

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS DE GRADO:

PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO.

Tema:

Obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de Gypsophila (*Gypsophila paniculata*) variedad Perfecta en la zona de El Quinche, provincia de Pichincha

Autor: Iván Bladimir Jaramillo Villa.

Director: Ing. Augusto Espinoza Carrión

El Ángel – Carchi – Ecuador
2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA

TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

Tema:

“Obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata*) variedad Perfecta en la zona de El Quinche, provincia de Pichincha”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Mora Castro MBA.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Joffre León Paredes MBA:

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Félix Ronquillo Icaza MBA.

VOCAL PRINCIPAL

El contenido del presente trabajo, su investigación, resultados,
conclusiones y recomendaciones es de exclusiva responsabilidad del
autor.

Juán Bladimir Jaramillo Villa

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por su gran bondad, a mis Padres por ser mi inspiración, a mis seres queridos por su cariño motivación y apoyo para ayudarme a culminar con éxito mi sueño y mi objetivo.

Jván Bladimir Jaramillo Villa

AGRADECIMIENTOS

A La empresa PRONACA, a los Sres. Dr. Germán Romo, Ing. Víctor Castellanos, Dr. Milton Floril, Dr. Fausto Tapia, y a todos mis compañeros que creyeron en mí brindándome su apoyo y respaldo a lo largo de toda mi carrera.

A la finca Nuevos horizontes y su propietario Sr. Lcdo. Arturo Izurieta, por facilitarme sus instalaciones y su conocimiento en el cultivo de Gypsophila.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

A mi Director de tesis el Sr. Ing. Agr. Augusto Espinoza por su aporte y constancia en la realización del presente trabajo de investigación.

Al los miembros del Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITTE) Faciag. a su director Sr Ing. Joffre León Paredes y a su secretaria Sra.Lcda. Emilia Meneses.

Juan Vladimir Jaramillo Villa

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos.....	2
1.1.1	Objetivo general.	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	El cultivo de <i>Gypsophila</i>	3
2.1.1	Generalidades	3
	Al hablar del cultivo de <i>Gypsophila</i> (Castrillon Gallardo, 2011) señala lo siguiente:	3
2.1.2	Requerimientos climáticos	4
2.1.3	Clasificación taxonómica	6
2.1.4	Desinfección del suelo.....	8
2.1.5	Densidad de siembra.....	9
2.1.6	Tutorado	9
2.1.7	Peinado y guiado.	9
2.1.8	Riego.....	9
2.1.9	Fertirrigación.	11
2.1.10	Cosecha.....	12
2.1.11	Postcosecha.....	12
2.2	Efectos fisiológicos del silicio	14

2.2.1	Fuentes y extracción del silicio	15
2.2.2	El silicio en fertilización.....	16
2.2.3	El silicio en la nutrición de las plantas.	17
2.2.4	El silicio en la cascarilla de arroz.	20
2.2.5	Efectos del silicio en la resistencia contra plagas y enfermedades.....	21
3	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1	Ubicación y Descripción del Área Experimental.....	23
3.2	El campo experimental tiene las siguientes características.....	23
3.3	Características climáticas.....	23
3.4	Suelos.....	24
3.5	Material de Siembra.....	24
3.6	Factores estudiados.....	25
3.7	Tratamientos	25
3.8	Métodos	25
3.8.1	Diseño Experimental.....	26
3.8.2	Características del lote experimental.....	26
3.9	Manejo del ensayo.....	26
3.9.1	Obtención de silicio.....	26
3.9.2	Preparación del campo experimental.....	27
3.9.3	Delimitación de parcelas.....	27
3.9.4	Aplicación de silicio.....	27

3.9.5	Manejo del cultivo.....	28
3.10	Datos Evaluados.....	31
3.10.1	Altura de planta a la cosecha.....	31
3.10.2	Peso verde de los tallos que conforman un bonche.....	31
3.10.3	Peso seco de los tallos de los bonches.....	31
3.10.4	Altura de tallo.....	32
3.10.5	Numero de tallos para armar bonches.....	32
3.10.6	Relación peso tallos secos /peso tallos verde.....	32
3.10.7	Porcentaje de peso tallos seco versus peso tallos verde.....	32
3.10.8	Análisis económico.....	32
4	RESULTADOS.....	34
4.1	Altura de planta.....	34
4.2	Altura de tallo.....	34
4.3	Peso de materia verde.....	37
4.4	Peso seco.....	37
4.5	Relación Peso Verde /Peso Seco.....	39
4.6	Relación Peso Seco / Peso Verde.....	39
4.7	Número de bonches.....	41
4.8	Análisis químico del Silicio.....	43
4.9	Resultado de análisis (N-P-K) antes y después de aplicación de silicio....	43
4.10	Análisis económico.....	44

