótesis alternativa (Ha), por cuanto influencio positivamente sobre la calidad del cultivo de fresa.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación Evaluación de aplicación foliar de calcio en el cultivo de fresa (*fragaria sp.*)”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

En los tratamientos que recibieron aplicación foliar de Ca a partir de cáscaras de huevo, el mayor porcentaje de calcio en las hojas registró los tratamientos que recibieron aplicación del 20% de concentración de calcio, reportaron absorciones Ca en las hojas a las 48 horas 56,67%, a las 96 horas 50,33% y a las 144 horas 62,33%. Las absorciones de Ca en el peciolo a las 48 horas 36,33%, a las 96 horas 35,49 % y a las 144 horas 35,97%. Así mismo, estos tratamientos reportaron con un promedio de 1.41 Kg/cm² la menor firmeza de la hoja, posteriormente frutos con mayor firmeza 2,37Kg/cm², lo que beneficia la obtención de mejores rendimientos, por lo que es una alternativa para mejorar los porcentajes de calcio en las hojas, con prácticas que no afectan al medio ambiente y reduciendo los costos de producción.

En relación a las concentraciones de Ca los mejores resultados se alcanzaron en los tratamientos que se aplicó al 20% el cual facilitó y mejoró la absorción de calcio a través de las hojas de las plantas, al observarse los más altos porcentajes de calcio en las hojas, tanto a las 48 horas un 16,35%, a la 96 horas un 16,30% y a las 144 horas un 26,16%. También en el peciolo con una absorción de Ca a las 48 horas 10,93%, a las 96 horas 12,98% y a las 144 horas 19,11. Igualmente la dureza del fruto 1,98 (Kg/cm²) asimismo la dureza de la hoja 1,25 (Kg/cm²) y una longitud de la hoja de 17,18 cm.

Con respecto a la hora de aplicación, la mejor fue las 8AM en donde se obtuvieron los mejores resultados, al reportar estos tratamientos la mayor absorción de calcio en las hojas fueron, a las 48 horas un 39.81%, a la 96 horas un 42,55% y a las 144 horas un 45,42% también en el peciolo con un promedio de 12,44% a las 48 horas, 19,85% a las 96 horas y 20,40% a las 144 horas igualmente la dureza del fruto 2,09 (Kg/cm²) asimismo la dureza de la hoja 1,12 (Kg/cm²) y una longitud de la hoja de 17,16 cm.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A. G. (2013). Aplicación foliar de tres dosis de Calcio y tres dosis de Boro en el cultivo de la fresa (*Fragaria X ananassa*. Duch) Cultivar Oso Grande, bajo cubierta (Bachelor's thesis).

Agricultorers red de especialistas en agricultura. (2017). El calcio en los cultivos: porque es importante una correcta asimilación. Recuperado de: <http://agriculturers.com/el-calcio-en-los-cultivos-por-que-esimportanteuna correcta asimilacion/>

Agripac S.A, (2000), Producción de fresa, Cayambe-Ecuador, 68 p.

Arévalo, G., & Gauggel, C. (2013). Setenta Años de contribuciones de la Escuela Agrícola Panamericana a la Protección de los Suelos. *Ceiba*, 52(1), 174-193.

Angulo, R. (2009). Cultivo de fresa. Bayer crop Science. María Luz Editorial. 43 pp.

Avitia E, García, J Pineda,P. , Castillo M y TrejoL., (2014). Extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.)*Revista Mexicana de Ciencias Agríc*5, 519-520.

Arabuko. (2018). Importancia del calcio en la nutrición de las plantas. En línea. Consultado el 12 de septiembre del 2018. Disponible en <http://arabuko.mx/importancia-del-calcio-en-la-nutricion-de-las-plantas/>.

Bayer. (2008). Gallina Ciega. Perú. Consultado: 10/11/2017. Disponible en:<http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=695>. Recuperado de:<https://www.cropscience.bayer.ec/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country ECUADOR/PRODUCTOS/Fichas%20Técnicas-/WUXAL %20CALCIO.ashx>.

Bouzo, C. A., & Cortez, S. B. (2012). Efecto de la aplicación foliar de calcio sobre algunos atributos de calidad en frutos de melón. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 38(3), 257-262.

Bio-ecol, T. (2014). El calcio y su asimilación por parte de las plantas, 58–63.

Bolda, M. (2009). Deficiencia de calcio en la fresa - fresas y moras - ANR logs Recuperado 25 de julio de 2018, a partir de <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=1875>.

