



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Efecto de tres dosis de silicato sodio ortosilicato líquido (Ácido orto silícico) en una dosis de EM en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de cebolla china (*Allium fistolusum*) variedad Roja Chiclayana, en el desarrollo y producción en el distrito y provincia de Lamas

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Cesar Alfredo Torre García

ASESOR:

Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez

Tarapoto – Perú

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Efecto de tres dosis de silicato sodio ortosilicato líquido (Ácido orto silícico) en una dosis de EM en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) variedad Roja Chiclayana, en el desarrollo y producción en el distrito y provincia de Lamas

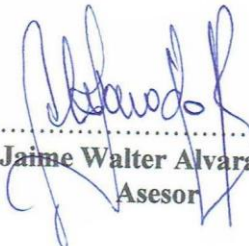
AUTOR:
Cesar Alfredo Torre García

Sustentada y aprobada el 5 de agosto del 2014, ante el honorable jurado


.....
Ing. M.Sc. Cesar Enrique Chappa Santa María
Presidente


.....
Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Secretario


.....
Ing. M.Sc. Elías Torres Flores
Miembro


.....
Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Cesar Alfredo Torre García, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 42145550, con la tesis titulada **“Efecto de tres dosis de silicato sodio ortosilicato líquido (Acido orto Silícico) en una dosis de EM en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) variedad roja Chiclayana, en el desarrollo y producción en el distrito y provincia de Lamas”**.


Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 5 de agosto del 2014




Cesar Alfredo Torre García

DNI N° 42145550

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: TORRE GARCÍA, CÉSAR ALFREDO	
Código de alumno : 021013	Teléfono: 931 365734
Correo electrónico : CA.torre.garcia@outlook.com	DNI: 42145550

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de: AGRONOMÍA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título: EFECTO DE TRES DOSIS DE SILICATO SÓDIO ORTOSILICATO LÍQUIDO (ÁCIDO ORTO SILÍCICO) EN UNA DOSIS DE EM EN DIFERENTES MOMENTOS DE APLICACIÓN EN EL CULTIVO DE CEBOLLA CHIVA (<i>Allium fistulosum</i>) VARIEDAD ROJA CHICLAYANA, EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE UCHIS.
Año de publicación: 2014

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

11 / 02 / 2020



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Índice general

	Página
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. De la cebolla china	4
1.2. Del silicio	7
1.2.1. Generalidades y estructura del silicio	8
1.2.2. Tipos de silicio y como trabajan	8
1.2.3. Comportamiento del silicio en el suelo.....	9
1.2.4. El efecto del silicio en las plantas	11
1.2.5. El efecto del silicio en la producción y calidad	15
1.2.6. Potenciales beneficios económicos.....	15
1.2.7. Fuentes de silicio comercial.....	16
1.2.8. Guía para uso práctico (2000).....	18
1.2.9. Bio-solarización	22
 CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	 24
2.1. Tipo y nivel de investigación	24
2.2. Diseño de investigación	24
2.3. Población y muestra	24
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
2.5. Técnica de procesamiento y análisis de datos.....	25
2.6. Características del campo experimental.....	26
2.7. Ubicación del experimento	27
2.8. Conducción del experimento.....	29
2.9. Indicadores evaluados	30
 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 33
3.1. Resultados	33
3.2. Discusión.....	42

CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	59

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Composición química del Quick-sol	16
Tabla 2: Datos meteorológicos	28
Tabla 3: Características físicas y químicas del suelo, antes de la siembra	29
Tabla 4: Características físicas y químicas del suelo, después de la cosecha.....	29
Tabla 5: Análisis de varianza para la Altura de planta (cm).....	33
Tabla 6: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en altura de planta	33
Tabla 7: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en altura de planta	33
Tabla 8: Análisis de varianza para la Longitud del bulbo (mm).....	35
Tabla 9: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en longitud del bulbo	35
Tabla 10: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en longitud del bulbo	35
Tabla 11: Análisis de varianza para la Materia seca (g)	36
Tabla 12: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en materia seca	36
Tabla 13: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en materia seca.....	36
Tabla 14: Análisis de varianza para la Longitud de la raíz (cm)	37
Tabla 15: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en longitud de la raíz	37
Tabla 16: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en longitud de la raíz	37
Tabla 17: Análisis de varianza para el Peso de la planta (g)	38
Tabla 18: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el peso de la planta	38
Tabla 19: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el peso de la planta.....	38

Tabla 20:	Análisis de varianza para el Número de bulbos por planta	39
Tabla 21:	Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el número de bulbos por planta	39
Tabla 22:	Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el número de bulbos por planta.....	39
Tabla 23:	Análisis de varianza para el Diámetro del bulbo (mm)	40
Tabla 24:	Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el diámetro del bulbo.....	40
Tabla 25:	Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el diámetro del bulbo	40
Tabla 26:	Análisis de varianza para el Rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	41
Tabla 27:	Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el rendimiento.....	41
Tabla 28:	Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el rendimiento	41
Tabla 29:	Análisis económico de los tratamientos estudiados.....	42

Índice de gráficos

	Página
Gráfico 1: Efectos simples de las Dosis (Factor A) dentro del número de aplicaciones (Factor B) en la variable altura de planta.....	34
Gráfico 2: Efectos simples del número de aplicaciones (Factor B) dentro de las dosis (Factor A) en la variable altura de planta	34

Resumen

El trabajo de investigación titulado: Dosis de silicato sodio ortosilicato liquido (Acido orto Silícico) en una dosis de EM en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de cebolla china (*Allium fistolusum*) variedad Roja Chiclayana” en el distrito y provincia de Lamas, tuvo como objetivos de estudiar el efecto de tres dosis de Silicato de Sodio Ortosilicato y de una dosis de Microorganismos Eficaces (EM) en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de cebolla china (*Allium fistolosum* L.) variedad Roja Chiclayana en el distrito y provincia de Lamas, el lugar donde se llevo a cabo fue en el Fundo El Pacifico con una Latitud Sur de 06° 20’ 15”, Longitud Oeste 76° 30’ 45“, Altitud 835 m.s.n.m.m, perteneciente a un bosque seco tropical (bs-T) con temperatura media mensual de 24,36 °C, la precipitación total mensual de 254 mm, la humedad relativa de 84,0%, presentando una textura franco arcillo limoso, con un pH ligeramente ácido con un valor de 5,8. Se utilizó el Diseño Completo Azar (DCA) con arreglo factorial de 3 X 5 con 3 repeticiones y 12 tratamientos. Empleando 36 unidades experimentales. Los indicadores evaluados fueron: Altura promedio de planta a la cosecha, Longitud del bulbo, Porcentaje de materia seca, Longitud de raíz, Materia seca, Rendimiento Kg.ha⁻¹, Peso de producto comercial (cebolla), Número de bulbos promedios de planta, Diámetro promedio de bulbos, Análisis económico. Concluyendo que no existió diferencias significativas para los promedios de rendimiento dentro de los niveles del Factor A (Dosis) y dentro de los niveles del Factor B (Número de aplicaciones) y cuyos valores de rendimiento variaron desde 8 956,64 kg.ha⁻¹ para el A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + Microorganismos eficaces) y 8 636,89 kg.ha⁻¹ para B1 (aplicación una vez por semana). Siendo este resultado similar al peso promedio obtenido por la planta.

Palabras clave: Cebolla china, dosis de silicato, dosis de EM, diferentes momentos, aplicaciones, rendimiento.

Abstract

The research work entitled: Dosage of sodium silicate liquid orthosilicate (Ortho Silic Acid) in a dose of MS at different times of application in the cultivation of Chinese onion (*Allium fistulosum*) Red Chiclayana variety ”in the district and province of Lamas, had as objectives to study the effect of three doses of Sodium Orthosilicate Silicate and a dose of Effective Microorganisms (MS) at different times of application in the cultivation of Chinese onion (*Allium fistulosum* L.) Red Chiclayana variety in the district and province of Lamas, the place where it was carried out was in the Fundo El Pacifico with a South Latitude of 06° 20 '15 ”, West Longitude 76° 30' 45“, Altitude 835 meters above sea level, belonging to a tropical dry forest (bs-T) with average monthly temperature of 24.36 ° C, total monthly precipitation of 254 mm, relative humidity of 84.0%, presenting a loamy clay loam texture, with a slightly acidic pH with a value of 5.8. The Full Random Design (DCA) was used with a 3 x 5 factorial arrangement with 3 repetitions and 12 treatments. Employing 36 experimental units. The indicators evaluated were: Average height of plant at harvest, Bulb length, Percentage of dry matter, Root length, Dry matter, Yield Kg.ha-1, Commercial product weight (onion), Number of average plant bulbs , Average bulb diameter, Economic analysis. Concluding that there were no significant differences for performance averages within Factor A levels (Dose) and within Factor B levels (Number of applications) and whose performance values varied from 8 956.64 kg.ha-1 for A1 (200 ml.ha-1 Silicon + Effective Microorganisms) and 8 636.89 kg.ha-1 for B1 (application once a week). This result is similar to the average weight obtained by the plant.

Keywords: Chinese onion, silicate dose, MS dose, different times, applications, yield.



Introducción

El aumento de la población tiene una traducción en la necesidad de intensificar la viabilidad de los sistemas agrícolas sostenibles, con la finalidad de solucionar la crisis alimentaria en el Planeta y el funcionamiento tiene que estar enmarcado desde el punto de vista del rendimiento, social, económico y ambiental. Según esta especificidad, se debe programar los cultivos más importantes que inciden en la dieta alimentaria. Parte de la dieta alimenticia son las hortalizas, y dentro de ella se encuentra el cultivo de la cebolla china, que tiene un amplio consumo debido a que tiene muchas propiedades curativas, pero no solamente se usa en las comidas, sino también como medicina o remedios caseros.

La cebollita china tiene un parecido al puerro o poro, formado por un bulbo blanco alargado y hojas verdes en formas de cintas largas tipo tubito, dueña de un exquisito sabor y en la cocina se usa tanto la hoja como el bulbo en diferentes recetas.

El cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) genéticamente es una especie diversificada y dispone de variedades adaptadas a condiciones agroecológicas diferentes, cada especie de *Allium* está condicionado al ecosistema en el que se desarrolla, teniendo en cuenta los factores básicos como: el suelo en donde existe vida microbiana benéfica y hoy en día tiene una vida microbiana benéfica pobre por el uso excesivo de productos agroquímicos conocidos por su denominación de Fungicida y fertilizantes sintéticos, donde la precipitación pluvial tiene gran importancia para la movilidad de los minerales en su forma asimilable y para la aparición de enfermedades.

La cebolla china (*Allium fistulosum*) variedad Roja Chiclayana, pertenece a la familia Alliaceae, y en nuestro país tiene una gran demanda en el mercado, consumiéndose al estado fresco. El desarrollo de su fomento en nuestra región, tiene una serie de limitaciones en cuanto a su producción, debido a la incidencia que ocasionan principalmente el *Fusarium* y *Phitium*, que ocasionan problemas en el desarrollo de la planta, las cuales repercuten en la disminución del rendimiento y en la economía del productor hortícola.

Hay varios productos orgánicos que se utilizan en nuestra agricultura, con la finalidad de solucionar los problemas que inciden en la disminución del rendimiento, así como por la incidencia de plagas y enfermedades, etc. El Silicio es uno de los constituyentes inorgánicos más abundantes de las plantas superiores y, es dispensable en el crecimiento vegetal (Epstein, 1999); así mismo mejora la retención del agua en los tejidos (Romero-Aranda, 2006), reduce el daño oxidativo a las membranas ocasionado por exceso de iones (Gunes, 2007). Hay muchos investigadores que han profundizado y expandido el conocimiento del Si (Piperno, 2002; Morikawa y Saigusa, 2004; Wang, 2004; Fauteux, 2006; Gunes, 2007).

El principio de la actividad de EM es aumentar la biodiversidad de la micro fauna que crea un ambiente propicio en el microclima de la raíz y la hoja para la producción de la cosecha. La bacteria fotosintética es el hueso trasero de EM, trabajando sinérgicamente con otros microorganismos para proporcionar la exigencia alimenticia a la planta y también reduce el problema de enfermedad. Básicamente los Microorganismos Eficaces (EM) ofrecen una enorme cantidad de ventajas debido a que incide en el incremento en la producción y mejora la rentabilidad.

Según estas expectativas , se desarrolló el presente trabajo de investigación, con la finalidad de evaluar y determinar los efectos de diferentes dosis de Silicio (Sodium Silicate Orthosilicate) y de una dosis de aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) variedad Roja Chiclayana, esperando al mismo tiempo, según los antecedentes extraídos de que se incremente el rendimiento del cultivo y beneficie económicamente al horticultor san martinense.

El informe tuvo como objetivo general: Estudiar el efecto de tres dosis de Silicato de Sodio Ortosilicato y de una dosis de Microorganismos Eficaces (EM) en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum* L.) variedad Roja Chiclayana en el distrito y provincia de Lamas.