5	DISCUSIÓN.....	46
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
7	RESUMEN.....	50
	SUMMARY	52
8	LITERATURA CITADA.....	53
	ANEXOS.....	55
	Anexo 1. Valores promedios y ADEVA de variables evaluadas.	56
	Anexo 2. Análisis de silicio 1.....	65
	Anexo 3. Análisis de silicio 2.....	66
	Anexo 4. Análisis de silicio 3.....	67
	Anexo 5. Análisis de suelo 1.....	68
	Anexo 6. Análisis de suelo 2.....	70
	Anexo 7. Costos de producción de una hectárea de Gypsophila	72
	Anexo 8: Distribución del área experimental.....	73
	Anexo 9: Figuras del experimento.	74

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Programa de fertirrigación de la finca Nuevos Horizontes. FACIAG. UTB. 2014	11
Cuadro 2 Dosificación para hidratación flor cortada. FACIAG. UTB. 2014	12
Cuadro 3 Dosificación para hidratación flor cortada en cuarto oscuro. FACIAG. UTB. 2014	13
Cuadro 4 Análisis de suelo. FACIAG. UTB. 2014.....	24
Cuadro 5 Tratamientos evaluados en el estudio. FACIAG. UTB. 2014.....	25
Cuadro 6 Dosis de silicio en los tratamientos estudiados. FACIAG. UTB. 2014 ...	28
Cuadro 7 Programa fitosanitario aplicado en el cultivo de <i>Gypsophila</i> en la finca Nuevos Horizontes. FACIAG. UTB. 2014	30
Cuadro8: Productos utilizados en la hidratación en post-cosecha en el cultivo de <i>Gypsophila</i> en la finca Nuevos Horizontes. FACIAG. UTB. 2014	31
Cuadro 9 Costos de producción de Silicio. FACIAG. UTB. 2014	33
Cuadro 10 Promedios de altura de planta a la cosecha y altura de tallo comercial en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila</i> (<i>Gypsophilia paniculata</i> L.). FACIAG. UTB. 2014.	36
Cuadro 11 Promedios de peso en materia verde y en seco en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila</i> (<i>Gypsophilia paniculata</i> L.). FACIAG. UTB. 2014.	38
Cuadro 12 Promedios de la relación porcentaje de Peso Seco/Peso Verde (PS/PV) y Peso Seco/Peso Verde (PS/PV) en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila</i> (<i>Gypsophilia paniculata</i> L.). FACIAG. UTB. 2014.	40

Cuadro 13 Promedios de Número de Bonche (NB) en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila (Gypsophilia paniculata L.)</i> . FACIAG. UTB. 2014.	42
Cuadro 14 Informe de ensayo de obtención de silicio (Si) obtenido de la cascarilla de arroz en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila (Gypsophilia paniculata L.)</i> . FACIAG. UTB. 2014.	43
Cuadro 15 Resultado de análisis (N-P-K) antes de aplicación de silicio, inicio de cultivo en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila (Gypsophilia paniculata L.)</i> . FACIAG. UTB. 2014.	44
Cuadro 16 Resultado de análisis (N-P-K) antes de aplicación de silicio, a la cosecha en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila (Gypsophilia paniculata L.)</i> . FACIAG. UTB. 2014.	44
Cuadro 17 Análisis económico de aplicación de silicio, a la cosecha en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de <i>Gypsophila (Gypsophilia paniculata L.)</i> . FACIAG. UTB. 2014.	45
Cuadro 18 Valores promedios para la variable peso de materia verde en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de <i>gypsophila</i> FACIAG. UTB. 2014	56
Cuadro 19 ADEVA para la variable peso de materia verde en el estudio aplicación de silicio en el cultivo de <i>gypsophila</i> . FACIAG. UTB. 2014.....	56
Cuadro 20 Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en el estudio aplicación de silicio en el cultivo de <i>gypsophila</i> . FACIAG. UTB. 2014	57
Cuadro 21 Prueba Tukey al 5 % de probabilidad para dosis en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de <i>gypsophila</i> . FACIAG. UTB. 2014	57