Chango Infante, X. E. (2010). Evaluación de tres productos a base de calcio con aplicaciones foliares, en tres dosis en el cultivo de Rosas Var. Forever young, bajo Invernadero (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Chávez, J., & Rivas Tovar, L. A. (2005). Competitividad de la agroindustria del Estado de Michoacán-México. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle, 6(24).

Cabezas, M.; Sánchez, C. (2008). Efecto de las deficiencias nutricionales en la distribución de la materia seca en plantas de vivero de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). Agron. Colomb, 26(2), 197–204. Retrieved from [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Efecto+de+las+deficiencias+nutricionales+en+la+distribución+de+la+materia+seca+en+plantas+de+vivero+de+curuba+\(Passiflora+mollissima+Bailey\)#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Efecto+de+las+deficiencias+nutricionales+en+la+distribución+de+la+materia+seca+en+plantas+de+vivero+de+curuba+(Passiflora+mollissima+Bailey)#0)

Dios Delgado, I.; Sandoval Villa, M.; Rodríguez Mendoza, N.; Cardenas-Soriano, E. (2006). Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. Terra Latinoamericana, 24, 91–98. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/573/57311494011.pdf>.

Díaz, A.; Cayón, G.; Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano. Una revisión Calcium metabolism and its relationship with “maturity bronzing” in banana fruits. A review, 25(2), 280–287.

Domínguez, C. M. R. (2014). El control de la transpiración de oliva y almendra. Mecanismos en condiciones de sequía (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla).

Figuerola, M. D. J. V., Valdés, E. J., & Valdés, M. A. (2006). La cáscara del huevo:¿ Desecho o valor agregado para la salud humana y la producción avícola?. Una experiencia cubana. Revista cubana de ciencia avícola, 30(2), 137-154.

Fernández, M. y Arias, J. (2010). La cáscara de huevo: Un modelo de biomineralización. Monografías de Medicina Veterinaria. 20(2). Recuperado de: <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/5017/4901>.

Figuerola, M. D. J. V., Valdés, E. J., & Valdés, M. A. (2006). La cáscara del huevo:¿ Desecho o valor agregado para la salud humana y la producción avícola?. Una experiencia cubana. Revista cubana de ciencia avícola, 30(2), 137-154.

Folquer, F. (1986). La frutilla o fresa. Argentina; hemisferio sur S. A.

Fueyo, M. A: (1998). Fertilización. Tecnología agroalimentaria, 15-18.

El heraldo (2012). Manual de cultivo de fresa . estrategia agropecuaria de Tungurahua 11-11

Gómez, D. (2011). Cuantificación de calcio en soluciones caseras que contienen cascara pulverizada de huevo de gallina (*gallus gallus*). Universidad de san Carlos de Guatemala-Facultad deficiencias químicas y farmacia Guatemala.

Geydan, T. D., & Spinel, C. (2007). La onda de calcio en células vegetales. Acta Biológica Colombiana, 12, 115-119.

Heras, J. (2003). Fundamentos de la agricultura ecológica. Cuenca: ediciones de la Universidad De Castilla La Mancha.

Haifa (.s.f.). Guía de cultivo de fresa - para un mejor uso de su fertilizante de fresa.

Moreno Castillo, W. E. (2011). Aplicación de dos fosfitos artesanales en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) (Bachelor's thesis).

inSlide . (2013). *Slide Share*. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de Slide Share: <https://es.slideshare.net/abdi8/experimento-de-el-huevo-sumergido-en-vinagre>.

Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos. 1976. Diagnóstico del Proyecto de Desarrollo Rural Integral para el Área de Quero, Provincia de Tungurahua. Quito. 32-37p

Jano F, (2006). Cultivo y producción de fresa. Primera edición. Ediciones Ripalme. Lima, Perú, 134 p.

Lanauskas, J.; Uselis, N.; Valiuskaite, A.; Viskelis, P.(2006). Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yields and berry quality. *Agronomy Research* 4, 247-250.

Magap. (2015). El cultivo de fresa en la provincial de Tungurahua. Obtenido de <http://www.agricultura.gob.ec/tungurahua-magao-promueve-produccion-decultivo-asociados/>

Melgar, R. (2005). Aplicación foliar de micronutrientes. Proyecto Fertilizar. En línea Disponible https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Melgar/publication/266041063_Aplicacion_Foliar_de_Micronutrientes/links/5b586082a6fdccf0b2f3af1c/Aplicacion-Foliar-de-Micronutrientes.pdf

Ortega, J. (2013). Manual de Cultivo de Fresa. Estrategia Agropecuaria Tungurahua, 2-30.

