

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

“Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol”

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario



Autores:

COLIMBA LIMAICO JAVIER EZCEQUIEL

MORALES ANDRADE ÁLVARO WILFRIDO

Director:

Ing. GERMÁN TERÁN

Ibarra – Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuaria y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

“Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol”

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

“INGENIERO AGROPECUARIO”

APROBADA:

Ing. Germán Terán

DIRECTOR

Ing. Jheny Quiroz

ASESORA

Ing. Raúl Barragán, Msc.

ASESOR

Ing. Oscar Rosales, Msc.

ASESOR

Ibarra-Ecuador

2011

Presentación

Las ideas, conceptos, cuadros, tablas, mapas, resultados y más información que se presentan en esta investigación son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Javier Ezcequiel Colimba Limaico

Álvaro Wilfrido Morales Andrade



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100224446-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	COLIMBA LIMAICO JAVIER EZCEQUIEL		
DIRECCIÓN	NATABUELA, CALLE VELASCO IBARRA, BARRIO EL COCO		
EMAIL:	jexequiel80@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	099571363

DATOS DE CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100270912-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MORALES ANDRADE ÁLVARO WILFRIDO		
DIRECCIÓN	OTAVALO, MORALES Y RICAURTE # 709		
EMAIL:	moral_almat7@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	2921275	TELÉFONO MÓVIL:	098501459

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SILICIO EN EL SEGUNDO AÑO DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL.
AUTORES:	COLIMBA LIMAICO JAVIER EZCEQUIEL MORALES ANDRADE ÁLVARO WILFRIDO
FECHA:	2011 – 01 - 05
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	x PREGRADO POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA AGROPECUARIA
DIRECTOR:	ING. GERMÁN TERÁN

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, COLIMBA LIMAICO JAVIER EZCEQUIEL, con cédula de identidad Nro. 100224446-3 y MORALES ANDRADE ÁLVARO WILFRIDO con cédula de identidad Nro. 100270912-7; en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Lay de Educación Superior Artículo 143.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de enero de 2011

LOS AUTORES:

ACEPTACIÓN:

Javier Colimba
C.C.: 100224446-3

Álvaro Morales
C.C.: 100270912-7

.....
JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, COLIMBA LIMAICO JAVIER EZCEQUIEL, con cédula de identidad Nro. 100224446-3 y MORALES ANDRADE ÁLVARO WILFRIDO con cédula de identidad Nro. 100270912-7; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominada “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SILICIO EN EL SEGUNDO AÑO DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL”, que ha sido desarrolla para optar por el título de Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Javier Colimba
C.C.: 100224446-3

Álvaro Morales
C.C.: 100270912-7

Ibarra, a los 11 días del mes de enero de 2011.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con todo el corazón a las dos personas que más quiero en mi vida.

A mi padre Wilson Morales Proaño por brindarme su apoyo incondicional en todos mis propósitos, por respaldarme en los buenos y malos momentos de mi vida, y porque se ha ganado el respeto y admiración de sus hijos en base al esfuerzo y dedicación en su labor como padre.

A mi hijo Mateo Nicolás Morales Ortiz quien es la fuerza que me impulsa día a día, para seguir alcanzando metas en mi vida, y su existencia es la razón de los esfuerzos realizados para este logro.

Por estas y muchas razones más, este triunfo es para ellos.

Alvaro M.

DEDICATORIA

Con mucho amor, respeto y admiración, dedico este trabajo a mi madre, por ser la persona que pese a las dificultades que le puso la vida nunca nos abandonó y siempre hizo hasta lo imposible por que nunca nos falte nada a mí y a mis hermanos, y que con su ejemplo siempre nos enseñó que ante todo están los valores y que su práctica diaria nos acerca más a Dios.

A mis hermanos, compañeros de penas y alegrías, por ser un ejemplo de sacrificio, ya que a pesar de las limitaciones, han salido adelante y son personas de bien.

A la memoria de un gran amigo, que llenó de alegría nuestros corazones y nos enseñó a vivir felices y unidos siempre como una gran familia.

Finalmente dedico este trabajo de una manera especial, a todas esas personas que trabajan de manera incansable por sacar adelante a sus familias, y que todos los días se levantan con la consigna de que, con mucho trabajo, esfuerzo y sacrificio, se puede salir adelante y es posible cambiar el mundo.

“El que se atreve, vence”

J.C.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por darme la fuerza y el entendimiento para alcanzar esta meta que un día me la propuse.

A mis padres por juntos edificaron mi vida, con esfuerzos y desvelos hasta verme alcanzar este triunfo en mi vida.

A mis hermanos que a pesar de la distancia que nos puso el destino, están siempre conmigo apoyándome y respaldándome.