Cuadro 22 Valores promedios para la variable peso de materia seca en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014	58
Cuadro 23 ADEVA para la variable peso de materia seca en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014.....	58
Cuadro 24 Valores promedios para la variable altura de planta en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014	59
Cuadro 25 ADEVA para la variable altura de planta en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014	59
Cuadro 26 Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila.FACIAG. UTB. 2014	60
Cuadro 27 Prueba Tukey al 5 % de probabilidad para dosis en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014	60
Cuadro 28 Prueba DMS al 5 % de probabilidad para frecuencia de aplicación en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014.....	60
Cuadro 29 Valores promedios para la variable altura de tallo en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014	61
Cuadro 30 ADEVA para la variable altura de tallo en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014	61
Cuadro 31 Valores promedios para la variable número de bonche en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014	62
Cuadro 32 ADEVA para la variable número de bonche en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014.....	62
Cuadro 33 Valores promedios para la variable relación peso seco /materia verde en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014.....	63
Cuadro 34 ADEVA para la variable relación peso seco /materia verde en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014.....	63

Cuadro 35 Valores promedios para la variable relación materia verde / peso seco en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014 64

Cuadro 36 ADEVA para la variable relación materia verde / peso seco en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila.FACIAG. UTB. 2014 64

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Randomización del área experimental.....	73
--	----

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Pesaje de cascarilla de arroz.	74
Figura 2. Muestra de cascarilla de arroz.	74
Figura 3. Dosificación de cascarilla.	74
Figura 4. Cocción de cascarilla.	74
Figura 5. Tamizado de producto obtenido (Si)	74
Figura 6. Embazado (Si).....	74
Figura 7. Producto obtenido (Si).....	74
Figura 8. Preparación de camas.....	74
Figura 9. Cultivo Gypsophila trasplante.	75
Figura 10. Cultivo Gypsophila 30 días.....	75
Figura 11. Cultivo Gypsophila 40 días.....	75
Figura 12. Cultivo Gypsophila 45 días.....	75
Figura 13. Delimitación y rotulación UE	75
Figura 14. Campo experimental primera fase.	75
Figura 15. Calculo de aforos.	75
Figura 16. Profundidad de riego – humedad.	75

Figura 17. Toma de muestras de suelo.....	76
Figura 18. Medición pH para solución (Si).....	76
Figura 19. Silicio (Si).....	76
Figura 20. Dosificación silicio (Si).	76
Figura 21. Aplicación silicio (Si).	76
Figura 22. Campo experimental.	76
Figura 23. Cultivo en fase de floración.	76
Fig 24. Visita director de tesis Ing. Espinoza.....	76
Figura 25. Cultivo en fase de floración.	77
Figura 26. Cosecha en campo.	77
Figura 27. Cosecha R2T7.....	77
Figura 28. Hidratación pos-cosecha R4T1.....	77
Figura 29. Tallos post-cosecha R4T1.....	77
Figura 30. Pesado de tallos.....	77
Figura 31. Bonches T7.	77
Figura 32. Hidratación post-selección.....	77

1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata*), es originaria de muchas regiones, entre ellas Europa, Asia Central y Norte América. Este cultivo presenta flores maravillosas no solo por la belleza de su presentación sino por lo mucho que falta por descubrir sobre estas plantas.

El desarrollo genético en esta especie hace que se presente en formas simples o dobles y además una infinidad de colores. Es una planta con una floración en producción sucesiva, permite cubrir su frondoso follaje con múltiples tallos de pequeñas flores de vivos colores. Por su agradable belleza es ideal para arreglos florales por lo que su demanda es creciente tanto en nuestro país como para exportación.

Nuestro país por su posición geográfica tanto en latitud como en longitud, presenta las condiciones ideales de micro climas y luminosidad que proporciona características únicas para producir una infinidad de flores de la más bella calidad, siendo hoy en día consideradas como las mejores del mundo.

Este cultivo se viene desarrollando en forma creciente en nuestro país gracias a los mercados internacionales que generan una alta demanda, esto ha permitido ingresos de divisas para el país.

El cultivo de *Gypsophila* como las demás especies vegetales al ser sometidas a una producción forzada, demanda de exigencias nutricionales y manejos sostenibles que permitan cuantificar un excelente rendimiento tanto en calidad como en cantidad.

Es así que el uso equilibrado de determinados elementos nutricionales indispensables por su modo de acción y mecanismos que inciden en el desarrollo vegetal, cobran hoy en día gran importancia en los planes nutricionales de cultivo.