Y como objetivos específicos: Evaluar el efecto de tres dosis de silicato de sodio Ortosilicato en una dosis de EM en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum* L.) variedad Roja Chiclayana, determinar la mejor dosis de silicato de sodio Ortosilicato en una dosis de EM en diferentes momentos de aplicación

en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum* L.) variedad Roja Chiclayana y
Determinar el beneficio costo de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 De la cebolla china

1.1.1 Características morfológicas

Espasa Calpe (1979), menciona que la cebolla china es una planta vivaz, de un bulbo ovoide, hojas numerosas, fustulosas de 25 a 30 cm de longitud; escapo fustuloso con umbela gruesa y espata de 2 brácteas, cortas flores blancas, con los estambres algo salientes y sencillos. Via semilla botánica, se cultiva en 3 meses y vegetativamente en 45 a 60 días.

Jones (1963), menciona que *Allium fistulosum* es una planta de jardín vigorosa y robusta con hojas en forma de fistula casi perfectamente circular e inflada en el largo total de la misma. No muestra inflamación localizada, como es el caso de la cebolla común (*Allium cepa*). La inflorescencia en la planta es fácilmente distinguida, de color amarilla pálido con un nervio medio contrastante en el segmento del perianto. El orden de la apertura de las flores en la umbelífera es regular iniciándose en la parte superior o central y progresa uniformemente a la base umbelífera, nunca se abre totalmente. Los bulbos de la cebolla china llegan a ser ligeramente alargados lo cual demuestra un desarrollo muy pobre de esta parte de la planta, existe considerable variación morfológica entre las diferentes variedades. Cada uno de ellos requiere diferentes tipos de actividades culturales de tal forma que sean lo mejor para estos.

Casseres (1984), menciona que la cebolleta o cibol (*Allium fistulosum* L.) no forma bulbo propiamente, tiene hojas cilíndricas. Se propaga por división de la planta o por semillas.

Pérez (1979), menciona que la cebolla china es llamada también cebolla de hoja, japonesa. Es una planta gebécea, hortícola, cultivada por sus hojas con fines comerciales y culinarios. Hoja de forma cónica, la parte interior vacío, su base alcanza de diámetro promedio un centímetro para luego ir disminuyendo hacia el

ápice; el color de la hoja al trasplante cuando están tiernas es verde claro y a la cosecha verde oscuro, desprendiendo un olor característico. Son plantas cuyas hojas son bien delicadas y se marchitan al sufrir algún incidente. Su altura bajo condiciones normales alcanza en promedio 30 cm., su propagación se realiza por medio de matas (entiéndase por mata al denso follaje que poseen algunas plantas). Su periodo vegetativo es de 45 días, etapa en la que se cosechan los primeros macollos de una planta, dejando uno de ellos para que se cumpla su ciclo vegetativo. El bulbo de esa planta es usado como semilla, muchos horticultores lo cultivan mensualmente.

Brewster (1984), menciona que los bulbos de la cebolla china son más pequeños que de las cebollas comunes y se propagan vegetativamente. La Cebolla china se parece a la Cebolla común pero difiere en que adolece o no tienen bulbos bien desarrollados y en tener hojas casi perfectamente cilíndricas a diferencia de las cebollas comunes que son achatadas en la superficie superior, indicado por Jones (1963).

Sarli (1980), menciona que a la cebolla china como una planta herbácea con olor característico debido a la presencia de sulfuro de alilo; hojas sentadas, gruesas, carnosas superpuestas, planas o fistulosas, tallo breve, bulbo poco ensanchados, ovoides, blanquecinos o rosados; a veces con sólo un ligero ensanchamiento de la parte inferior de la planta. Esta planta florece y fructifica bien se multiplica por semillas o por división de plantas (Gemación).

a. Características genéticas

Jones (1963), menciona que el conteo de cromosomas en muchas especies de *Allium* el número básico (n) para el género es 7 u 8 con muy pocas especies que tienen 9 cromosomas, las especies que son cultivadas para la alimentación todas ellas tienen el número básico $n = 8$.

Allium cepa, *Allium sativa* y *Allium fistulosum* son conocidas como diploides ($2n = 16$). Estudios genéticos en esterilidad masculina en las cebollas tienen un efecto estimulante en cruzamiento de cebollas, es posible ahora para semilleros controlar sus líneas de cruce y capitalizarlos en nuevas e

introducirlas a través de todo el mundo. Se propaga por división de planta o por semillas. Es resistente a la raíz rosada, pudrición de la raíz y al ataque de *Pyterochaeta torresties*.

b. Densidad de planta

Vargas (1996) menciona que conceptúa que la densidad de planta está definida como el número óptimo de plantas por hectárea, (distanciamiento $10 \times 20 - 500\,000 \text{ pl.ha}^{-1}$) en la cual no existe ningún tipo de competencia entre ellas (ya sea por luz, agua, suelos, etc). La producción por hectárea equivale al producto del rendimiento medio por planta y el número de plantas existentes en una hectárea. Estos dos factores se influyen mutuamente y la densidad óptima es la que proporciona el máximo beneficio económico de un cultivo.

c. Competitividad ecológica

Carbajal (1963), menciona que afirma que la lucha por la existencia en el mundo vegetal, tiene lugar entre cada planta y su hábitat, siendo modificado este último por la competencia resultante de las exigencias de las otras plantas. La competencia es, en esencia, una disminución en el total de agua, de sustancias nutritivas o de luz disponible para cada individuo. Es en consecuencia muy grande entre los individuos o especies que tienen necesidades de la misma provisión (Weaver, 1965).

Clarke (1963), afirma que todo aumento en el número de los individuos en una población, incrementa la competición frente a las necesidades vitales. Cuando una población vegetal se ha desarrollado, de tal forma, que los individuos están creciendo juntos, sus raíces entran en competencia por el agua y las sustancias nutritivas, mientras que sus ápices lo hacen por la luz. Al aumentar la competición, se retrasa la intensidad de crecimiento. La forma de desarrollo de las plantas, así como su crecimiento, están afectados por la competición.

Booner (1965), reporta que, la interacción más simple entre individuos de la misma o de distinta especie, es la competencia por alguna condición necesaria para el crecimiento: agua, luz, sustancias nutritivas, etc. Las plantas que crecen en grupos

son: individualmente más pequeñas que las similares que se desarrollan aisladas, reducción del tamaño que pueden deberse a la sombra que se dan mutuamente (lucha por la luz), el agotamiento por suministro de agua, al de las sales minerales. En este sentido, la consideración de los efectos ecológicos es importante, haciéndose necesario fijar una densidad óptima que permita claramente dar una buena producción, precisando entonces la densidad adecuada para cada tipo de cultivo.

1.2 Del Silicio

Valenzuela (2006), menciona que los compuestos silicatados ayudan a mejorar la eficiencia de fertilizantes como el fósforo, además de promover un mayor crecimiento de las plantas, vigoriza el crecimiento radicular y la formación temprana de frutos. También, puede actuar como fungicida y ayudar a las plantas a resistir ambientes extremos como suelos salinos.

Matichenkov (2007), indica que el silicio “es un buen elemento para poder regular el movimiento de los metales pesados”, además se ha verificado que tiene la propiedad de convertir “un elemento tóxico en un material no tóxico”.

Los estudios y pruebas demuestran el potencial que tiene el silicio como un importante instrumento para lograr esos mejoramientos. El silicio también está involucrado en procesos bioquímicos que llevan a la producción de tejido conectivo y a la re-mineralización de los huesos de los seres humanos y en los animales. Por lo tanto, es necesario para toda la cadena alimenticia.

El uso de silicio promueve la agricultura sostenible y se inserta perfectamente en los métodos orgánicos, biológicos, bio-dinámicos y en la producción integrada. El silicio permite que las plantas utilicen fertilizantes, fungicidas e insecticidas más eficazmente y en menos cantidad y que los microorganismos del suelo tengan una mejor posibilidad de supervivencia (Bent, 2008).

Para cultivos en suelo, la aplicación de silicio ha favorecido el crecimiento y desarrollo de plantas en condiciones de estrés abiótico, (salinidad, acidez, toxicidad por Fe, Mn y Al) abiótico (plagas y enfermedades) (Epstein, 1999).

1.2.1 Generalidades y estructura del Silicio

H_4SiO_4 (Ácido Ortosilícico) reacciona como silicatos de Al, Fe, Mn y Ca, al mismo tiempo libera el ion Ortofosfato para ser absorbido. Es biodegradable, es hidrosoluble. No es carcinógeno y provee silicatos bio-disponibles.

1.2.2 Tipos de silicio y como trabajan

- SiO_2 (Dióxido de Silicio Amorfo) Inmóvil no asimilable
- $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (Oxido de silicio + agua) = Acido Mono silícico. Después de un proceso de hidrólisis solubiliza hasta un 25 % por litro (aproximadamente 50 g.)
- El silicio es absorbido en un rango de pH de 2 hasta 9 en forma energéticamente pasiva (Epstein, 1994), siendo tomado por la raíces en la solución como ácido monosilícico $\text{Si}(\text{OH})_4$ (Yoshida, 1975; Loué, 1988) para ser acumulado en las células epidermales que las impregna en una fina capa (2,5 μm) y al asociarse con pectinas y polifenoles en la pared celular (Epstein, 1994) pueden ser barreras efectivas a la pérdida de agua, transpiración cuticular e infecciones fungosas; sin embargo, a medida que se acumula este ácido en forma de sílice de 87 a 99%, aun cuando el efecto es casi netamente físico (por el sílice), se ha sugerido que la asociación del silicio con los constituyentes de la pared celular los hace menos susceptibles a la degradación enzimática que acompaña la penetración de la pared celular por las hifas de los hongos (Salvant, 1997).

Furcal y Herrera, (2013) menciona que la aplicación y asimilación de Si tiende a reducir la incidencia y severidad de enfermedades e insectos en el cultivo del arroz (Datnoff 1990, 1991, Osuna-Canizales, 1991, Hernández 2002, Claudhary, 2003, Viana, 2008a).

Wild (1992) y Jones y Handreck (1969) asocian este comportamiento a que el silicio es absorbido por las plantas como ácido silícico, lo que hace suponer que el

mecanismo de resistencia de la planta esté asociado a la cantidad de silicio en el tejido celular; igual idea presentan (Winslow, 1992 y Datnoff, 1997), dado que el Si se acumula en forma activa en el arroz con valor $\geq 5\%$, lo que confiere crecimiento y resistencia.

1.2.3 Comportamiento del silicio en el suelo

En los suelos, el silicio se libera lentamente en pequeñas cantidades a través de la acidificación de los silicatos por medio del ácido carbónico producido por la respiración de los microorganismos del suelo y las larvas, también se acidifican los silicatos con los ácidos orgánicos débiles y enzimas producidas por las raíces de las plantas y los microorganismos. El silicio también lo requieren los microorganismos del suelo y representan una medida importante de la fertilización del mismo. Sin embargo, la FAO calcula aproximadamente 210 – 224 millones de toneladas de silicio disponibles para las plantas se renueven del suelo cada año con la cosecha de los cultivos y/o sus sistemas de raíces. Esto tiene resultados extremadamente negativos por la fertilidad del suelo, la erosión y la nutrición.

Cuando el silicio se libera de los minerales, una parte es inmediatamente atrapada por otros elementos libres presentes en el sistema agua – suelo, en las partículas del suelo o en el campo periférico de las raíces de las plantas. El Aluminio y el ácido Fosfórico tiene particular afinidad con el silicio. También puede combinarse con compuestos orgánicos. Una parte se pierde por lixiviación. Además, solamente una pequeña parte del silicio restante se queda disponible para la captación de las raíces de las plantas ya que al ser una molécula pequeña y sumamente inestable se polimeriza rápidamente formando una cadena larga de moléculas biológicamente inactiva (silicio coloidal y gel de silicio (Bent, 2008).

El Silicio aumenta la nutrición de P en las plantas de un 40 a 60% sin la aplicación de fuentes fosfatadas e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de un 100 a 200%, previniendo la transformación del P en compuestos insolubles. El Silicio, como mejorador del suelo, puede reducir la lixiviación de los nutrientes en los suelos arenosos, especialmente N y K, guardándolos en una forma disponible para la planta (Ramm, 2008).