A la persona del Ing. Germán Terán Torres director de tesis, por su buena predisposición, conocimiento y experiencia aportada durante todo el desarrollo de la tesis.

A nuestros asesores Ing. Raúl Barragán, Ing. Jheny Quiroz e Ing. Oscar Rosales por sus valiosos aportes técnicos para perfeccionar este trabajo.

Por último un agradecimiento muy grande a todas las personas que de manera directa e indirecta colaboraron en la realización de este trabajo.

Alvaro M.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y todo lo que tengo.

A mi madre por estar siempre con mígo y por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanos por estar junto a mí en las buenas y en las malas, a todas las personas que de una u otra manera me han ayudado en el transcurso de mi vida. A mis mayores que aunque ya no están con mígo, me dejaron su legado de honor, trabajo y respeto.

A mi gran amigo, que aunque ya no está con nosotros, nos deja lindos recuerdos de alegría y felicidad. Gracias por ser mi alegría en mis momentos de pena, mi aliento en los momentos difíciles, compañero en mis momentos de soledad. Gracias por ser El Mejor Amigo.

Quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte, a la Escuela de Ingeniería Agropecuaria y a su planta de profesores y empleados.

A todos mis compañeros y amigos que siempre me apoyaron cuando más lo necesité.

Un agradecimiento especial a nuestro director y asesores, que desinteresadamente colaboraron con la realización de este trabajo.

A todos muchas gracias de todo corazón.

J.C

ÍNDICE GENERAL

Página	
PRESENTACIÓN	iii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xx
ÍNDICE DE MAPAS	xxi

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 EL CULTIVO DE TOMATE DE ARBOL	4
2.1.1 Origen	4
2.1.2 Clasificación taxonómica	4
2.1.3 Descripción Botánica	5
2.1.4 Genotipos y Variedades	5
2.1.5 Condiciones edafoclimáticas del cultivo	5
2.1.6 Principales zonas de producción de tomate de árbol en el Ecuador	6
2.1.7 Sistemas de producción en el Ecuador	6
2.1.8 Propagación de plantas	6
2.1.9 Requerimientos nutricionales	7
2.1.10 Fenología	7
2.1.11 Principales plagas y enfermedades	8
2.2 EL SILICIO	9
2.2.1 El Silicio en las plantas	9
2.2.1.1 Formas químicas del Silicio en las plantas	9
2.2.1.2 Mecanismo de acción	9
2.2.1.3 Beneficios del Silicio en las plantas	10

2.2.1.3.1 Resistencia a plagas y enfermedades	10
2.2.1.3.2 Resistencia a sequías	12
2.2.1.3.3 Efecto en la formación de frutos	12
2.2.1.3.4 Efecto del Silicio en el sistema radicular	12
2.2.1.3.5 Incremento en productividad y calidad de las cosechas	13
2.2.1.3.6 Síntomas de deficiencia	13
2.2.2 El Silicio en el suelo	13
2.2.2.1 Concentración de Silicio en el suelo	13
2.2.2.2 Extracción de Silicio por los cultivos	14
2.2.2.3 Beneficios del Silicio en el suelo	14
2.2.3 Importancia del Silicio para el medio ambiente	15
2.2.4 Ensayos realizados con Silicio en diferentes cultivos	15

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Caracterización del área de estudio	18
3.1.1. Ubicación	18
3.1.2. Características agroclimáticas	18
3.1.3. Características Edáficas	18
3.2 Materiales y equipos	22
3.2.1 Materiales	22
3.2.2 Equipos	22
3.2.2 Insumos	22
3.3 Métodos	23
3.3.1 Factores en estudio	23
3.3.2 Tratamientos	24

3.3.3 Diseño experimental	24
3.3.4. Características del Experimento	24
3.3.5. Análisis estadístico	25
3.3.6 Variables a evaluarse	26
3.3.6.1 Días de floración a la cosecha	26
3.3.6.2 Frutos cuajados por inflorescencia	26
3.3.6.3 Porcentaje de severidad de Antracnosis en los frutos	26
3.3.6.4 Rendimiento	26
3.3.6.5 Análisis económico	27
3.3.4 Manejo específico del experimento	27
3.3.4.1 Toma de muestra del suelo	27
3.3.4.2 Poda fitosanitaria	27
3.3.4.3 Delimitación del ensayo	27
3.3.4.4 Deshierba	27
3.3.4.5 Elaboración de coronas	28
3.3.4.6 Fertilización química	28
3.3.4.7 Fertilización orgánica	28
3.3.4.8 Controles fitosanitarios	29
3.3.4.9 Aplicación foliar de Silicio	29
3.3.4.10 Riegos	29
3.3.4.11 Control de malezas	30
3.3.4.12 Limpieza	30
3.3.4.13 Cosecha	30
3.3.4.14 Análisis de contenido de manganeso en los frutos	30