Parra, J.; Quishpe, C. 2006. Evaluación de cuatro niveles de un paquete nutrihormonal en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivar Oso Grande. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 98 p.

Rodríguez, H., & Hechevarría, I. (2004). Estación Experimental De Plantas Medicinales “Dr. Juan Tomás Roig ” Efectos Estimulantes Del Crecimiento De Extractos Acuosos De Plantas Medicinales Y Gel De Aloe Vera (L.) N. L. Burm. *Cubana Plant*, 9, 6. Retrieved.

Romero, I. (2015). Análisis de limbo y peciolo para el diagnóstico nutricional de la vid (*Vitis Vinifera* L.) CV. Tempranillo. En línea Disponible <https://digital.csic.es/handle/10261/148914>

Swietlik, D. y M. Faust. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. pp. 287-355. In: J Janik (ed.). Horticultural reviews. Vol. 6. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. USA.

Sanchez I.(2017). Importancia del Calcio en las plantas. Arvensis Agro. Arvensis. <https://www.arvensis.com/blog/424-2/>

Suquilanda, M. (2005). Producción Orgánica de hortalizas en la sierra norte y central del Ecuador, Cartillas divulgativas, Fundagro. Quito - Ecuador, 17 p

Trinidad Santos, A., & Aguilar Manjarrez, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra Latinoamericana, 17(3).

Verdugo, W. L. (2011). Tesis: Introducción de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) y técnica de fertirrigación empleando cuatro biofertilizantes líquidos en Pablo Sexto Morona Santiago. Universidad Técnica de Ambato. 153 p.

Zuñiga, M. (2017). Efecto de los bioles utilizando tres fuentes de nitrógeno en el desarrollo del cultivo de amaranto (*Amaranthus quitensis* HBK) Y (*Amaranthus hypochondriacus* L.) (Bachelor's thesis).

6.3. ANEXOS

ANEXO 1. CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN LAS HOJAS A LAS 44 HORAS (%)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	17.06	7.01	11.01	35.08	11.69
2	Ca1H2	8.61	-6.54	14.00	16.07	5.36
3	Ca1H3	-5.24	-2.87	0.98	-7.13	-2.38
4	Ca2H1	66.00	49.00	55.00	170.00	56.67
5	Ca2H2	-8.24	-12.13	2.50	-17.88	-5.96
6	Ca2H3	1.08	-0.43	-5.66	-5.01	-1.67
7	Ca3H1	41.73	66.20	45.32	153.26	51.09
8	Ca3H2	24.98	18.66	0.00	43.64	14.55
9	Ca3H3	6.31	-22.65	-2.36	-18.70	-6.23
10	T.A.	-17.66	1.12	22.28	5.74	1.91
11	T.C	1.02	-5.88	5.61	0.75	0.25

ANEXO 2. CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN LAS HOJAS A LAS 96 HORAS (%)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	4.48	63.86	19.48	87.82	29.27
2	Ca1H2	-4.97	-22.32	-6.95	-34.24	-11.41
3	Ca1H3	-7.62	22.34	19.54	34.26	11.42
4	Ca2H1	53.00	58.00	40.00	151.00	50.33
5	Ca2H2	-8.40	5.72	0.99	-1.69	-0.56
6	Ca2H3	0.00	5.54	-8.18	-2.63	-0.88
7	Ca3H1	46.05	57.28	40.79	144.12	48.04
8	Ca3H2	-3.69	3.58	-2.34	-2.45	-0.82
9	Ca3H3	-3.60	-24.76	3.52	-24.83	-8.28
10	T.A.	-16.91	7.82	-3.00	-12.09	-4.03
11	T.C	-3.12	16.82	7.49	21.18	7.06

ANEXO 3. CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN LAS HOJAS A LAS 144 HORAS (%)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	14.78	7.98	13.25	36.01	12.00
2	Ca1H2	13.42	3.65	-34.33	-17.25	-5.75
3	Ca1H3	1.25	7.42	10.00	18.67	6.22
4	Ca2H1	83.00	58.00	46.00	187.00	62.33
5	Ca2H2	4.53	12.22	-3.49	13.27	4.42
6	Ca2H3	0.00	21.69	13.51	35.21	11.74
7	Ca3H1	61.89	68.55	55.37	185.81	61.94
8	Ca3H2	10.68	31.08	17.68	59.44	19.81
9	Ca3H3	-8.41	4.19	2.99	-1.23	-0.41
10	T.A.	-10.26	19.74	30.95	40.43	13.48
11	T.C	10.35	32.62	12.77	55.73	18.58