Aixtron (2009), indica que los suelos, dependiendo de la Capacidad de Intercambio Catiónico que posean, pueden adsorber los nutrientes en las cargas eléctricas de los coloides, unos con mayor o menor fuerza de adsorción, dificultando en algunos casos su absorción por las plantas. Para lograr que los nutrientes entren a la Solución del suelo, el Silicio se intercambia con éstos, quedando (el Silicio) adherido a los coloides, liberándolos y permitiendo de ésta manera que queden disponibles para las plantas. Al aplicarse fertilizantes como fuentes de Fósforo, una gran cantidad de este no alcanza a ser tomado por las plantas, presentándose en el suelo reacciones que insolubilizan el fósforo, siendo las siguientes las más comunes (Quero,2008).

a. Sociedad Calcio – Silicio

El silicio desempeña un rol importante en la regulación de la captación y balance de minerales en las plantas. Ambos elementos parecen inseparablemente presentes en el mantenimiento de la integridad y fortaleza de la pared celular y en varias funciones metabólicas involucradas en el crecimiento y desarrollo. Se necesita cierta concentración de silicio en el agua – suelo para que el Ca presente que es más bien inmóvil, se torne disponible para ser captado por las plantas. El silicio refuerza el sistema vascular. Como resultado, las plantas pueden elevar más agua en el corriente de transpiración y en esa agua, algo del Ca presente en el suelo o medio de cultivo. Ha sido una opción selectiva en las plantas superiores a favor del Ca. Pero la mayoría de las plantas parecen que pueden beneficiarse del silicio (sea que acumule silicio o no), silicio ya puede entregarse directamente a la hoja con aspersión foliar con silicio (Bent, 2008).

b. Moderación de minerales

El silicio aumenta la absorción de Fósforo (P) en las partículas de aluminio – silicato de la arcilla del suelo. Esto reduce grandemente la lixiviación de P y potasio especialmente en los suelos más livianos. Sin embargo, el P absorbido en las partículas del suelo queda disponible para las plantas y se mejora la fertilidad del suelo. El silicio en el suelo permite aumentar la captación de Potasio (K), la aplicación foliar de silicio reemplaza el tratamiento de las plantas con Potasio para endurecer las frutas y promover su maduración. El

silicio aumenta la tolerancia de la planta a los altos niveles de Nitrógeno, esto es extremadamente importante al considerar el aumento de la productividad (Bent, 2008).

c. Salinidad y estrés salino

El silicio mejora la tolerancia de las plantas a las condiciones de estrés por sal. Actualmente se calcula que entre 10 – 35% de la tierra agrícola mundial está afectada en un mayor o menor grado por exceso de salinidad. Se ha observado un incremento a la tolerancia al sodio (Na) debido a que el silicio reduce la permeabilidad de las membranas celulares al Na. El resultado es un bajo nivel de Na pero un alto nivel de Potasio (K) en el líquido celular. Algunas plantas son adaptadas genéticamente a condiciones salinas (Bent, 2008).

1.2.4 El efecto del Silicio en las plantas

Los experimentos científicos suelen categorizar las plantas según su acumulación o no acumulación de silicio. A veces se quiere denotar (erróneamente) que las que no acumulan no se benefician o no pueden beneficiarse del silicio.

Las plantas inferiores por ejemplo las algas, musgos, helechos y Gimnoespermas (incluyendo los coníferos) suelen acumular silicio en sus tejidos. La acumulación de silicio generalmente también sucede en las plantas superiores (Angiospermas) más o menos limitado a las plantas Monocotiledoneas. Generalmente la acumulación de silicio no ocurre en plantas Dicotiledoneas (con la excepción de unas pocas familias tales como: Urticaceae y Cucurbitaceae). Esta segunda familia incluye tales cultivos como: Pepino, Melón, Calabaza y Zapallo. En estos casos el contenido de silicio tanto como Ca son altos (Bent, 2008).

La presencia de Silicio en las plantas, hace que de las hojas y tallos se incremente la cantidad de oxígeno que expulsan las plantas hacia la raíz llegando al parénquima, oxidando de ésta manera la rizósfera (zona aledaña a la raíz), logrando que el Fe y Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, evitando una excesiva toma de éstos elementos que pueden llegar a ser tóxicos para la planta. El Silicio refuerza en la planta su capacidad de distribución de Carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción de cosecha. El Silicio tiene acción

sinérgica con el Calcio, el Magnesio y el Potasio, mejorando la vida media de las cosechas perecedoras, incrementando la eficiencia de las prácticas de post-cosecha. (Quero, 2008).

a. Potencial para el crecimiento

Con la ausencia del adecuado silicio en el suelo y en el agua de irrigación, las plantas no son capaces de desarrollar completamente su potencial de crecimiento y producción. Parece que las habilidades de acumular silicio en las plantas se ha mantenido durante la evolución como beneficiosas para sobrevivir, proteger los tejidos reproductivos, fortalece las estructuras y proporciona los mecanismos naturales de defensa contra el ataque de enfermedades, insectos. El silicio también está involucrado en los mecanismos que aumentan la tolerancia de las plantas al estrés medio ambiental: las sequías, las temperaturas extremas, acumulación de metales pesados (los cuales, de otra forma, serían fitotóxicos), etc. De esta manera, se mejoran el medio ambiente y la supervivencia de las plantas.

El crecimiento y desarrollo de las plantas se fomentan claramente por medio del silicio con el suministro adecuado de silicio, muy probablemente se consiguen ventajas comerciales en la reproducción de plantas. Dentro de la planta, el silicio mejora la utilización de P al reducir la captación de Manganeseo (Mn) y en un menor grado, el Hierro (Fe) del suelo. Metales como Mn y Fe tienen una alta afinidad con el P. una captación más baja Mn y Fe permite una concentración más lata de P dentro de la planta (aun con un nivel bajo de P disponible en el agua – suelo). El silicio dentro de la planta también reduce los niveles internos de Mn y otros metales pesados a través de la precipitación de compuestos como Si – Mn. Esto mejora la tolerancia de las plantas (al reducir la toxicidad potencial) a los metales pesados al asegurar su dilución o una distribución más pareja (Bent, 2008).

Miyake y Takahashi (1983); reportaron que aplicaciones de silicio en la solución nutritiva (0, 0.08, 0.33 y 1.67 mol m⁻³) provocaron aumentos significativos en el número y peso de frutos, número de hojas, altura y peso

seco de plantas de pepino, en proporción directa con el incremento de las concentraciones de silicio en la solución nutritiva.

Así mismo Adatia y Besford (1986); reportaron que aplicaciones de silicio (0 y 1.67 mol m^{-3}) a la solución nutritiva incrementaron en forma significativa el peso fresco y seco de la raíz de plantas de pepino, sin diferencias estadísticas en el rendimiento de frutos. Investigaciones realizadas en solución nutritiva sugieren que el silicio puede ser un elemento esencial o benéfico para el crecimiento de las plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) (Terraza, 2004).

b. Dureza y Permeabilidad

Los cultivadores saben que los tejidos de las plantas se componen de 98% de agua y que es vital mantener su balance. Los beneficios de las plantas con hojas más gruesas y “silificadas” necesitan poca explicación, es obvio al ojo y al tacto. Los experimentos con pasto rastrero doblado indican que depósitos de silicio en las paredes celulares les conceden incremento de la resistencia en condiciones extremas de temperatura.

La mayoría del silicio captado por las plantas se deposita como un gen amorfo hidratado de Sílice sobre las paredes celulares, los espacios intercelulares y en el complejo de estomas. El silicio va por entre las paredes de las células en expansión hacia las puntas de crecimiento. Aquí se polimeriza en gel de Sílice y forma otros compuestos y que latos de silicio. Una vez polimerizado, el silicio ya no está disponible para ninguna otra parte de la planta y por lo tanto se requiere un suministro constante de silicio.

Al perder agua el gel de Sílice depositado alrededor y externamente a la apertura de los estomas, se cristaliza como Sílice y retrasa el índice de transpiración. Los depósitos del gel de sílice y los complejos de silicio refuerzan las células / cutículas de la epidermis de la hoja, parte de la flor y el cuerpo de las frutas, incrementan la resistencia mecánica y reducen la permeabilidad. La corteza de la fruta tiende a ser más gruesa, pierde la humedad más lentamente, resistiendo mejor el daño mecánico y la infección.

Los depósitos de silicio en las raíces les conceden mayor elasticidad y resistencia a la sequía.

En algunos reportes de investigación, se ha mencionado que el silicio minimiza o previene el acame o caída de las plantas por acción del viento, en especial en gramíneas, como arroz y trigo Epstein (1999). Este efecto benéfico del silicio podría ser a consecuencia de un mayor diámetro de tallo. Schwarz (1985); reportó que, al aumentar la concentración de sales, la relación hoja: tallo de las plantas se incrementa.

c. Resistencia a las enfermedades

La superficie silificada de la hoja constituye una barrera física contra el ataque micótico. La superficie de la hoja tiene una resistencia más alta a las perforaciones de las esporas en crecimiento. Se ha observado en el pepino que aquellas esporas que logran penetrar se encuentran con una activa respuesta de defensa estimulada por silicio. La infección dispara una respuesta sistémica que estimula la acumulación de sustancias como las fenólicas que tienen propiedades fungicidas. Las paredes de la célula están listas para hacer valer la deposición de silicio localizada en el sitio de infección.

En el punto de penetración, una acumulación de densos complejos de silicio orgánico forma un tapón o collar para contener las esporas en desarrollo, limitando así más penetración. Ya que la resistencia genética eventualmente se pierde por aparición de nuevas cepas patogénicas las cuales, a la vez, se ponen más resistentes a las fungicidas, el silicio es sumamente útil. Algunos experimentos indican que el mejor control de enfermedades es combinar silicio con una reducida aplicación de fungicida (Bent, 2008).

d. Resistencia a plagas insectiles

Las superficies silificadas de las hojas hacen más difícil el ataque de insectos. El silicio daña rápidamente las partes de la boca del insecto lo que produce un alto índice de mortalidad por canibalismo o inanición. También se disuaden los insectos que perforan la hoja para obtener linfa. El mismo principio aplica al

depositado en las células de raíces que forman una barrera contra los parásitos del suelo gusanos Nematodos (Bent, 2008).

1.2.5 El efecto del Silicio en la producción y calidad

Los cultivadores necesitan obtener máxima producción para poder mantenerse en el negocio (sobre todo de Nitrógeno) comprometen la calidad nutritiva y de post cosecha (por ejemplo, cascara muy débiles en la Zanahoria). El suministro de adecuado silicio durante el cultivo contrarresta tales características negativas.

La producción intensiva en horticultura, sobre todo bajo condiciones de invernadero, somete a las plantas a más estrés. Las plantas están forzadas a ser más productivas y a crecer más rápido, sometidas a los modernos protocolos para economizar energía. Frecuentemente tal estrés tiene el resultado de una escasez de silicio causado por una presión de turgencia inadecuada para elevar el agua, silicio y minerales (Ca incluido) a los puntos de crecimiento de la planta. Si a las células jóvenes y elásticas les falta silicio, si el tejido resultante de la planta estará altamente propenso al colapso bajo condiciones de la alta presión de turgencia. En contraste, una parte del gel de Sílice depositado alrededor y encima de los estomas debido a la evaporación, se cristaliza como Sílice. Esto reduce la transpiración y por lo tanto la captación de Ca.

El gel de Sílice y los complejos de Sílice depositados en la epidermis / cutícula de la hoja también pueden ayudar a reducir la pérdida de humedad y puedan afectar los llamados “punto de goteo de la hoja” en algunas especies. Estos efectos de silicio ayudan a la planta a mantener su balance de agua según el medio ambiente cambiante. La epidermis / Cutícula más fuerte y más gruesa también otorga a las hojas mayor resistencia a los patógenos micóticos, insectos dañinos, y el estrés hídrico (Bent, 2008).

1.2.6 Potenciales beneficios económicos

Un cultivador puede calcular la efectividad del costo de aplicar un fertilizante Silícico, una vez que tiene un buen cálculo del promedio de ingreso bruto extra (por m² o ha) por aumento de producción más ingresos extras por mejor calidad (precios con prima). Agregue el valor obtenido la reducción en la aplicación de fungicidas, insecticidas y fertilizantes para obtener la ventaja económica bruta total.

Reste el costo del producto silicio aplicado. Los cálculos de cultivadores incluyen: USD 1.326/ha/cultivo para zanahoria y 890/ha/cultivo para calabaza (usando Zeolita y Silicato de calcio puro respectivamente). Esto significa una gran ventaja económica potencial cuando se multiplica por hasta una pequeña porción del área global de producción (Bent, 2008).

1.2.7 Fuentes de Silicio comercial

a. Magnesil

Magnesil es la mejor alternativa como fuente de Silicio y Magnesio para los cultivos. El Silicio presente en el Magnesil, en contacto con el suelo genera Ácido Monosilícico, que es la forma soluble que actúa en el suelo y la única forma química como las plantas pueden tomar Silicio del suelo (Bacom, 2009). En la planta, el Silicio del Magnesil promueve una mayor producción de materia seca en las gramíneas como arroz y caña, le comunica a las plantas resistencia a las enfermedades, contribuye a la economía del agua y promueve una arquitectura de la planta que incrementa la eficiencia en la utilización de la luz. Como fuente de Magnesio, el Magnesil suministra a la planta cantidades significativas de este elemento esencial, constituyente de la clorofila y necesario para estimular la absorción del Fósforo, entre otras funciones (Ramm, 2008).

b. Quick - Sol.

QUICK-SOL, es un producto de silicio hidrosoluble. Tiene una composición química que lo hace pertenecer a la familia del silicio sódico ionizado.

Tabla 1

Composición química del Quick-sol

Silicio	36%
Ácidos húmicos y Fúlvicos	2%
Calcio	1%
Hierro	1%
Zinc	1%
Cobre	1%
Magnesio	1%
Manganeso	1%

Fuente: Beyond International Inc, (2012).

QUICK-SOL, es una fuente de ácidos de monosilicio, polisilicios, húmicos y fúlvicos, que ayudan en el control de numerosas condiciones del suelo tales como, el pH, la movilidad de los nutrientes, la toxicidad del aluminio y metales pesados, la capacidad de intercambio catiónico. También estimula la actividad y salud microbial del suelo, restaurando el ecosistema agrícola, mejora las condiciones pobres del suelo y revierte su degradación (Beyond International Inc, (2012).