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. DÍAS DESDE LA FLORACIÓN HASTA LA COSECHA	31
4.2 FRUTOS CUAJADOS POR INFLORESCENCIA	35
4.3 SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS EN LOS FRUTOS	37
4.4 RENDIMIENTO	42
4.5 ANALISIS ECONÓMICO	46
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	51
VII. RESUMEN.	52
VIII. SUMMARY.	54
IX. BIBLIOGRAFÍA.	56
X. ANEXOS	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Niveles de fertilización recomendados en base al análisis de suelo	7
Cuadro 2.	Tratamientos para evaluar los efectos del Silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol, Natabuela, 2010	24
Cuadro 3.	Esquema del análisis de varianza	25
Cuadro 4.	Fertilizantes utilizados en el ensayo, g/planta. Natabuela, 2010	28
Cuadro 5.	Medias de las frecuencias de control químico	31
Cuadro 6.	Medias de las fertilizaciones edáficas	31
Cuadro 7.	Medias de las aplicaciones foliares	31
Cuadro 8.	Análisis de varianza para días de floración a cosecha. Natabuela, 2010	32
Cuadro 9.	Medias de las frecuencias de control químico	35
Cuadro 10.	Medias de las fertilizaciones edáficas	35
Cuadro 11.	Medias de las aplicaciones foliares	35
Cuadro 12.	Análisis de varianza para días frutos cuajados por inflorescencia. Natabuela, 2010.	36
Cuadro 13.	Medias de las frecuencias de control químico	37
Cuadro 14.	Medias de las fertilizaciones edáficas	37
Cuadro 15.	Medias de las aplicaciones foliares	37
Cuadro 16.	Análisis de varianza para Severidad de Antracnosis en los frutos. Natabuela, 2010.	38
Cuadro 17.	Promedio de porcentaje de severidad de Antracnosis en los frutos para frecuencias de control químico	39
Cuadro 18.	Promedio de porcentaje de severidad de Antracnosis en los frutos para aplicaciones foliares	40
Cuadro 19.	Medias de las frecuencias de control químico	42

Cuadro 20.	Medias de las fertilizaciones edáficas	42
Cuadro 21.	Medias de las aplicaciones foliares	43
Cuadro 22.	Análisis de varianza para Rendimiento en TM/ha. Natabuela, 2010	44
Cuadro 23.	Clasificación de los frutos de tomate de árbol cosechados. Natabuela, 2010.	44
Cuadro 24.	Promedio de rendimiento en TM/ha, para frecuencias de control químico	45
Cuadro 25.	Presupuesto parcial del “Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol”, Natabuela, 2010.	46
Cuadro 26.	Análisis de dominancia. Presupuesto parcial del “Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol”, Natabuela, 2010.	47
Cuadro 27.	Análisis marginal. Presupuesto parcial del “Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol”, Natabuela, 2010.	47
Cuadro 28.	Recomendación de fertilización según el análisis químico de suelo y la densidad de plantación en el ensayo	60
Cuadro 29.	Cantidad de elemento puro por planta	60
Cuadro 30.	Fuentes utilizadas y su concentración en porcentaje por elemento	60
Cuadro 31.	Concentración y dosis de los productos utilizados para las aplicaciones de silicio por vía foliar	61
Cuadro 32.	Frecuencia de controles fitosanitarios, Enfermedades y dosis de los productos para su control	62
Cuadro 33.	Costo del kilogramo de fertilizante de acuerdo al costo del saco	64
Cuadro 34.	Cantidad y costos de los fertilizantes utilizados en los tratamientos con Silicio (F1)	64
Cuadro 35.	Cantidad y costos de los fertilizantes utilizados en los tratamientos sin Silicio (F2)	64