ANEXO 4. CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN EL PECIOLO A LAS 48 HORAS (%)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	1.51	-12.59	-4.35	-15.42	-5.14
2	Ca1H2	-8.01	-2.70	3.21	-7.49	-2.50
3	Ca1H3	-3.36	32.03	9.83	38.50	12.83
4	Ca2H1	17.78	41.09	50.12	108.99	36.33
5	Ca2H2	2.38	-3.08	-3.19	-3.89	-1.30
6	Ca2H3	-6.08	2.01	-2.70	-6.77	-2.26
7	Ca3H1	-1.61	8.01	12.18	18.59	6.20
8	Ca3H2	20.93	24.80	8.01	53.75	17.92
9	Ca3H3	-20.51	-19.55	-13.02	-53.07	-17.69
10	T.A.	5.09	-0.62	-8.80	-4.33	-1.44
11	T.C	5.80	-2.60	-7.33	-4.13	-1.38

ANEXO 5. CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN EL PECIOLO A LAS 96 HORAS (%)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	9.31	-3.27	15.89	21.92	7.31
2	Ca1H2	-5.45	1.50	8.03	4.07	1.36
3	Ca1H3	10.30	19.27	14.63	44.20	14.73
4	Ca2H1	27.88	41.45	37.15	106.47	35.49
5	Ca2H2	4.43	4.39	5.57	14.40	4.80
6	Ca2H3	-7.81	0.61	3.11	-4.08	-1.36
7	Ca3H1	12.85	31.51	6.23	50.59	16.86
8	Ca3H2	16.00	29.28	19.91	65.19	21.73
9	Ca3H3	-6.94	11.99	-4.62	0.43	0.14
10	T.A.	-25.41	-2.42	6.69	-21.14	-7.05
11	T.C	10.18	12.82	19.60	42.60	14.20

ANEXO 6. CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN EL PECIOLO A LAS 144 HORAS (%)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	5.83	5.12	6.60	17.55	5.85
2	Ca1H2	-1.74	4.09	9.80	12.14	4.05
3	Ca1H3	2.13	10.77	21.85	34.75	11.58
4	Ca2H1	25.86	40.47	38.59	104.92	34.97
5	Ca2H2	3.70	14.33	11.97	30.00	10.00
6	Ca2H3	3.40	25.00	8.69	37.09	12.36
7	Ca3H1	22.87	26.80	11.47	61.15	20.38
8	Ca3H2	14.23	26.38	17.67	58.28	19.43
9	Ca3H3	-11.91	-15.38	-12.55	-39.84	-13.28
10	T.A.	-8.22	-8.51	0.93	-15.79	-5.26
11	T.C	4.09	31.32	22.57	57.98	19.33

ANEXO 7. DUREZA DEL FRUTO (kg/cm²)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	1.66	2.22	2.10	5.98	1.99
2	Ca1H2	1.36	2.36	1.96	5.68	1.89
3	Ca1H3	1.88	2.06	1.48	5.42	1.81
4	Ca2H1	2.34	2.46	2.30	7.10	2.37
5	Ca2H2	1.38	2.16	1.82	5.36	1.79
6	Ca2H3	1.88	1.88	1.58	5.34	1.78
7	Ca3H1	2.20	1.38	2.12	5.70	1.90
8	Ca3H2	2.22	1.86	1.52	5.60	1.87
9	Ca3H3	1.64	1.84	1.74	5.22	1.74
10	T.A.	1.18	0.74	0.80	2.72	0.91
11	T.C	0.96	1.72	1.20	3.88	1.29

ANEXO 8. DUREZA DE LA HOJA (kg/cm²)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	0.76	0.88	0.76	2.40	0.80
2	Ca1H2	1.42	0.78	0.58	2.78	0.93
3	Ca1H3	1.18	0.90	1.00	3.08	1.03
4	Ca2H1	1.58	1.30	1.36	4.24	1.41
5	Ca2H2	1.42	0.74	1.08	3.24	1.08
6	Ca2H3	1.64	1.08	1.02	3.74	1.25
7	Ca3H1	1.38	1.28	0.74	3.40	1.13
8	Ca3H2	1.22	1.38	0.56	3.16	1.05
9	Ca3H3	0.96	1.00	0.76	2.72	0.91
10	T.A.	0.88	0.54	0.56	1.98	0.66
11	T.C	1.20	1.02	0.76	2.98	0.99