Protección contra enfermedades y ataques de insectos y hongos:

El efecto que tiene QUICK-SOL, en la resistencia de las plantas se pone en evidencia en la acumulación de silicio absorbido en el tejido epidérmico de la planta. Estas acumulaciones son esenciales para proteger y fortalecer la planta y para controlar numerosas enfermedades. QUICK-SOL como una alternativa a los pesticidas y fungicidas, ayudará a combatir los ataques de hongos e insectos sin producir efectos negativos en el medio ambiente.

Es una enmienda fertilizante de origen orgánico que posee CERTIFICACION ECOCERT. MAGNEKLING es un silicato con altos contenidos de Silicio (34%) y Magnesio (32%); como enmienda corrige problemas en los suelos tanto ácidos como alcalinos (Beyond International Inn, 2009).

Quick-Sol, ha sido probado en numerosos cultivos diferentes en la agricultura, la horticultura y la silvicultura y está siendo utilizada en muchos países del mundo entero.

La investigación científica siempre ha establecido que la nutrición con silicio está directamente relacionada con el aumento, la resistencia mecánica, el crecimiento y la capacidad resistente de estrés de las plantas. Quick-Sol ® ha demostrado aumentar significativamente la calidad general de las plantas, así como ofrecer tasas de aceleración impresionante crecimiento. Además, Quick-Sol, es una gran ayuda de manutención y retrasa el marchitamiento de las plantas y flores. A continuación se enumeran algunas de las formas en que Quick-Sol aumenta el crecimiento de las plantas.

Quick-Sol permite que las plantas consumen más eficaz de CO₂, mejorando así los procesos metabólicos que se traducen en un mayor crecimiento. Quick-Sol, mejora el almacenamiento y la distribución de los carbohidratos y aumenta la producción de clorofila. Esto produce un color verde más oscuro, creando un ambiente perfecto para una mejor orientación hacia Lear para la recepción de luz, que a su vez, aumenta la fotosíntesis y las tasas de crecimiento.

La investigación ha demostrado que ayudan a mejorar los niveles de fertilidad del suelo y la degradación del suelo. La fertilidad del suelo se refiere a la capacidad innata de suelo para proporcionar las cantidades necesarias de nutrientes, en porciones adecuadas. Hay numerosos elementos minerales que se consideran esenciales para el crecimiento vegetal, mientras que otros se consideran beneficiosas. Si recientemente ha sido descrito por agricultor y científicos como un mineral esencial por sus efectos sobre la nutrición mineral de las plantas y el efecto sobre la estructura del suelo y la adaptación de su restauración. Si se ha demostrado que aumentan la tolerancia del suelo en relación con la presencia de concentraciones de aluminio excesivo, y para combatir las deficiencias de zinc (Beyond International Inc, 2011).

1.2.8 Guía para uso práctico (2000), menciona que:

Microorganismos Eficaces (EM)

EM es una tecnología probiótica y natural que fue desarrollada hace 25 años en Japón por el Dr. Teruo Higa, quien es autor del célebre libro “An EARTH Saving Revolution”. EM significa “microorganismos eficaces” y es compuesto por organismos benéficos e altamente eficientes. Estos microorganismos benéficos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados y ni químicamente sintetizados. Fue originalmente desarrollada como alternativa para los fertilizantes químicos y pesticidas, sin embargo, el uso de la Tecnología EM, en las dos últimas décadas, se ha expandido de la agricultura para el tratamientos de aguas y efluentes, control de malos olores, granjas y salud animal, salud humana, e inúmeros tratamientos industriales. Actualmente, el EM es usado en más de 120 países y existen 54 fábricas alrededor del mundo.

Más de 30 Centros de Investigación distribuidos alrededor del mundo están todos los días creando y analizando nuevas alternativas para incrementar y expandir todavía más el rango de uso de la Tecnología.

Los microorganismos que se encuentran en el EM pertenecen a 3 grupos bien conocidos, y estos son las bacterias ácido lácticas (usadas en la elaboración de yogurt, quesos, etc.) levaduras (usadas para hacer panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias fototróficas ó fotosintéticas (presentes en las algas verdes e en cualquier partícula de suelo) (Teruo y James, 1996).

Así como en los procesos de fermentación más conocidos, el EM acelera la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas y fibras, promoviendo la rápida descomposición de la materia orgánica. Además de esto, el EM todavía trabaja en dos vías primarias: a) por exclusión competitiva de otros microorganismos que son nocivos y b) por la producción de subproductos beneficiosos que promueven la salud del medio ambiente como enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, hormonas, y antioxidantes. El EM es facultativo, lo que permite extender sus beneficios a ambientes anaeróbicos y aeróbicos. Por actuar a través de fermentación, el uso del EM ayuda en la eliminación de malos olores (Teruo y James, 1996).

El EM•Compost y el EM•1 son un producto natural elaborado con microorganismos eficientes que aceleran la descomposición natural de materiales orgánicos. Los microorganismos contenidos en EM•Compost y el EM•1 son benéficos y altamente eficientes. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados e ni químicamente sintetizados. Son microorganismos naturales bien conocidos como levaduras y las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*), que promueven un proceso de fermentación antioxidante benéfico, acelera la descomposición de la materia orgánica y promueve el equilibrio de la flora microbiana (Teruo y James, 1996).

La tecnología EM, en sus múltiples presentaciones EM•1, EM•Compost, EM•Agua puede ser aplicado en el proceso de compostaje de residuos orgánicos con EM•Compost; en suelos y sustratos con EM•Compost; en la producción

hidropónica con EM•1; en la agricultura con EM•1, EM•Compost; en la piscicultura con EM•Agua y camarónes con EM•Camarón; en granjas de producción animal con EM•1 en la bebida y con EM•Compost ayudamos en la eliminación de malos olores; en lagunas de tratamiento de efluentes con EM•Agua; en cajas de grasa con EM•Agua, fosas sépticas con EM•Agua y en los sistemas de efluentes sanitarios con EM•Agua (Teruo y James, 1996).

- Es atóxico., no es radiactivo, no es corrosivo, no es volátil, no es inflamable, no tiene período de cuarentena, es biodegradable, es seguro a la salud humana, animal, vegetal y al medio ambiente. No es recomendable para el consumo humano. Es compatible con aceites minerales y fertilizantes. No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y agroquímicos (fungicidas y bactericidas). Puede ser neutralizado e/o desactivado con cloro en la proporción de 10ml para cada litro de EM•1-Ativado (Teruo y James, 1996).
- Ahí son principalmente 5 tipos de bacteria usadas para producir la solución de EM (Córdor *et al.*, 2006).
 - a) Bacteria Fotosintética (Phototrophic bacteria): Estos microorganismos son independientes. Estas bacterias sintetizan los ácidos amino, ácidos nucleicos, sustancias bio-activas, sustancias de raíces, materia orgánica (el carbón) al usar luz del sol y el calor del suelo como fuentes de energía. Ellos pueden usar la energía de la cinta infra-roja de radiación solar de 700 nm a 1200 nm para producir la materia orgánica, mientras las plantas no pueden. Entonces la eficacia de las plantas es aumentada. Estos metabolitos son absorbidos por la planta directamente y también actúan como sustratos para la bacteria que aumenta la diversidad biológica de la micro flora. La adición de la bacteria fotosintética en el suelo realza otros microorganismos eficaces.
 - b) Mycorrhiza (vesicular-arbuscular) en la rizosfera aumenta debido a la disponibilidad de compuestos nitrogenados (amino ácidos) para el empleo como sustratos secretados por la bacteria fotosintética. La micorriza aumenta la solubilidad de fosfatos en suelos así que suministran el fósforo que no está

disponible a plantas. La micorriza puede coexistir con *Azotobacter* como bacteria fijadora de nitrógeno y realzar la capacidad de fijación de las leguminosas.

- c) Bacterias Acido Lácticas: Producen ácido láctico del azúcar. El alimento y bebidas como yogurt y el escabeche fueron hechos usando la bacteria acido láctica. Como siempre el ácido láctico es un fuerte esterilizadores. Esto suprime los microorganismos dañinos y aumenta la descomposición rápida de la materia orgánica como la lignina y la celulosa, que normalmente estos materiales fermentados toman mucho tiempo en descomponerse. La bacteria de ácido láctico tiene la capacidad de suprimir la propagación de *Fusarium sp.* Que es un microorganismo dañino que causa el problema de enfermedad en el cultivo continuo. Bajo condiciones de *Fusarium sp.* La propagación de nematodos dañinos aumenta. La presencia de nematodos desaparece gradualmente, a medida que la bacteria ácido láctica suprime la propagación y desarrollo del *Fusarium sp.*
- d) Levaduras: Sintetizan sustancias útiles y antimicrobianas - para el crecimiento de la planta - de los aminoácidos y azúcares secretados por la bacteria fotosintética, la materia orgánica y raíces de planta. Las sustancias bioactivas tal como hormonas y enzimas producidas por levaduras promueven la actividad celular y la división de raíz. Esta secreción son sustratos útiles para los microorganismos eficaces tal como la bacteria ácido láctico y actinomicetes.
- e) Actinomicetos: Son la estructura que del cual es intermedio a la bacteria y hongos, produce sustancias antimicrobianas de aminoácidos secretados por la bacteria fotosintética y la materia orgánica. Estas sustancias antimicrobianas suprimen hongos dañinos y estas bacterias. Actinomicetos puede coexistir con la bacteria fotosintética. Así ambas especies realzan la calidad del entorno de suelo, para incrementar la actividad antimicrobiana del suelo.

- Una investigación hecha en Plátanos (en Costa Rica) reveló que el empleo de EM más extractos de plantas fermentados rociados sobre el manojó tuvo un efecto sobre el crecimiento del hongo negro sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) puede ser debido a una antioquina que previno el crecimiento y la fusión eventual de las lesiones. También las comparaciones entre el producto químico nematicida y el empleo de EM Bokashi y *Paecilomyces lilacinus* más EM Bokashi causaron el promedio inferior de población de nematodos después de 26 semanas de observación, se obtuvo 688 y 825 respectivamente, comparado a los productos químicos como carbofuran (furadan) y *Trichoderma lignorum* (nemout) con 6933 y 4198, respectivamente.
- Esto fue atribuido tanto a la diversidad biológica como a la capacidad de antioxidación de EM. También fue notado que después de que los tratamientos con bokashi estuvieron bajo tempestades no tuvieron problemas de tumba, estas plantas de plátanos tenían un sistema de raíz muy fuerte. El antioxidante de efecto también fue visto en ausencia de la maduración prematura, sin los signos de un mesocarpio amarillento. El aspecto restrictivo de EM bokashi era el alto coste terminó diez veces el coste de fertilizante químico en este experimento. Los gastos tendieron a ser más o menos el 43 % más por producto de unidad sobre un análisis de costes. La prueba carecía de un análisis experimental para hacer comparaciones buenas entre tratamientos. (Córdor et al., 2006)

1.2.9 Bio-solarización (www.laverdad.es)

La Consejería de Agricultura y Agua, a través del “Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agroalimentario” (IMIDA), ha constatado que la biosolarización constituye una herramienta eficaz para descontaminar residuos de plaguicidas en suelos, permitiendo a los agricultores acelerar la desaparición de dichos residuos, con vistas a su conversión a Agricultura Ecológica. Según Adrián Martínez, director del IMIDA, la contaminación de los suelos por la presencia de plaguicidas “constituye un problema ambiental de primer orden”, además, añade, “es uno de los mayores inconvenientes que encuentran los agricultores a la hora de convertir su cultivo a Agricultura Ecológica”. En este sentido apunta que “para asegurar la ausencia de estos residuos en el medio de cultivo deben transcurrir

varios años, dos para hortalizas y tres para frutales, desde el momento en que se pone el cultivo en conversión, hasta que se obtiene la certificación como cultivo ecológico” (<http://triplenlace.com/2012/02/27/solarizacion-y-biosolarizacion-alternativas-ecologicas-al-bromuro-de-metilo-para-la-desinfeccion-de-suelos/>).

La desinfección del suelo es una práctica generalizada en los invernaderos del Campo de Cartagena, con el fin de reducir la incidencia de problemas fitopatológicos y evitar la denominada “fatiga del suelo”. El bromuro de metilo ha sido muy utilizado para la desinfección, por ser un producto económico, penetrante y muy efectivo a bajas concentraciones. Sin embargo, añade Adrián Martínez, “el Protocolo de Montreal lo incluyó en la relación de sustancias que destruyen la capa de ozono, por lo que se acordó reducir el uso del bromuro de metilo de forma gradual hasta su actual prohibición” (<http://triplenlace.com/2012/02/27/solarizacion-y-biosolarizacion-alternativas-ecologicas-al-bromuro-de-metilo-para-la-desinfeccion-de-suelos/>
<http://triplenlace.com/2012/02/27/solarizacion-y-biosolarizacion-alternativas-ecologicas-al-bromuro-de-metilo-para-la-desinfeccion-de-suelos/>)

Concretamente, en el cultivo de pimiento desarrollado en la Región de Murcia, se ha conseguido eliminar el uso del bromuro de metilo mediante el empleo de alternativas químicas y no químicas. Entre estas últimas, Adrián Martínez destaca la biosolarización, “que se viene utilizando sobre todo para la desinfección de los suelos de los invernaderos destinados al cultivo de pimiento ecológico” (<http://triplenlace.com/2012/02/27/solarizacion-y-biosolarizacion-alternativas-ecologicas-al-bromuro-de-metilo-para-la-desinfeccion-de-suelos/>)

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo

Aplicada, porque se orienta a la aplicación del conocimiento científico, a la solución de problemas prácticos inmediatos y además cuenta con antecedentes previos al estudio, que permitieron generar conocimientos para mejorar la producción de la cebolla china, variedad Roja Chiclayana.