Dentro de ese gran número de elementos indispensables se encuentra el silicio (Si), que resulta un elemento poco conocido por los agricultores y comercialmente no existen muchos fertilizantes foliares específicos con Silicio en el mercado, lo que contribuye a que se lo use muy escasamente y no se aprovechen sus bondades en la producción y en el desarrollo vegetativo.

El silicio se lo puede explotar de forma natural y artesanal gracias al aporte de muchos elementos que pueden brindar una alta concentración, como es la cascarilla de arroz.

La finalidad del presente trabajo de investigación es conocer las bondades del Silicio, el cual al ser aplicado con fines de incrementar la producción en cualquier cultivo se puede convertir en un gran aliado de la agricultura, además esta investigación demuestra la manera más práctica para su obtención a partir de la cascarilla de arroz, abaratando costos e incentivando su uso, pues por su bajo costo de obtención, el agricultor tendrá a su disposición para hacer ensayos de aplicación en diferentes dosis, los resultados obtenidos tienen ciertas limitaciones

Por lo antes mencionado la presente investigación se enfoca en la obtención y aplicación de Silicio orgánico a partir de la cascarilla de arroz, la cual permite a los agricultores capacitarse para que puedan aprovechar los beneficios del Silicio, lograr que mejoren su producción agrícola, siendo más competitivos y rentables.

Cabe destacar que este proyecto es totalmente sostenible en el tiempo, pues es: económicamente rentable y no afecta al medio ambiente.

1.1 Objetivos.

1.1.1 Objetivo general.

Determinar la obtención de Silicio orgánico de la cascarilla de arroz y evaluar la eficiencia de su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata*) variedad Perfecta.

1.1.2 Objetivos específicos.

- 1) Evaluar la concentración de silicio (Si) mediante la obtención de cocción de cascarilla de arroz a diferentes tiempos.
- 2) Evaluar el rendimiento agronómico del cultivo de *Gypsophila* en dos etapas fenológicas sometido a tres dosis de silicio.
- 3) Analizar económicamente los tratamientos aplicados.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El cultivo de *Gypsophila*

2.1.1 Generalidades

Al hablar del cultivo de *Gypsophila* Castrillon (2011), señala lo siguiente:

La *Gypsophila* son flores asombrosas no solo por la belleza de sus flores sino por el hecho de lo poco que se sabe acerca de ellas. Cualquier persona que viaja a los valles no puede dejar de notar estos largos tallos cuando están floreciendo.

La *Gypsophila* es originaria de muchas regiones, entre ellas Europa, Asia Central y Norte de América. Pertenece a la familia de las Cariofiláceas.

El nombre de *Gypsophila* proviene de la palabra griega Gypsos, que significa yeso, y Philos, que significa amor; así pues, el nombre significa que es amante de los suelos calizos.

Este tipo de flor se presenta en formas simples o dobles y en una gran variedad de colores. La floración, que se produce de manera sucesiva, cubre los múltiples tallos de pequeñas flores de vivos colores. Se mezcla bien con cualquier tipo de flor y es muy apta para secar.

Las flores ecuatorianas son consideradas como las mejores del mundo por su calidad y belleza inigualables.

La situación geográfica del país permite contar con micro climas y una luminosidad que proporciona características únicas a las flores como son: tallos gruesos, largos y totalmente verticales, botones grandes y colores sumamente vivos y mayor número de días de vida en florero.

Constituye los ramos o bunch cortados de *Gypsophila Paniculata*, de las variedades Perfecta, Bristol Fairy, Elegants, Flor Muralis, Repens, Showybaby sbreath y Flamingo. Todas estas variedades presentan inflorescencias de diferentes colores.

Los tallos florales pueden estar muy frescos y pueden presentarse solos o combinados con otras flores. Como flor de relleno su demanda se mantiene durante todo el año; sin embargo, como producto único la demanda en Estados Unidos disminuye debido a la producción local y a la oferta de otros países.

Las ramas para exportación deben tener tallos rectos, firmes, de alrededor de 50 cm. de longitud y está exento de hojas. La apertura floral oscila entre un 50 y 60%.

2.1.2 Requerimientos climáticos

Las exigencias meteorológicas que necesita la *Gypsophila paniculata* según Castrillon (2011), se presentan de la siguiente manera:

Zona ecológica: Bosque seco montano bajo y estepa espinosa montano bajo, según clasificación de Holdridge.