ANEXO 9. LONGITUD DE LA HOJA (cm)

Tratamiento		Repeticiones			Total	Promedio
Nº	Símbolo	I	II	III		
1	Ca1H1	17.80	16.80	16.60	51.20	17.07
2	Ca1H2	18.26	17.00	13.80	49.06	16.35
3	Ca1H3	17.26	17.80	16.40	51.46	17.15
4	Ca2H1	18.16	17.20	17.20	52.56	17.52
5	Ca2H2	17.20	17.00	16.20	50.40	16.80
6	Ca2H3	19.06	16.20	16.40	51.66	17.22
7	Ca3H1	18.30	16.00	16.40	50.70	16.90
8	Ca3H2	15.12	15.20	16.80	47.12	15.71
9	Ca3H3	16.80	16.20	15.20	48.20	16.07
10	T.A.	15.10	14.40	14.60	44.10	14.70
11	T.C	17.96	15.40	18.20	51.56	17.19

ANEXO 10. PREPARACIÓN DEL ACETATO DE CALCIO



ANEXO 11. PARCELAS DEL ENSAYO



ANEXO 12. CONCENTRACIONES DE CALCIO Y PRODUCTO COMERCIAL



ANEXO 13. APLICACIÓN DE CONCENTRACIONES DE CALCIO



ANEXO 14. TOMA DE DATOS DEL EXPERIMENTO

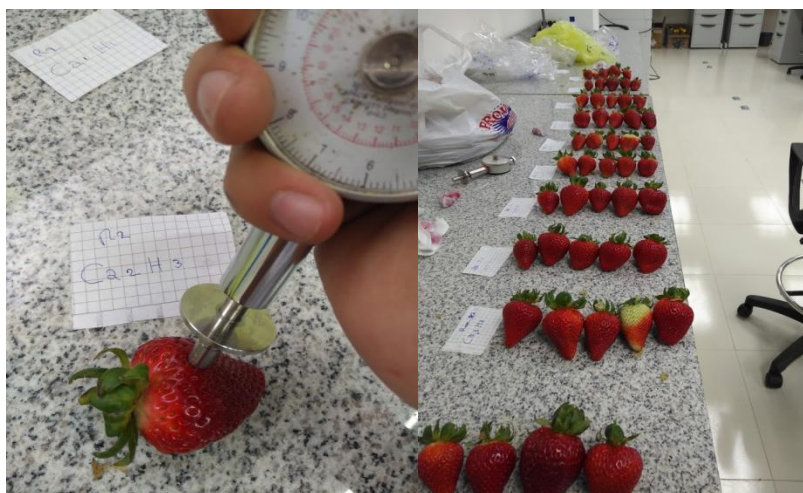
Longitud de la hoja



Dureza de la hoja con el penetrómetro



Dureza de la hoja con el penetròmetro



ANEXO 15 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FOLIAR Y DE PECIOLO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS LABORATORIO DE SUELOS SERVICIO AL PÚBLICO

Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

NOMBRE:	Cristian Vaca	MATRIZ:	s
PROVINCIA:	Tungurahua	ANÁLISIS:	Calcio
CANTÓN:	Ambato		
Datos de la muestra:			
DIRECCIÓN:	Cevallos	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	10/9/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		INGRESO AL LAB. :	10/9/2018
LOTE:	Tesis de Grado		

Fecha de análisis	Cod. Lab	Calcio %	Método
16/10/2018	Ca1H1	0,22	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca1H2	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca1H3	0,76	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca2H1	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca2H2	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca2H3	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca3H1	0,21	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca3H2	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca3H3	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	T.C.	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	T.A.	0,73	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca1H1	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca1H2	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca1H3	0,59	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca2H1	0,33	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca2H2	0,63	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca2H3	0,62	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca3H1	0,49	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca3H2	0,51	Ab. Atómica
16/10/2018	Ca3H3	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	T.C.	0,58	Ab. Atómica
16/10/2018	T.A.	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca1H1	0,88	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca1H2	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca2H1	0,88	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca2H2	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca3H1	0,63	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca3H2	0,93	Ab. Atómica
16/10/2018	T1T.C.	0,74	Ab. Atómica
16/10/2018	T1T.A.	0,54	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca1H1	0,70	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca1H2	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca2H1	0,78	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca2H2	0,63	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca3H1	0,88	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca3H2	0,87	Ab. Atómica
16/10/2018	T2T.C.	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	T2T.A.	0,73	Ab. Atómica