Nivel

Descriptivo y experimental, porque se detalla y revela a través de evaluaciones de Silicato sodio ortosilicato liquido (Ácido orto silícico) en una dosis de EM en diferentes, es decir en la estimulación del crecimiento vegetativo estructural del cultivo y por consiguiente en incrementar la producción.

2.2 Diseño de investigación

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con 7 tratamientos y 3 repeticiones.

2.3 Población y muestra

Población

En este trabajo la población, estuvo definida por la especie (*Allium fistulosum*), y conformada por 200 plantas por tratamiento, distribuidas en los 7 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 5600 plantas.

Muestra

La muestra del respectivo trabajo estaba constituida por 10 plantas de Cebolla china por tratamiento en las evaluaciones que hacen un total de 280 muestras.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de la observación:

Se utilizó técnicas como guías de observación, libretas, tomas fotográficas, paletas de identificación, formatos de evaluación, balanza, regla, vernir, wincha, etc. Lo cual nos permitió relacionarse directamente con los elementos que fueron materia del trabajo de investigación.

Material biológico

Los componentes estudiados, estuvieron conformados por la semilla vegetativa de la cebolla china, variedad Roja Chiclayana y dosis de Silicato sodio ortosilicato liquido. Así mismo, a través de un análisis del suelo y análisis nematológico.

2.5 Técnica de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó el Diseño Completo Azar (DCA) con arreglo factorial de 3 X 5 con 3 repeticiones y 12 tratamientos. Empleando 36 unidades experimentales.

a. Componentes en estudio.

Factor A: Dosis

- A1: 200 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.)
- A2: 300 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.)
- A3: 400 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.)

Factor B: Número de Aplicaciones

- B1: Una vez / semana (cada 7 días) (8 veces)
- B2: Dos veces / semana (cada 3 días) (16 veces)
- B3: Una vez / 2 semana (cada 14 días) (4 veces)
- B4: Testigo

b. Tratamientos:

- T0: 0 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.). Testigo
- T1: A1B1, 200 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Una vez / semana (cada 7 días)
- T2: A1B2, 200 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Dos veces / semana (cada 3 días)
- T3: A1B3, 200 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Una vez / 2 semana (cada 14 días)
- T4: A2B1, 300 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Una vez / semana (cada 7 días)
- T5: A2B2, 300 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Dos veces / semana (cada 3 días)
- T6: A2B3, 300 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Una vez / 2 semana (cada 14 días)
- T7: A3B1, 400 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Una vez / semana (cada 7 días)
- T8: A3B2, 400 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Dos veces / semana (cada 3 días)
- T9: A3B3, 400 ml.ha⁻¹ de Silicio + (100 ml.ha⁻¹ de EM-Compost-Act.).
Una vez / 2 semana (cada 14 días).

Se utilizó un total de 26,334 ml de Silicio durante el ciclo del cultivo.

2.6 Características del campo experimental**a. Bloques**

Número de bloques:	3
Largo del bloque:	20 m.
Ancho del bloque:	2,33 m.
Área neta del bloque:	42 m ²
Ancho de la calle entre bloques:	0,5 m.

b. Tratamientos

Tratamiento por bloque:	10
-------------------------	----

Tratamientos del experimento:	30
Largo de tratamiento:	2 m.
Ancho del tratamiento:	2,33 m
Área del tratamiento:	4,66 m ²
Distanciamiento:	20 cm. x 20 cm.

2.7 Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en los terrenos del Fundo Hortícola “El Pacífico” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera.

- **Ubicación Geográfica**

Latitud Sur:	06° 20' 15"
Longitud Oeste:	76° 30' 45"
Altitud:	835 m.s.n.m.m.

- **Ubicación Política**

Departamento :	San Martín
Provincia :	Lamas
Distrito:	Lamas
Sector:	Santa Mónica (Fundo el Pacifico).

2.7.1 Antecedentes del campo

En el Fundo Hortícola •”El Pacífico”, se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veintidós años.

2.7.2 Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 19.5 Km de la ciudad de Tarapoto.

2.7.3 Características climáticas

Según el sistema de clasificación de Holdridge (1970), el lugar donde se realizó el trabajo de investigación pertenece a un bosque seco tropical (bs-T), Según SENAMHI (2010-2011), los datos meteorológicos reportados en los meses de Diciembre de 2010. Enero y Febrero de 2011, fueron: Temperatura media mensual de 24,36 °C, la precipitación total mensual de 254 mm, la humedad relativa de 84,0%. En la tabla 2, se muestra los datos meteorológicos registrados según SENAMHI (2010-2011).

Tabla 2

Datos meteorológicos

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Diciembre - 2010	24,3	145,4	84
Enero - 2011	24,7	54,4	83
Febrero - 2011	24,1	54,4	85
Total	73,1	254,2	252
Promedio	24,36	84,7	84.0

Fuente: Estación CO de Lamas. SENAMHI (2010-2011).

2.7.4 Características edáficas

El suelo presentó una textura franco arcillo limoso, con un pH ligeramente ácido con un valor de 5,8. La materia orgánica se encuentra en un nivel medio con un valor de 2,14%. El fósforo asimilable se encuentra en un nivel alto con un valor de 450. El potasio disponible se encuentra en un nivel medio con un valor de 73. Los resultados descritos se muestran en la tabla 3, según el Laboratorio de suelos de la FCA-UNSM-T (2010).

Tabla 3*Características físicas y químicas del suelo, antes de la siembra.*

Elementos		Lamas Fundo “El Pacífico”: 835 m.s.n.m.m	Interpretación
pH		5,8	Moderadamente ácido
C.E. uS/cm		0,96	Bajo
M.O (%)		2,14	Medio
P ppm		450	Alto
K kg.ha ⁻¹		73	Medio
Análisis Mecánico (%)	Arena (%)	51,4	Franco Arcillo Limoso
	Limo (%)	20,2	
	Arcilla (%)	28,4	
	Clase Textural		
CIC (meq)		8,8	
Cationes cambiables (meq)	Ca ²⁺	7,5	Bajo
	Mg ²⁺	1,2	Normal
	K ⁺	0,09	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2010).

Tabla 4*Características físicas y químicas del suelo, después de la cosecha.*

Elementos		Lamas Fundo “El Pacífico”: 835 m.s.n.m.m	Interpretación
pH		5,86	Ligeramente Ácido
C.E. uS/cm		0,92	Bajo
M.O (%)		2,24	Medio
P ppm		450	Alto
K kg.ha ⁻¹		59,4	Medio
Análisis Mecánico (%)	Arena (%)	50,4	Franco Arcillo Limoso
	Limo (%)	21,4	
	Arcilla (%)	28,2	
	Clase Textural		
CIC (meq)		8,8	
Cationes cambiables (meq)	Ca ²⁺	7,2	Bajo
	Mg ²⁺	1,3	Normal
	K ⁺	0,08	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2010).

2.8 Conducción del experimento

a. Limpieza del campo

Se realizó el desmalezado con la utilización de machete para despejar el terreno, palana de corte para sacar las hierbas con mata gruesa y la carretilla para movilizar los rastrojos.

b. Preparación del Terreno

Se procedió con la remoción del suelo utilizando el motocultor, creando buenas condiciones de porosidad para el buen desarrollo radicular de las plantas.

c. Bio-solarización

Consistió en utilizar plástico de cristal que se cubrió la parcela experimental con la finalidad de amentar la temperatura del suelo hasta una profundidad de 0,70 cm. La finalidad de la bio solarización es tener un suelo limpio de plagas. Esta labor se realizó el 01 de setiembre de 2010, por un tiempo de 45 días.

d. Muestreo de suelo

Se tomó las muestras del suelo, mediante las técnicas adecuadas al azar en escalonada a una profundidad de 0,20 m., para los análisis Físico – Químico del suelo. También se realizó el análisis Nematológico. Tanto el análisis de suelo, así como el análisis nematológico fueron efectuados antes de la siembra y después de la cosecha. El análisis nematológico se muestra en el cuadro 4, en la sección anexo.

e. Aplicación del producto

La aplicación del silicio se aplicó 1 vez cada semana, 2 veces cada semana y 1 vez cada 2 semanas.

La aplicación de los microorganismos eficaces se aplicó juntamente con cada aplicación que se realizó con el silicio.

f. Siembra

Se realizó el 19 de octubre de 2010 en forma directa usando la semilla botánica.

2.9 Indicadores evaluados

a. Altura promedio de planta a la cosecha

Se procedió hacer las mediciones de las plantas desde el cuello hasta el ápice con un instrumento de medida, por ejemplo una regla.

b. Longitud del bulbo

Se procedió a utilizar una huincha para medir dicha longitud, desde el cuello hasta finalizar la protuberancia y donde inicia la salida de las raíces.

c. Porcentaje de materia seca

Para calcular el contenido de materia seca de la hoja de cebolla china se tomó una muestra representativa del mismo, luego se colocó en estufa, en donde se logró que mantenga un peso constante debido a la pérdida de todo su contenido húmedo. Por último se estima el porcentaje de materia seca del material mediante la fórmula:

$$\% \text{ M.S.} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

d. Longitud de raíz

Se utilizó una huincha para obtener la distancia donde termina la protuberancia del bulbo hasta finalizar la raíz con mayor longevidad.

e. Materia seca

Se utilizó la estufa para obtener esta medida de peso y una balanza digital para obtener el dato correspondiente.

f. Rendimiento Kg.ha⁻¹

Se obtuvo el rendimiento de cada parcela en Kg, y luego se estimó por ha.

g. Peso de producto comercial (cebolla)

Se pesó planta por planta en un total de 10 plantas por tratamiento que serán debidamente lavadas para la pesa respectiva y se le obtuvo su promedio, que nos permite saber cuánto es el peso promedio de cada planta y saber cuál es el efecto que causó uso del Quick-Sol.

h. Número de bulbos promedios de planta

Se contó el número de bulbos que hay por cada planta sembrada y se observó la diferencia que hay en los cuatro tratamientos.

i. Diámetro promedio de bulbos

Se sacó el diámetro cortando los bulbos en forma vertical y horizontal, se obtuvo dos medidas; y se procedió a obtener el promedio para trabajar con aquel dato.

j. Análisis económico

Para establecer el análisis económico, se elaboró el costo de producción de cada uno de los tratamientos expresados para una Hectárea. Se realizó la valoración en Nuevos Soles de la cosecha en cada uno de los tratamientos y realizar el análisis económico a través de la relación beneficio-costos. Para determinar estos parámetros se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio neto (utilidad)} \times 100}{\text{Costo de producción}}$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1 Altura de planta

Tabla 5

Análisis de varianza para la Altura de planta (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	7,930	2	3,965	2,754	0,090 N.S.
FA (Dosis)	30,162	2	15,081	10,475	0,001 **
FB (N° aplicaciones)	6,222	2	3,111	2,161	0,144 N.S.
FA * FB	44,615	4	11,154	7,747	0,001 **
Error experimental	25,915	18	1,440		
Total	120,690	29			
C.V. = 4,41%		Promedio = 27,16		R ² = 78,5%	

Tabla 6

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en altura de planta

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (cm)	Duncan (P<0,05)
0	Testigo	25,83	a
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	26,35	a
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	26,78	a
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	28,78	b

Tabla 7

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en altura de planta

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (cm)	Duncan (P<0,05)
0	Testigo	25,83	a
1	Una vez / semana	26,72	a b
3	Una vez / 2 semana	27,29	a b
2	Dos veces / semana	27,90	b

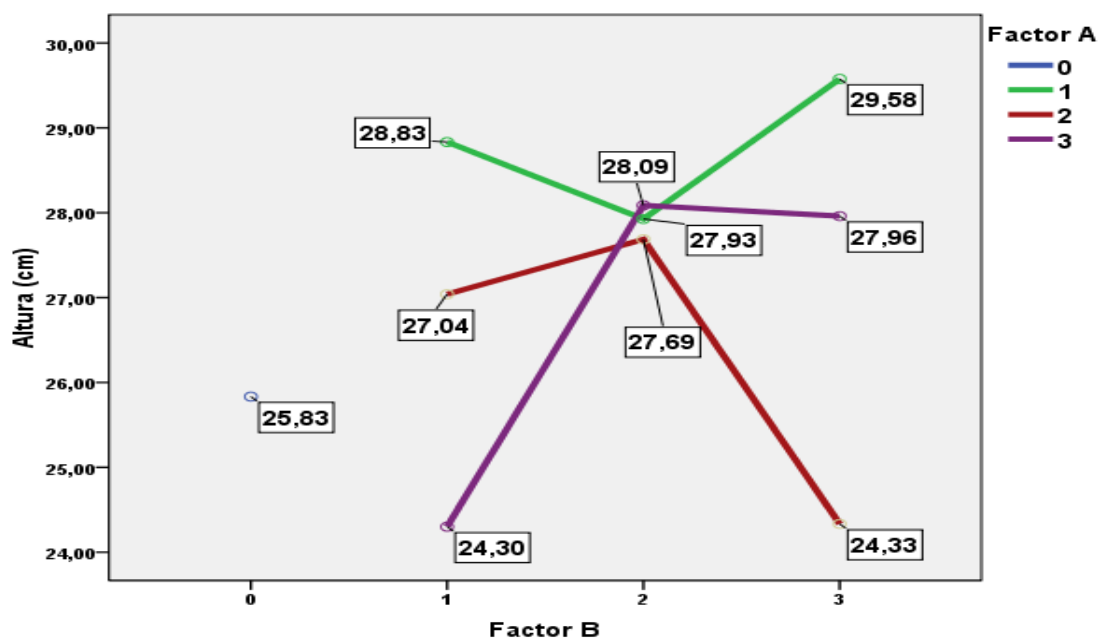


Gráfico 1: Efectos simples de las Dosis (Factor A) dentro del número de aplicaciones (Factor B) en la variable altura de planta.