Cuadro 36.	Costos de fumigación para el control 1 (C1= frecuencia de 21 días)	65
Cuadro 37.	Costos de fumigación para el control 2 (C2= frecuencia de 45 días)	65
Cuadro 38.	Costo de aplicaciones foliares de silicio para 8 tanques por hectárea	66
Cuadro 39.	Costos totales por cada uno de los tratamientos	66
Cuadro 40.	Datos de campo para la variable días de floración a cosecha	67
Cuadro 41.	Datos de campo para la variable porcentaje de frutos cuajados por inflorescencia	67
Cuadro 42.	Datos de campo para la variable del porcentaje de severidad de antracnosis	68
Cuadro 43.	Datos de campo para la variable de rendimiento	68
Cuadro 44.	Número de frutos cosechados y clasificados en 3 categorías	68
Cuadro 45.	Frutos cosechados y clasificados en 3 categorías, expresados en porcentaje	69
Cuadro 46.	Matriz de identificación de impactos ambientales	79
Cuadro 47.	Matriz de evaluación de impactos ambientales	80
Cuadro 48.	Medias mensuales de los registros de Temperatura y Humedad Relativa durante el tiempo de investigación	82
Cuadro 49.	Registro de presencia de lluvias en la zona que se desarrolla el ensayo	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.	Fenología del cultivo de tomate de árbol	8
Figura 2.	Formación de la barrera mecánica de silicio en las plantas	11
Figura 3.	Efecto de la interacción frecuencias de control químico por fertilización edáfica, sobre los días de floración a cosecha	33
Figura 4.	Efecto de la interacción fertilización edáfica por aplicaciones foliares, sobre los días de floración a cosecha	34
Figura 5.	Efecto de las frecuencias de control químico sobre la severidad de Antracnosis en los frutos	39
Figura 6.	Efecto de las Aplicaciones foliares sobre la severidad de Antracnosis en los frutos	41
Figura 7.	Efecto de la frecuencia de control químico sobre el rendimiento	45
Figura 8.	Curva de beneficios netos para “El efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol”, Natabuela, 2010.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Cuadros guía para la fertilización	60
ANEXO 2.	Calendario de controles fitosanitarios realizados durante el ensayo	62
ANEXO 3.	Costos	64
ANEXO 4.	Datos de campo	67
ANEXO 5.	Impacto ambiental	70
ANEXO 6.	Datos meteorológicos	82
ANEXO 7.	Análisis químico de suelo	84
ANEXO 8.	Análisis de contenido de Manganeso en frutos de tomate de árbol.	85
ANEXO 9.	Fotografías	86

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.	Toma de submuestra	86
Fotografía 2.	Submuestras del tercio medio	86
Fotografía 3.	Delimitación de parcelas	86
Fotografía 4.	Identificación de parcelas	86
Fotografía 5.	Fertilizantes utilizados	86
Fotografía 6.	Balanza para el pesaje de fertilizante	86
Fotografía 7.	Pesaje del fertilizante Magnesil	87
Fotografía 8.	Pesaje del fertilizante MAP	87
Fotografía 9.	Aplicación de fertilizante a la corona	87
Fotografía 10.	Aplicación de silicio al suelo	87
Fotografía 11.	Cubrición del fertilizante	87
Fotografía 12.	Aplicación de la materia orgánica	87
Fotografía 13.	Marcaje para la variable frutos cuajados por inflorescencia	88
Fotografía 14.	Marcaje para la variable días de floración a cosecha	88
Fotografía 15.	Aplicación en bloque I	88
Fotografía 16.	Aplicación al bloque III	88
Fotografía 17.	Preparación de la mezcla de pesticidas para fumigar	88
Fotografía 18.	Aplicación de control fitosanitario	88
Fotografía 19.	Estado óptimo del fruto para la cosecha	89
Fotografía 20.	Frutos marcados listos para la cosechaB III	89
Fotografía 21.	Frutos marcados listos para la cosechaB II	89
Fotografía 22.	Frutos marcados listos para la cosechaB I	89
Fotografía 23.	Inflorescencia marcada con frutos cuajados no definitivos	90
Fotografía 24.	Un fruto cuajado definitivo	90
Fotografía 25.	Dos frutos cuajados definitivos	90
Fotografía 26.	Tres frutos cuajados definitivos	90
Fotografía 27.	Frutos enfermos de antracnosis T5	90
Fotografía 28.	Frutos enfermos de antracnosis T8	90
Fotografía 29.	Frutos enfermos de antracnosis T3	91

Fotografía 30.	Frutos enfermos de antracnosis T1	91
Fotografía 31.	Recolección de los frutos cosechados por parcela	91
Fotografía 32.	Pesaje de los frutos cosechados por parcela	91
Fotografía 33.	Rendimiento por tratamiento de todo el experimento en la cuarta cosecha	92
Fotografía 34.	Frutos de primera clasificados por tratamiento	92
Fotografía 35.	Fruto infectado de antracnosis	93
Fotografía 36.	Fruto con ataque severo del chinche patón	93
Fotografía 37.	Toma aérea del experimento	93
Fotografía 38.	Plantacion vecina contemporánea a la plantación del experimento	93
Fotografía 39.	Tesistas en el experimento	93
Fotografía 40.	Visita de la Ing. Jenny Quiróz al experimento	93

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Mapa de ubicación	20
Mapa 2.	Mapa de ubicación puntual del área de estudio	21
Mapa 3.	Mapa de áreas de influencia	74