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE SUELOS SERVICIO AL PÚBLICO

Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

NOMBRE:	Cristian Vaca		
PROVINCIA:	Tungurahua	MATRIZ	s
CANTÓN:	Ambato	ANÁLISIS:	Calcio
Datos de la muestra:			
DIRECCIÓN: Cevallos		FECHA DE TOMA DE MUESTRA	10/9/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		INGRESO AL LAB. :	10/9/2018
LOTE: Tesis de Grado			
16/10/2018	T3Ca1H1	0,77	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca1H2	0,85	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca2H1	0,82	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca2H2	0,78	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca3H1	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca3H2	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	T3T.C.	0,79	Ab. Atómica
16/10/2018	T3T.A.	0,94	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca1H1	0,66	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca1H2	0,59	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca2H1	0,51	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca2H2	0,66	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca3H1	0,47	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca3H2	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	T1T.C.	0,64	Ab. Atómica
16/10/2018	T1T.A.	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca1H1	0,52	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca1H2	0,64	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca2H1	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca2H2	0,60	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca3H1	0,57	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca3H2	0,76	Ab. Atómica
16/10/2018	T2T.C.	0,56	Ab. Atómica
16/10/2018	T2T.A.	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca1H1	0,61	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca1H2	0,70	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca2H1	0,84	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca2H2	0,60	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca3H1	0,61	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca3H2	0,59	Ab. Atómica
16/10/2018	T3T.C.	0,51	Ab. Atómica
16/10/2018	T3T.A.	0,58	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca1H3	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca2H3	0,73	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca3H3	0,86	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca1H3	0,73	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca2H3	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca3H3	0,57	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca1H3	0,77	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca2H3	0,66	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca3H3	0,77	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca1H3	0,56	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca2H3	0,56	Ab. Atómica
16/10/2018	T1Ca3H3	0,60	Ab. Atómica





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE SUELOS SERVICIO AL PÚBLICO

Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

NOMBRE:	Cristian Vaca	MATRIZ	s
PROVINCIA:	Tungurahua	ANÁLISIS:	Calcio
CANTÓN:	Ambato		

Datos de la muestra:

DIRECCIÓN: Cevallos	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	10/9/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. :	10/9/2018

Tesis de Grado			
16/10/2018	T2Ca1H3	0,91	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca2H3	0,64	Ab. Atómica
16/10/2018	T2Ca3H3	0,61	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca1H3	0,69	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca2H3	0,59	Ab. Atómica
16/10/2018	T3Ca3H3	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1T.C.	0,70	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1T.A.	0,55	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca3H3	0,76	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca3H2	0,64	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca3H1	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca2H3	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca2H2	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca2H1	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca1H3	0,69	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca1H2	0,66	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca1H1	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2T.A.	0,90	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2T.C.	0,79	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca3H3	0,55	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca3H2	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca3H1	0,79	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca2H3	0,77	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca2H2	0,81	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca2H1	1,35	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca1H3	0,99	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca1H2	0,49	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca1H1	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3T.C.	0,81	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3T.A.	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca3H3	0,83	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca3H2	0,66	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca3H1	0,62	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca2H3	0,64	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca2H2	0,76	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca2H1	0,90	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca1H3	0,96	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca1H2	0,64	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca1H1	0,62	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1T.C.	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1T.A.	0,42	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca3H3	0,73	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca3H2	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca3H1	0,62	Ab. Atómica



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE SUELOS SERVICIO AL PÚBLICO

Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

NOMBRE: Cristian Vaca			
PROVINCIA: Tungurahua	MATRIZ: s		
CANTÓN: Ambato	ANÁLISIS: Calcio		
Datos de la muestra:			
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 10/9/2018			
DIRECCIÓN: Cevallos	INGRESO AL LAB.: 10/9/2018		
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:			
LOTE: Tesis de Grado			
16/10/2018	D2T1Ca2H3	0,54	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca2H2	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca2H1	0,61	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca1H3	0,69	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca1H2	0,61	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T1Ca1H1	0,74	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2T.A.	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2T.C.	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca3H3	0,92	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca3H2	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca3H1	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca2H3	0,62	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca2H2	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca2H1	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca1H3	0,78	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca1H2	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T2Ca1H1	0,62	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca1H3	0,74	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca1H2	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca1H1	0,81	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3T.C.	0,78	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3T.A.	0,74	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca3H3	0,76	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca3H2	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca3H1	0,55	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca2H3	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca2H2	0,69	Ab. Atómica
16/10/2018	D2T3Ca2H1	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1T.A.	0,59	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1T.C.	0,62	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca3H3	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca3H2	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca3H1	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca2H3	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca2H2	0,67	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca2H1	0,59	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca1H3	0,61	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca1H2	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca1H1	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2T.C.	0,89	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2T.A.	0,59	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca3H3	0,65	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca3H2	0,77	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca3H1	0,76	Ab. Atómica



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE SUELOS SERVICIO AL PÚBLICO

Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

NOMBRE:	Cristian Vaca	MATRIZ:	s
PROVINCIA:	Tungurahua	ANÁLISIS:	Calcio
CANTÓN:	Ambato		

Datos de la muestra:

DIRECCIÓN: Cevallos	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	10/9/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. :	10/9/2018

LOTE: Tesis de Grado

16/10/2018	D3T2Ca2H3	0,87	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca2H2	0,78	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca2H1	0,74	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca1H3	0,70	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca1H2		Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca1H1		Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3T.A.	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3T.C.	0,81	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca3H3	0,68	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca3H2	0,69	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca3H1	0,60	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca2H3	0,70	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca2H2	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca2H1	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca1H3	0,81	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca1H2	0,77	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca1H1	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1T.A.	0,61	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1T.C.	0,84	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca3H3	0,71	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca3H2	0,79	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca3H1	0,83	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca2H3	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca2H2	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca2H1	0,85	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca1H3	0,78	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca1H2	0,85	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T1Ca1H1	1,05	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2T.C.	1,06	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2T.A.	0,91	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca3H3	0,84	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca3H2	0,99	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca3H1	0,90	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca2H3	0,93	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca2H2	0,87	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca2H1	0,79	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca1H3	0,84	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca1H2	0,75	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T2Ca1H1	0,80	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3T.C.	0,86	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3T.A.	1,02	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca3H3	0,83	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca3H2	0,86	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca3H1	0,77	Ab. Atómica





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE SUELOS SERVICIO AL PÚBLICO

Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

NOMBRE:	Cristian Vaca		
PROVINCIA:	Tungurahua	MATRIZ	s
CANTÓN:	Ambato	ANÁLISIS:	Calcio
Datos de la muestra:			
DIRECCIÓN: Cevallos		FECHA DE TOMA DE MUESTRA	10/9/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:		INGRESO AL LAB. :	10/9/2018
LOTE: Tesis de Grado			
16/10/2018	D3T3Ca2H3	0,85	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca2H2	0,72	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca2H1	0,84	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca1H3	0,86	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca1H2	0,37	Ab. Atómica
16/10/2018	D3T3Ca1H1	0,67	Ab. Atómica


Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: Aplicación foliar de calcio extraído de la cascara de huevo en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*)

La propuesta será administrada por la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, dirección de vinculación con la sociedad.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se planteó en relación a los mejores resultados obtenidos en la investigación, de los tratamientos que recibieron aplicación de concentraciones de calcio proveniente de cáscaras de huevo, en donde se observaron los mejores resultados en las plantas que recibieron aplicación de concentración de 20% de calcio al ser aplicadas en horas de la mañana (8AM.)

7.3. JUSTIFICACIÓN

Los fertilizantes de aplicación foliar usualmente compensan o suplementan esta carencia. La nutrición foliar con fertilizantes con calcio juega un papel importante en el aumento de los contenidos de nutrientes en vegetales durante la fructificación. (Bouzo, 2012). La nutrición de la planta es muy importante para su estado de salud, productividad y calidad de frutos pero sin embargo, en determinadas condiciones pueden interrumpir la captura de nutrientes, incluso en suelos ricos (Lanauskas et al., 2006).