Altitud: 1.800 – 2.700 m.s.n.m. lo óptimo: 2.200 – 2.500.

Temperatura anual media: 20 – 25° C. (Diurna), 12 – 15°C (nocturna).

Precipitación: 500 – 800 mm. al año.

Humedad relativa: 60 – 90%

Luminosidad: Requiere exposición plena a la luz para florecer, de alrededor de 12 y 18 horas de brillo solar.

Suelos: Preferentemente profundos, de topografía regular, con textura media, franco arenosa y estructura permeable facilita el buen drenaje; rico en materia orgánica. Ph: 6 y 7

Manifiesta Alvarado (2000), la distribución natural y hábitos de crecimiento del cultivo de *Gypsophila* está bajo las siguientes características.

La planta es de hábito herbáceo, de apariencia difusa debido a las ramificaciones. Es una planta de día largo (14-18 horas) semiperenne, originaria de la zona templada, de cuatro estaciones, con un ciclo vegetativo entre 2 y 3 años. La primera cosecha toma entre 120 y 150 días desde la siembra, posteriormente se cosecha cada 120 – 130 días.

En Ecuador, por sus características de luminosidad es necesario un suplemento artificial de luz de 6 a 10 horas por día, hasta que la planta presente un 80% de espigamiento. Luego de la siembra las plantas estarán listas para el primer corte, en alrededor de 150 días. Las *Gypsophila* prosperan sobre terrenos corrientes, bien drenados y que no presenten una deficiencia en cal. Esta especie prefiere suelos arenosos, sueltos, profundos. La Relación ideal del suelo es: 71% arena, 14% limo, 15% arcilla. Prefiere suelos básicos, no siendo aconsejable su cultivo en suelos de pH menor de 6,5.

El rango óptimo de temperatura para el cultivo de *Gypsophila* se encuentra entre 20 a 25°C hasta un máximo de 31°C. En las zonas en que no se encuentra éstas condiciones se procede a realizar el cultivo bajo invernadero.

Suelo y humedad relativa: La *Gypsophila* puede ser cultivada en todos los tipos de suelo, siempre que se levanten camas que provean al mismo de un buen drenaje y ventilación.

Luz: Para la floración un factor importante es la iluminación, se trata de una especie de día largo que necesita un mínimo de 12 y 18 horas de brillo solar; si esto no ocurre la planta se mantiene vegetativa.

Con la luz artificial durante la noche se logra reducir el período de oscuridad a períodos más cortos, ya que promueve la elongación y completan el ciclo de floración uniforme. La luz artificial se comienza a aplicar a partir de la tercera o cuarta semana después de la siembra

Etapas de desarrollo: tras la plantación, veremos el desarrollo de un único tallo central. Más tarde, aparecen tallos secundarios desde la base de la planta.

El desarrollo de la planta pasa por cuatro fases: vegetativa, inducción, elongación e iniciación floral y formación de la flor y floración.

Cuando la planta es estimulada por días largos (en crecimiento natural) o con iluminación artificial (en cultivo forzado), los brotes se elongan, formando tallos que finalmente florecen.

El crecimiento es rápido cuando la temperatura es alta y los días son largos (de 14-16 horas). El ciclo es entonces de 50 a 60 días, pero la calidad es mediocre. Esto ocurre

tras las siembras o podas de verano.

El crecimiento es lento cuando la temperatura es baja, pero mantenemos los días largos. Entonces el ciclo es de 80 a 120 días, y la calidad es óptima, esto ocurre en plantaciones o podas de otoño e inicio de invierno.

2.1.3 Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica de la *Gypsophila* según InfoAgro (2010), se da de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Caryophyllidae
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Caryophyllaceae
Tribu:	Caryophylleae
Género:	<i>Gypsophila</i>
Especie:	<i>G.paniculata</i>

Gypsophila paniculata L. es una planta perenne de origen silvestre, cultivada de forma ornamental en jardines, y de uso común en la floristería, como follaje y relleno en arreglos florales. Se le conoce comúnmente como nube, velo de novia, gypsophila o gypso. Es una de las plantas más conocidas del género *Gypsophila*.

Es originaria de Europa Oriental, Siberia y Asia Central, y vive en las estepas en suelos secos, arenosos y pedregosos, a menudo calizos al igual que otras especies del género *Gypsophila*.