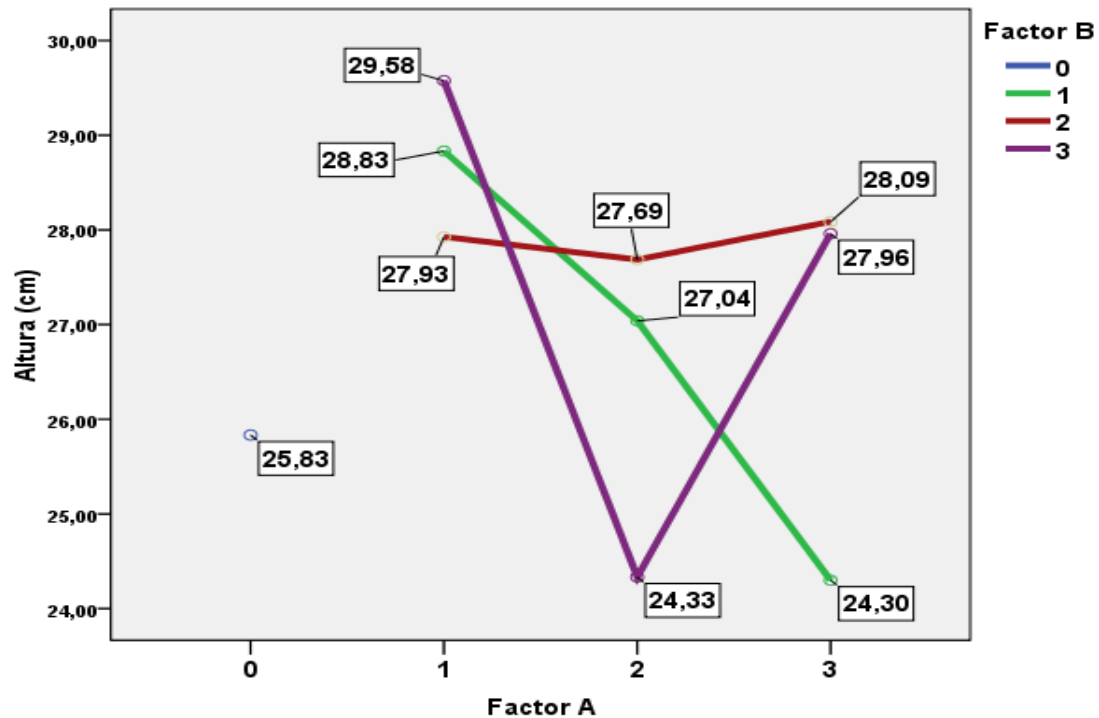


Gráfico 2: Efectos simples del número de aplicaciones (Factor B) dentro de las Dosis (Factor A) en la variable altura de planta

3.1.2 Longitud del bulbo

Tabla 8

Análisis de varianza para la Longitud del bulbo (mm)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	1,461	2	0,730	0,690	0,514 N.S.
FA (Dosis)	7,909	2	3,954	3,736	0,044 N.S.
FB (N° aplicaciones)	1,387	2	0,693	0,655	0,531 N.S.
FA * FB	5,144	4	1,286	1,215	0,339 N.S.
Error experimental	19,053	18	1,058		
Total	37,775	29			
C.V. = 4,84% Promedio = 21,25 R ² = 49,6%					

Tabla 9

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en longitud del bulbo

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (mm)	Duncan (P<0,05)
0	Testigo	20,3	a
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	20,7	a
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	21,3	a b
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	22,0	b

Tabla 10

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en longitud del bulbo

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (mm)	Duncan (P<0,05)
0	Testigo	20,3	a
1	Una vez / semana	21,0	a
3	Una vez / 2 semana	21,4	a
2	Dos veces / semana	21,6	a

3.1.3 Materia seca

Tabla 11

Análisis de varianza para la Materia seca (g)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	1,138	2	0,569	0,280	0,759 N.S.
FA (Dosis)	15,094	2	7,547	3,719	0,044 *
FB (N° aplicaciones)	11,943	2	5,971	2,942	0,078 N.S.
FA * FB	11,791	4	2,948	1,452	0,258 N.S.
Error experimental	36,531	18	2,030		
Total	79,979	29			
C.V. = 32,7%		Promedio = 4,36		R ² = 54,3%	

Tabla 12

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en materia seca

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (g)	Duncan (P<0,05)
0	Testigo	3,34	a
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	3,88	a b
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	4,02	a b
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	5,53	b

Tabla 13

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en materia seca

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (g)	Duncan (P<0,05)
0	Testigo	3,34	a
2	Dos veces / semana	3,75	a b
3	Una vez / 2 semana	4,32	a b
1	Una vez / semana	5,36	b

3.1.4 Longitud de la raíz

Tabla 14

Análisis de varianza para la Longitud de la raíz (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	2,451	2	1,226	9,916	0,001 **
FA (Dosis)	0,756	2	0,378	3,060	0,072 N.S.
FB (N° aplicaciones)	0,980	2	0,490	3,966	0,037 *
FA * FB	1,333	4	0,333	2,696	0,064 N.S.
Error experimental	2,225	18	0,124		
Total	8,880	29			
C.V. = 5,49% Promedio = 6,41 R ² = 74,9%					

Tabla 15

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en longitud de la raíz

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (cm)	Duncan (P<0,05)
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	6,2	a
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	6,3	a
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	6,6	a b
0	Testigo	7,0	b

Tabla 16

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en longitud de la raíz

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (cm)	Duncan (P<0,05)
2	Dos veces / semana	6,1	a
3	Una vez / 2 semana	6,4	a b
1	Una vez / semana	6,5	b
0	Testigo	7,0	c

3.1.5 Peso de la planta

Tabla 17

Análisis de varianza para el Peso de la planta (g)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	1358,341	2	679,170	23,610	0,000 **
FA (Dosis)	61,801	2	30,901	1,074	0,362 N.S.
FB (N° aplicaciones)	2,109	2	1,055	0,037	0,964 N.S.
FA * FB	66,425	4	16,606	0,577	0,683 N.S.
Error experimental	517,789	18	28,766		
Total	2014,286	29			
C.V. = 15,76%		Promedio = 34,03		$R^2 = 74,3\%$	

Tabla 18

Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el peso de la planta

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (g)	Duncan ($P < 0,05$)
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	32,2	a
0	Testigo	32,5	a
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	34,6	a
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	35,8	a

Tabla 19

Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el peso de la planta

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (g)	Duncan ($P < 0,05$)
0	Testigo	32,5	a
2	Dos veces / semana	33,9	a
3	Una vez / 2 semana	34,2	a
1	Una vez / semana	34,5	a

3.1.6 Número de bulbos por planta

Tabla 20

Análisis de varianza para el Número de bulbos por planta

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,481	2	0,240	1,773	0,198 N.S.
FA (Dosis)	0,867	2	0,434	3,200	0,065 N.S.
FB (N° aplicaciones)	0,047	2	0,024	0,175	0,841 N.S.
FA * FB	0,097	4	0,024	0,179	0,946 N.S.
Error experimental	2,439	18	0,136		
Total	4,135	29			
C.V. = 11,14%		Promedio = 3,31		$R^2 = 41,0\%$	

Tabla 21

Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el número de bulbos por planta

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (N°)	Duncan ($P < 0,05$)
0	Testigo	3,07	a
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	3,14	a b
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	3,30	a b
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	3,58	b

Tabla 22

Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el número de bulbos por planta

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (N°)	Duncan ($P < 0,05$)
0	Testigo	3,07	a
2	Dos veces / semana	3,31	a
3	Una vez / 2 semana	3,31	a
1	Una vez / semana	3,40	a

3.1.7. Diámetro del bulbo

Tabla 23

Análisis de varianza para el Diámetro del bulbo (mm)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	7,149	2	3,574	3,547	0,050 N.S.
FA (Dosis)	14,254	2	7,127	7,073	0,005 **
FB (N° aplicaciones)	2,836	2	1,418	1,407	0,270 N.S.
FA * FB	7,128	4	1,782	1,768	0,179 N.S.
Error experimental	18,138	18	1,008		
Total	51,895	29			
C.V. = 7,0%		Promedio = 14,35		R ² = 65,0%	

Tabla 24

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el diámetro del bulbo

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (mm)	Duncan (P<0,05)
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	13,2	a
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	14,7	b
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	14,8	b
0	Testigo	15,2	b

Tabla 25

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el diámetro del bulbo

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (mm)	Duncan (P<0,05)
2	Dos veces / semana	13,8	a
1	Una vez / semana	14,4	a b
3	Una vez / 2 semana	14,6	a b
0	Testigo	15,2	b

3.1.8 Rendimiento

Tabla 26

Análisis de varianza para el Rendimiento en kg.ha⁻¹

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	8,490E7	2	4,245E7	23,603	0,000 **
FA (Dosis)	3859335,76	2	1929667,882	1,073	0,363 N.S.
FB (N° aplicaciones)	131795,292	2	65897,646	0,037	0,964 N.S.
FA * FB	4150165,77	4	1037541,444	0,577	0,683 N.S.
Error experimental	3,237E7	18	1798467,346		
Total	1,259E8	29			
C.V. = 15,76%		Promedio = 8507,58		R ² = 74,3%	

Tabla 27

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el rendimiento

Factor A (Dosis)	Descripción	Promedio (Kg/ha)	Duncan (P<0,05)
2	300 ml.ha ⁻¹ de Silicio +EM	8046,08	a
0	Testigo	8124,75	a
3	400 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	8647,61	a
1	200 ml.ha ⁻¹ de Silicio + EM	8956,64	a

Tabla 28

Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de los niveles del Factor B (aplicaciones) en el rendimiento

Factor B (aplicaciones)	Descripción	Promedio (Kg/ha)	Duncan (P<0,05)
0	Testigo	8124,75	a
2	Dos veces / semana	8465,81	a
3	Una vez / 2 semana	8547,64	a
1	Una vez / semana	8636,89	a

3.1.9 Análisis económico

Tabla 29

Análisis económico de los tratamientos estudiados

Trats	Rdto. (T.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x Tn (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (absoluto)	8,12	4.356,90	600,00	4872,00	515,10	0,12
T1	8,79	4.430,23	600,00	5136,00	671,57	0,15
T2	8,56	4.464,43	600,00	5106,00	667,95	0,15
T3	8,51	4.438,05	600,00	5106,00	667,95	0,15
T4	8,61	4.422,66	600,00	5166,00	743,34	0,17
T5	8,22	4.450,49	600,00	4932,00	481,51	0,11
T6	7,31	4.346,09	600,00	4386,00	39,91	0,01
T7	8,5	4.418,79	600,00	5100,00	681,21	0,15
T8	8,61	4.467,21	600,00	5166,00	698,79	0,16
T9	8,82	4.410,29	600,00	5292,00	881,71	0,20

3.2 Discusión

3.2.1 Altura de planta

El análisis de varianza (tabla 5) ha detectado diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para el FA (dosis) y para la interacción FA*FB. La significación estadística en la interacción anula literalmente la interpretación inicial del efecto de los tratamientos. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 44,1% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación (R^2) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre la altura de planta es explicada en un 78,5%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 6) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en altura de planta ha determinado que el tratamiento A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) con el mayor promedio de 28.78 cm de altura de planta superó estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM), A2 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) y A0 (testigo) quienes

obtuvieron promedios de 26,78 cm, 26,35 cm y 25,83 cm de altura de planta respectivamente.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 7) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en altura de planta ha determinado que el tratamiento B2 (Dos veces / semana) con el mayor promedio de 27,90 cm de altura de planta resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos B3 (una vez cada 2 semanas) y B1 (Una vez por semana) con promedios de 27,29 cm 26,72 cm y superando únicamente al B0 (testigo) quien obtuvo el menor promedio con 25,83 cm de altura de planta respectivamente.