Se dice que el calcio es un elemento estructural en la planta ya forma parte de la lámina media, las paredes y membranas de las células y además, participa en la división y extensión celulares, influye en la acción de hormonas y señales, estabiliza la pared y membrana, y contribuye al equilibrio iónico de la célula. Para la compartimentalización de la célula, la distribución del calcio se da según la cantidad de iones Ca^{2+} absorbidos. Cuando hay una buena absorción, la mayor proporción de calcio total está en la lámina media, seguido por las membranas, los organelos y por

último el citosol. Las concentraciones en el citosol son de 0,1 a 0,2 μM , mientras que en las vacuolas se encuentra 105 veces más, en el cloroplasto presenta un rango de 6,5 a 15 μM y en el estroma 2,4 a 6,3 μM (Díaz y Mira, 2007).

7.4. OBJETIVOS

Mejorar la calidad, estructura y producción del cultivo de fresa (*Fragaria sp*) aplicando concentraciones del 20%, a la hora 8AM para mejorar las condiciones de desarrollo de las plantas.

7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Esta propuesta es factible efectuarla, valorando todos los aspectos técnicos que deben conocerse para llevar adelante la producción técnica de frutos de fresa (*Fragaria sp*), considerando que las soluciones de calcio son de fácil adquisición, baratos y de fácil manipuleo, buscando siempre mejorar la producción y productividad del cultivo.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

La fresa es un producto de relevancia en la provincia de Tungurahua, el área cultivada se aproxima a una extensión de 40 hectáreas que se distribuyen en todos los cantones, alcanzando una producción estimada de 10 toneladas mensuales (Ortega, 2013).

La cáscara de huevo de gallina es una excelente fuente de calcio, se constituye en un 96% por carbonato de calcio, y en menor porcentaje por otros minerales como fósforo y magnesio, que facilitan la absorción del mismo de manera que se puede utilizar como una alternativa (Gómez, 2011).

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.7.1. Obtención de la concentración de calcio

Tomar 1000 g de cáscaras de huevos verdes. En un contenedor de secado dejar secar por el lapso de cinco días. Seguidamente se tritura utilizando un molino de cuchillas de 0,5 milímetros de la malla. Pesar 10 g de polvo de la cáscara de huevo, colocando en un matraz de 500ml, al cual se agregar ácido acético (vinagre) al 5% y luego se

aforar hasta los 300 ml. Agitar con agitador magnético durante 24 horas para liberar el dióxido de carbono gaseoso (inSlide , 2013). Transcurrido este tiempo filtrar y aforar hasta llegar a 500ml. La cuantificación de la concentración de calcio al 30% se hará utilizando espectrofotometría de absorción atómica.

7.7.2. En el campo

- **Características del cultivo establecido**

Cultivo establecido de fresa en producción

- **Poda de mantenimiento**

Se realizará una poda de mantenimiento al cultivo, eliminando hojas viejas de racimos ya cosechados; dos días antes de la aplicación de la solución de calcio.

- **Aplicación de concentración de calcio**

La aplicación de la concentración de calcio al 20% tiene que ser aplicada a las 8 de la mañana, se efectuará rociando en todo el follaje de las plantas con atomizador o bomba de fumigar dependiendo de la dimensión del terreno. Aplicar 2ml/Lt

- **Riegos**

Los riegos serán por goteo, con una frecuencia de uno dos riegos por semana, de acuerdo a las condiciones climáticas presentes, manteniendo el criterio de capacidad de campo.

- **Controles fitosanitarios**

Se realizarán aplicaciones fitosanitarias para mantener al cultivo libre de plagas y enfermedades.

7.8. ADMINISTRACIÓN

Este proyecto estará administrado por la Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias específicamente la carrera de Ingeniería Agronómica, a través de la Unidad de Vinculación con la Colectividad, quienes brindarán ayuda a los agricultores para que mejoren la productividad de los cultivos de fresa..

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Los resultados de la aplicación foliar de concentración 20% de calcio, proveniente de cáscaras de huevo de gallina, en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp), variedad Albión se informará a los pequeños y medianos productores mediante la divulgación de la información, utilizando como medios, la vinculación directa con los agricultores y productores, con días de campo, en donde se elaborarán parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados y demostrar los beneficios de la aplicación de calcio vía foliar. Luego de un período de tiempo no menor de un año se evaluará el impacto de la aplicación de la presente propuesta a un segmento de los productores de fresa.