Los efectos simples de las Dosis aplicadas de Silicio + EM (Factor A) dentro del número de aplicaciones (Factor B) en la variable altura de planta (gráfico 1) se puede observar que la aplicación de una dosis de 200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM (A1) una vez / cada 2 semanas (B3) alcanzó mayor altura de planta con 29,58 cm y con una dosis de 300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM (A2) y 400 ml.ha⁻¹ de Silicio (A3) con 27,69 cm y 28,09 cm de altura de planta se alcanzaron en combinación con aplicaciones Dos veces / semana (B2).

Los efectos simples del número de aplicaciones (Factor B) dentro de las Dosis (Factor A) en la variable altura de planta (gráfico 2) se observa que con aplicaciones de Una vez / semana (B1), Dos veces / semana (B2) y Una vez / cada 2 semanas (B3) alcanzaron mayores promedios de altura de planta de 28,83 cm, 28,09 cm y 29,58 cm cuando se combinaron con 200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM (A1), 400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM (A3) y 200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM (A1) respectivamente.

En resumen, la mayor altura de planta obtenida para los promedios del factor A (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM), fue una dosis equilibrada que estructuró eficiencia en las funciones fisiológicas y metabólicas en la planta que relacionó con los promedios del factor B (aplicación de dos veces por semana), por la cual se asume que hubo una asimilación adecuada del silicio generando vigorosidad a las plantas tratadas y aumentó la capacidad fotosintética, traduciéndose de esta manera en un incremento de la altura de planta. Corroborando

(http://www.quicksoilchile.com/ficha.TCNICAquicksoil_2013pdf; Valemzuela, 2006; Epstein, 1999; Romero-Aranda, 2006; Gunes, 2006; quienes indican que el silicio, promueve protección a las paredes celulares, tolera el ataque de plagas y enfermedades y aumenta la eficiencia fotosintética. Así mismo el resultado obtenido tiene similitud con los trabajos efectuados por Pinedo (2011); Epstein, (1999); Bent (2008); Quero (2008).

También la aplicación Microorganismos Eficientes (EM), proporcionó la adición de bacterias fotosintéticas, de bacterias ácido lácticas, actinomicetos, hongos fermentadores y de las levaduras, que en conjunto, incrementó mayor síntesis de sustancias útiles y antimicrobiales, que fortaleció la vigorosidad, lo cual explica el porqué del incremento de altura de la planta (Teruo y James, 1996; Córdor *et al.*, 2006).

3.2.2 Longitud del bulbo

El análisis de varianza (tabla 8) no ha detectado diferencias significativas para ninguna fuente de variabilidad. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 4,84% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación (R^2) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre la longitud del bulbo es explicada en un 49,6%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 9) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en longitud del bulbo ha determinado que el tratamiento A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) con el mayor promedio de 22,0 mm de longitud del bulbo superó estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) y A0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 20,7 mm y 20,3 mm de longitud del bulbo respectivamente

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 10) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en longitud del bulbo no ha determinado diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que los tratamiento B2 (Dos veces / semana), B3 (una vez cada 2 semanas), B1 (Una vez por semana) y B0 (testigo) alcanzaron promedios de 21,6 mm, 21,4 mm, 21,0 mm y 20,3 mm de longitud del bulbo respectivamente.

La eficacia de la dosis utilizada en el tratamiento A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) y en el tratamiento B2 (dos veces por semana), estuvo reflejado porque Silicio + EM, estimuló la actividad y salud microbial del suelo e incrementó la disponibilidad de nutrientes, asumiendo mayor eficiencia de las enzimas en la protección de la planta, incrementándose la eficiencia de la actividad del aparato fotosintético, traducándose en una mayor producción de fotosintatos e incrementando de esta manera el longitud del bulbo de la planta (Epstein, 1999; Romero-Aranda, 2006; SENAMHI 2010-2011; Valenzuela, 2006; FCA-UNSM-T, 2010-2011).

3.2.3 Materia seca

El análisis de varianza (tabla 11) ha detectado diferencias significativas ($P < 0,05$) para la fuente de variabilidad FA (Dosis). El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 32,7% se encuentra dentro del rango límite para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación (R^2) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre la longitud del bulbo es explicada en un 54,3%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 12) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en materia seca ha determinado que el tratamiento A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) con el mayor promedio de 5,53 g de materia seca resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) y A2 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) quienes obtuvieron promedios de 4,02 g y 3,88 g de materia seca respectivamente, superando únicamente al promedio alcanzado por tratamiento A0 (testigo) quien obtuvo un promedio de 3,34 g de materia seca.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 13) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en materia seca ha determinado diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que el tratamiento B1 (Una vez por semana) obtuvo el mayor promedio con 5,36 g de materia seca, siendo estadísticamente igual a los tratamientos B3 (una vez cada 2 semanas) y B2 (Dos veces / semana) quienes obtuvieron promedios de 4,32 g y 3,75 g de materia seca respectivamente, superando únicamente al promedio alcanzado por tratamiento A0 (testigo) quien obtuvo un promedio de 3,34 g de materia seca.

3.2.4 Longitud de la raíz

El análisis de varianza (tabla 14) ha detectado diferencias significativas ($P < 0,05$) para la fuente de variabilidad FB (N° de aplicaciones). El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 5,49% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación (R^2) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre la longitud del bulbo es explicada en un 74,9%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 15) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en longitud de la raíz ha determinado que el tratamiento A0 (testigo obtuvo el mayor promedio con 7,0 cm de longitud de raíz, siendo estadísticamente igual al tratamiento A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) con un promedio de 6,6 cm de longitud de raíz, superando estadísticamente a los tratamientos A2 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) y A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) quienes obtuvieron promedios de 6,3 cm y 6,2 cm de longitud de raíz respectivamente.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 16) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en longitud de la raíz ha determinado diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que el tratamiento A0 (testigo) alcanzó el mayor promedio con 7,0 cm de longitud de raíz, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos B1 (Una vez por semana), B3 (una vez cada 2 semanas) y B2 (Dos veces / semana) quienes obtuvieron promedios de 6,5 cm, 6,4 cm y 6,1 cm de longitud de raíz respectivamente.

3.2.5 Peso de la planta

El análisis de varianza (tabla 17) no ha detectado diferencias significativas para las fuentes de variabilidad en estudio. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 15,76% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación (R^2) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre la longitud del bulbo es explicada en un 74,3%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 18) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el peso de la planta, tampoco ha determinado la existencia de diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que los tratamientos A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM), y A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM), A0 (testigo) y A2 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) obtuvieron promedios de 35,8 g, 34,6 g, 32,5 g y 32,2 g de peso de la planta respectivamente.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 19) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en el peso de la planta tampoco ha determinado diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que los tratamientos B1 (Una vez por semana), B3 (una vez cada 2 semanas), B2 (Dos veces / semana) y A0 (testigo) alcanzaron promedios de 34,5 g, 34,2 g, 33,9 g y 32,5 g de peso de la planta respectivamente.

3.2.6 Número de bulbos por planta

El análisis de varianza (tabla 20) no ha detectado diferencias significativas para las fuentes de variabilidad en estudio. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 11,14% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación (R²) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre la longitud del bulbo es explicada en un 41,0%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 21) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el número de bulbos por planta, ha determinado la existencia de diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que el tratamiento A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) alcanzó el mayor promedio con 3,58 bulbos por planta, siendo estadísticamente igual a los tratamientos A2 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) y A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) con promedios de 3,3 bulbos y 3,14 bulbos por planta respectivamente, superando estadísticamente solo al tratamiento A0 (testigo) quien obtuvo un promedio de 3,07 bulbos por planta.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 22) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en el número de bulbos por planta no ha determinado diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que los tratamientos B1 (Una vez por semana), B3 (una vez cada 2 semanas), B2 (Dos

veces / semana) y A0 (testigo) alcanzaron promedios de 3,4 bulbos, 3,31 bulbos, 3,31 bulbos y 3,07 bulbos por planta respectivamente.

3.2.7 Diámetro del bulbo

El análisis de varianza (tabla 23) ha detectado diferencias altamente significativas ($P < 0,05$) para la fuente de variabilidad FA (Dosis). El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 7,0% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación (R^2) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre la longitud del bulbo es explicada en un 65,0%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 24) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en el diámetro del bulbo, ha determinado la existencia de diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que los tratamientos A0 (testigo), A2 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) y A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) con promedios estadísticamente iguales entre sí de 15,2 mm, 14,8 mm y 14,7 mm de diámetro del bulbo respectivamente, superaron estadísticamente al obtenido por el tratamiento A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) quien alcanzó un promedio de 13,2 mm de diámetro del bulbo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 25) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en el diámetro del bulbo ha determinado diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que el tratamiento A0 (testigo) con un promedio de 15,2 mm de diámetro del bulbo estadísticamente igual a los promedios obtenidos por los tratamientos B3 (una vez cada 2 semanas) y B1 (Una vez por semana) con 14,6 mm y 14,4 mm respectivamente, superando estadísticamente al promedio alcanzado por el tratamiento B2 (Dos veces / semana) quien alcanzó un promedio de 13,8 mm de diámetro del bulbo.

3.2.8 Rendimiento T.ha⁻¹

El análisis de varianza (tabla 26) no ha detectado diferencias altamente significativas para las fuentes de variabilidad en estudio. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 15,76% se encuentra dentro del rango para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982) y el Coeficiente de Determinación

(R²) determinó que el efecto de los tratamientos estudiados sobre el rendimiento es explicada en un 74,3%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 27) para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en rendimiento, no ha determinado la existencia de diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que los tratamientos y A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM), A3 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM), A0 (testigo) y A2 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio + EM) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí de 8,956,64 kg.ha⁻¹, 8.647,61 kg.ha⁻¹ , 8.124,75 kg.ha⁻¹ y 8.046,08 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (tabla 28) para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) en el rendimiento, no ha determinado diferencias significativas entre promedios de tratamientos, siendo que los tratamientos B1 (Una vez por semana), B3 (una vez cada 2 semanas), B2 (Dos veces / semana) y A0 (testigo) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí de 8.636,89 kg.ha⁻¹, 8.547,64 kg.ha⁻¹, 8.465,81 kg.ha⁻¹ y 8.124,75 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente. Hecho corroborado por (Sephur, 2009), quien manifiesta que el tratamiento de los suelos con Silicio biogeoquímicamente puede optimizar la fertilidad del suelo mejorando las propiedades hídricas, físicas y químicas del mismo, favoreciendo la asimilación de nutrientes. Por otra parte, la fertilización con Silicio puede aumentar la absorción de fósforo en los suelos ya que desbloquea formas fijadas de P en el suelo y lo pone en formas disponibles para poder ser asimilado por las plantas. Cabe indicar que este hecho es corroborado por (Tangoa, 2009), menciona que hubo un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas por el efecto de la aplicación de diferentes dosis de Microorganismos Eficaces (EM).

3.2.9 Análisis económico

En el análisis económico de los tratamientos estudiados (tabla 29) se puede observar que todos tratamientos han generado riqueza con beneficios netos positivos, calculados sobre un precio base de S/. 600.00 nuevos soles la tonelada de cebolla china. Siendo el T9 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio y 100 ml de EM-Compost-Act aplicado cada 14 días) con un valor B/C de 0,2 y un beneficio neto de S/.881,71 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio y 100 ml de

EM-Compost-Act aplicado cada 7 días) y T8 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio y 100 ml de EM-Compost-Act aplicado cada 3 días) quienes alcanzaron valores B/C de 0,17 y 0,16 con beneficios netos de S/.743,34 y S/.698,79 nuevos soles respectivamente. Este hecho es corroborado por (Tangoa ,2009), que manifiesta los costos de producción se vieron incrementando por la dosis de aplicación de EM.

El tratamiento T6 (300 ml.ha de Silicio y 100 ml De EM-Compost-Ac aplicado cada 14 días) fue el que reportó menor rendimiento y por lo tanto menor valor B/C con 0,01 y un beneficio neto de S/.39,91 nuevos soles.

CONCLUSIONES

- No existió diferencias significativas para los promedios de rendimiento dentro de los niveles del Factor A (Dosis) y dentro de los niveles del Factor B (Número de aplicaciones) y cuyos valores de rendimiento variaron desde 8 956,64 kg.ha⁻¹ para el A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + Microorganismos eficaces) y 8 636,89 kg.ha⁻¹ para B1 (aplicación una vez por semana). Siendo este resultado similar al peso promedio obtenido por la planta.
- Para promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en longitud de la raíz el tratamiento A0 (testigo) obtuvo el mayor promedio con 7,0 cm de longitud de raíz, siendo estadísticamente igual al tratamiento A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + Microorganismos Eficaces) con un promedio de 6,6 cm de longitud de raíz. Así mismo, para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) se ha que el tratamiento A0 (testigo) alcanzó el mayor promedio con 7,0 cm de longitud de raíz, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los demás tratamientos.
- Para los promedios de los niveles del Factor A (Dosis) en altura de planta el tratamiento A1 (200 ml.ha⁻¹ de Silicio + Microorganismos Eficaces) con el mayor promedio de 27 cm de altura de planta superó estadísticamente a los promedios alcanzados por los demás tratamientos. Así mismo, para promedios de los niveles del Factor B (Aplicaciones) el tratamiento B2 (Dos veces / semana) con el mayor promedio de 27, 9 cm de altura de planta resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos B3 (una vez cada 2 semanas) y B1 (Una vez por semana) con promedios de 27,29 cm 26,72 cm y superando únicamente al B0 (testigo).
- La evaluación de las variables longitud del bulbo, materia seca, número de bulbos por planta y diámetro del bulbo no se han constituido en indicadores del efecto de los tratamientos estudiados.
- El T9 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio + 100 ml de EM-Compost-Act aplicado cada 14 días) reportó en mayor valor B/C de 0,2 y un beneficio neto de S/.881,71 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio y 100 ml de EM-Compost-Act

aplicado cada 7 días) y T8 (400 ml.ha⁻¹ de Silicio y 100 ml de EM-Compost-Act aplicado cada 3 días) quienes alcanzaron valores B/C de 0,17 y 0,16 con beneficios netos de S/. 743,34 y S/. 698,79 nuevos soles respectivamente.

- El tratamiento T6 (300 ml.ha⁻¹ de Silicio y 100 ml de EM-Compost-Ac aplicado cada 14 días) fue el que reportó menor rendimiento y por lo tanto menor valor B/C con 0,01 y un beneficio neto de S/.39,91 soles.

RECOMENDACIONES

- La aplicación de 400 ml.ha⁻¹ de Silicio y 100 ml de EM-Compost-Act aplicado cada 14 días, puesto que fue el tratamiento que mayor rendimiento y beneficio neto obtuvo.
- Realizar futuras investigaciones con Silicio y 100 ml de EM-Compost-Act identificando variables predictoras más idóneas para detectar el efecto de los tratamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adatia, M. H. y R. T. Besford, (1986). "*The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution*". Ann. Botanic. London - England. 1986. pp. 58: 343-351.
- Aixtron, (2009). "*Uso de enmiendas en suelo para mejorar la producción orgánica*".
- Bent, E. (2008). "*Lo que no sabíamos del Silicio*". Bergamo – Italia. 2008.
- Booner., J y Galston. A. W. (1965). *Principios de Fisiología Vegetal*. Cuarta Edición Madrid, Editorial Aguilar S.A. 258 pp.
- Brewster, J. L. (1994). *Crip Production Science in Horticulture*. Ab International. Oxon (UK).
- Calzada, B. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Editorial Milagros S. A. Lima-Perú. 644 Págs.
- Casseres, E. (1984). *Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. 2da Edición. San José – Costa Rica. 386 pp.
- Clarke, G. L. (1963). "*Elementos de Ecología*". Segunda Edic. Barcelona. Editorial Omega. 372 pp.
- Datnoff, L.E.; Raid, R.N.; Snyder, G.H., Jones, D.B. (1990). *Evaluation of calcium silicate slag and nitrogen on brown spot, neck rot, and sheath blight development on rice*. Biological and Cultural Tests for Control of Plant diseases, St. Paul, v.5, p.65
- Datnoff, L. E.; Raid, R.N.; Snyder, G.H; Jones, D.B. (1991). *Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice*. Plant Disease. 75(7):729-732
- Epstein, E. (1999). "*Silicon*. Annu. Revista. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol". 50: 641-664.
- Fauteux F, Rémus-Borel W, Menzies JG, Bélanger RR (2005). *Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi*. FEMS Microbiol. Lett. 249: 1-6.

- Furcal y Herrera, (2013). *Aplicación y asimilación de Si tiende a reducir la incidencia y severidad de enfermedades e insectos en el cultivo del arroz*.
- Gunes A, Inal A, Bagci EG, Pilbeam DJ (2007). *Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-b toxic soil*. Plant Soil 290: 103-114.
- Holdridge, P. C. L. Ecología basada en zonas de vidas.
- Espasa Calpe. (1979). *Enciclopedia Universal Ilustrado*. Europeo Americano. Tomo XII. Madrid Barcelona, Impreso en España. 799 pp.
- Jones, H. (1963). *Onions and Their Allies Botany Cultivation and utilization*. London/Leonard Hell (Books) Limited Interscience Publishfer. Inc. New York.
- Laboratorio de suelos de la FCA-UNSM-T. (2010). *Características físicas y químicas del suelo antes de la siembra y después de la cosecha*.
- Loaiza, (2003). *El silicio como elemento benéfico en hortalizas, respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo*. Colombia. V.25.
- Loué, A. (1988). *Los microelementos en la agricultura*. Silicio. Ed. Mundi-Prensa, Brasil. pp. 208-211.
- Maroto, J. V. (1986). *Horticultura Herbácea Especial*. 2da Edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. 590 pp.
- Miyake, Y. y E. Takahashi, (1983). “*Effect of silicon on the growth of solution-cultured cucumber plant. Soil Science*”. Plant Nutrition. Pp. 29: 71-83.
- Matichenkov, V. V. (2010). *Patent Application Publication*. Doral, FL (US).
- Morikawa CK, Saigusa M (2004). *Mineral composition and accumulation of silicon in tissues of blueberry (Vaccinum corymbosus cv. Bluecorp) cuttings*. Plant Soil 258: 1-8.

- Osuna-Canizales, F.J.; DeDatta, S.K; Bonman, J.M. (1991). *Nitrogen form and silicon nutrition effects on resistance to blast disease of rice*. Plant and Soil, The Hague, v.135, p.223-231.
- Pinedo, G. J. A. (2011). *Evaluación de dosis de silicio en el rendimiento del pepino híbrido (cucumis sativus L) variedad stonewall fl, Lamas – San Martin*.
- Piperno DR, Holst I, Weassel-Beaver L, Andrés TC (2002). *Evidence for the control of phytolith formation in Cucurbita fruits by the hard rind (Hr) genetic locus: archeological and ecological implications*. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 99: 10923-10928.
- Quero, E; Cárdenas, C. (2006). *Nueva tecnología para optimizar la producción agrícola tecnificada y tradicional y mejorar la calidad agrícola de los suelos*. Instituto Tecnológico Superior de Uruapan. 16p.
- Ramm, R. (2008). *“Ensayos de aplicación de silicio en hortalizas” – México*. D.F – México 2008.
- Romero-Aranda M, Jurado O, Cuartero J (2006). *Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status*. J. Plant Physiol. 163: 847-855.
- Salvant, N., G. Snyder y L. Danoff. (1997). *Silicon management and sustentable rice production*. Adv. Agr. 58, 151-199.
- Sarli, A. (1980). *Horticultura* Ed. Omega S.A. Barcelona – España. S/u.
- Schwarz, M. (1985). “The use of saline water in hydroponics”. Soilless Culture. Pp. 1: 25-34.
- Servicio nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2010-2011). *Datos Meteorológicos del distrito de Lamas. Estación Climática Ordinaria de Lamas*. Dirección regional. Tarapoto.

- Terraza, P. S. Baca, C. A. Gonzales, C. R. (2004). “*Silicio y potencial osmótico de la solución nutritiva en el crecimiento de pepino*”. Universidad Autónoma de Chapingo. Vol. 22 – Número 4. Chapingo – México. Pp. 467 – 473.
- Teruo, H. y James, F. (1996). *Manual de aplicación del EM para los países del Apnan (Red de Agricultura Natural del Asia/Pacífico*. Segunda Edición – Tucson, Arizona. 18 Págs.
- Vargas, S. V. R. (1996). *Tesis Cultivo de Cebolla China en un sustrato mejorado*. Iquitos – Perú. 65 pp.
- Wang Y, Stass A, Hörst WJ (2004). *Apoplastic binding of aluminum is involved in silicon-induced amelioration of aluminum toxicity in maize*. Plant Physiol. 136: 3762-3770.
- Wild, A (1992). *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell*. Mundi-Prensa. Madrid. 1045p.
- Winslow, mD. (1992). *Silicon, disease resistance, and yield of rice genotypes under upland cultural conditions*. crop science 32:1208-1213.

Linkografía Visitada

- Beyon International, Inc. (2012). Quick-Sol. Resultados. http://www.quick-sol.com/spanish/documents/Folleto_de_Quick-Sol.pdf.
- Bacom, (2009). “Cultivos Agroecologicos” - www.blue-arena.com
- Chaudhary, R. C. Nanda, J. S.; Tran, D. V. 2003. guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Problemas y limitaciones de la producción de arroz. Depósito de documentos de la Fao (organización de las naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). Departamento de agricultura. Roma 2003 (en línea). consultado 29 set. 2008. Disponible en http://books.google.co.cr/books?id=Xj_uqJ_by9mc&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false.
- Cóndor_Golec, A. F, Gonzáles, P. P.y Lokare. CHI. (2007). Microorganismos eficaces: mito o realidad?. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>.

- Hernández G., R (2002). Nutrición mineral de las plantas. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes-Mérida, Venezuela. Disponible en www.forest.ula.ve/-rubenhg. Consultado el 11 de diciembre de 2008.
- LAVeRDAD.es <http://www.laverdad.es/murcia/20080428/local/region/imida-constata-eficacia-biosolarizacion-200804281343.html>
- Quero, E. (2007). Doce virtudes del silicio. Biotecnología. Abril 2007. N° 63. Teorema ambiental. Revista Técnico Ambiental. Editorial 3W México S.A de CV. Consultado el 29 de septiembre de 2008. Disponible en: www.teorema.com.mex
- Quero, E. (2008). “Protección y conservación para una alimentación sana” www.loquequero.com/portal/index.php.
- Quick Sol Chile Ltda, (2000). Ficha técnica uso de Quick SolR en cebollas, www.quicksol.com.
- Viana, J.E (2008). El silicio y la mosca blanca. Agromil. Tolima.Colombia. Consultado el 15 de septiembre de (2008). Disponible en www.silicioagromil.com.
- Weaver, J. E. (1965). Ecología Vegetal. Segunda Edición. Editorial Aguilar. Madrid. 279 pp.
http://www.udec.cl/panoramaweb/index.php?option=com_content&task=view&id=577&Itemid=2

ANEXOS

Anexo 1: Análisis nematológico después de la bio-solarización, antes de la siembra

Análisis Nematológico después de la bio-solarización - 1 mes y medio después					
Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Individuos/100 cc
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>	27
Nematoda	Secernentea	Tylenchida	Hoplolaimidae	<i>Helicotylenchus</i>	31
Nematoda	Secernentea	Tylenchida	Meloidogynidae	<i>Meloidogyne</i>	8
Nematoda	Adenophorea	Tylenchida	Pratylenchidae	<i>Pratylenchus</i>	16
Nematoda	Enoplea	Monochida	Mononchidae	<i>Mononchus</i>	8
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	1
Nematoda	Secernentea	Tylenchida	Anguinidae	<i>Ditylenchus</i>	1

Anexo 2: Análisis nematológico después de la cosecha

Análisis Nematológico en la cosecha					Bloque I	Bloque II	Bloque III
Tratamiento 0					Individuos /100 cc	Individuos /100 cc	Individuos /100 cc
Filo	Clase	Orden	Familia	Género			
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>	99	79	106
Nematoda	Enoplea	Monochida	Mononchidae	<i>Mononchus</i>	0	7	0
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	7	0	0
Nematoda	Secernentea	Tylenchida	Anguinidae	<i>Ditylenchus</i>	0	7	0
Tratamiento 1					106	99	99
Tratamiento 2					185	99	73
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>			
Nematoda	Enoplea	Monochida	Mononchidae	<i>Mononchus</i>	7	0	0
Tratamiento 3					125	46	53
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>			
Nematoda	Secernentea	Tylenchida	Hoplolaimidae	<i>Helicotylenchus</i>	0	0	7
Nematoda	Adenophorea	Tylenchida	Pratylenchidae	<i>Pratylenchus</i>	0	0	7
Nematoda	Enoplea	Monochida	Mononchidae	<i>Mononchus</i>	0	0	7
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	7	0	0
Tratamiento 4					145	59	53
Tratamiento 5					73	99	158
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>			
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	0	7	0
Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Tylenchidae	<i>Tylenchus</i>	0	7	0
Tratamiento 6					66	191	59
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>			
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	0	7	7
Nematoda	Secernentea	Tylenchida	Anguinidae	<i>Ditylenchus</i>	7	0	0
Tratamiento 7					92	46	92
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>			
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Xiphinematidae	<i>Xiphinema</i>	7	0	0
Nematoda	Enoplea	Monochida	Mononchidae	<i>Mononchus</i>	7	0	0
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	0	0	7
Tratamiento 8					231	59	47
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>			
Nematoda	Enoplea	Monochida	Mononchidae	<i>Mononchus</i>	0	0	89
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	7	0	0
Nematoda	Secernentea	Tylenchida	Anguinidae	<i>Ditylenchus</i>	0	0	13
Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Tylenchidae	<i>Tylenchus</i>	7	0	0
Tratamiento 9					112	46	40
Nematoda	Secernentea	Rhabditida	Rhabditidae	<i>Rhabditido</i>			
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Trichodoridae	<i>Trichodorus</i>	7	0	0