La planta mide entre 90 y 120 cm. y tiene numerosos ramilletes de pequeñas flores de 3-10 mm de diámetro con cinco pétalos blancos, es sensible a las temperaturas bajas. Necesita de grandes cantidades de luz solar directa.

Solagro (2014), manifiesta que en el Ecuador existen aproximadamente unas 400 hectáreas sembradas de este producto, es importante indicar que nuestro país es el mayor productor debido a que reúne las condiciones para la siembra en la intemperie, como la luz perpendicular del sol y la temperatura (entre 5 y 27 grados centígrados). Este cultivo requiere en promedio entre 12 y 15 horas /día. Cuando el número de horas de luz solar son cortas es necesario suplementarlas en la noche. La altitud varía entre 1500 y 2700 msnm.

Según InfoAgro (2010), la *Gypsophila* prefiere suelos francos, profundos, porosos, con buen drenaje, alto contenido en materia orgánica y un pH óptimo entre 6,5 y 7,5. Esta planta es sensible a la salinidad, por lo que se recomienda no plantar en suelos con una conductividad eléctrica superior a 2 mmhos /cm².

INDAP (2007), manifiesta que la mejor manera para realizar la propagación es la siguiente:

La propagación se hace por esquejes de unos 7,5 centímetros de longitud, se enraízan en arena a una distancia entre 5-6 centímetros. Puede constituir una ayuda eficaz el empleo de hormona de enraizamiento como Rootone para estimular el enraizamiento.

Para el enraizamiento se pueden colocar en cajoneras o cajones cubiertos de vidrio o en camas de multiplicación dotadas de mist o neblina, para darles alta humedad ambiental. Los esquejes son muy delgados y por lo tanto difíciles de hacer.

Otra forma de multiplicación es separando las plantas.

Hay que considerar que las variedades modernas o mejoradas tienen patentes y no deben ser multiplicadas ya que es ilegal.

Dentro de la preparación del suelo debemos considerar lo que nos recomienda UNIVERSIDADUNAD (2013), El cultivo tiene una vida útil de 3 años, por lo que debe partirse de material vegetal certificado.

Es recomendable realizar un subsolado (labor hasta 50-60 cm), ya que las raíces son muy profundas. El suelo puede enmendarse con arena para mejorar el drenaje.

Antes de plantar se realiza un abonado de fondo con 200 gr/m² de Superfosfato de calcio, 150 gr/m² de Sulfato de Potasio y 50 gr/m² de Sulfato de Magnesio.

Normalmente no es preciso el aporte de materia orgánica, salvo que el porcentaje de ésta sea muy bajo (por debajo del 3%).

Se forman banquetas o camas, parecidas a las de clavel, de 100 cm de ancho, y pasillos de 45 cm. Cada banqueta con dos líneas de goteros.

En condiciones tropicales y subtropicales se siembran usualmente 6,25 plantas/ m² o 225 plantas/ cama 36 m² (30 m. de largo por 1,2 m. de ancho) distanciadas entre sí 40 x 40 cm, de manera que se obtienen tres hileras de 75 plantas cada una.

Antes de plantar deberá humedecerse el terreno. La siembra no debe ser profunda, cuidando de enterrar solamente la raíz a fin de evitar enfermedades en la corona de la planta que impiden el desarrollo adecuado de las raíces.

2.1.4 Desinfección del suelo.

Chumbi (2014), señala que la desinfección de suelos es una práctica que se utiliza en diferentes cultivos con el fin de evitar los efectos que ocasiona las plagas, enfermedades y malezas del suelo. Al realizar esta labor favorece el crecimiento de bacterias benéficas al suelo. Entre las principales plagas que controla la desinfección del suelo son:

- Hongos: *Fusarium*, *Verticillium sp*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium sp*.
- Nematodos: *Meloidogyne sp*. *Pratylenchus-spp*.
- Insectos.
- Malas hierbas anuales.

Nuevamente Chumbi (2014), manifiesta que la desinfección del suelo antes del trasplante se puede aplicar algunos métodos como: la solarización, bromuro de metilo y vapor, se puede utilizar métodos químicos, biológicos y no químicos.

2.1.5 Densidad de siembra.

Izurieta (2014), propietario de la finca Nuevos Horizontes decidió trabajar con una densidad de siembra de 35 plantas por metro cuadrado, en camas de 32 metros de largo y 0,90 centímetros de ancho, área de cama de 28,8 metros cuadrados; un total de 1000 plantas por cama.

2.1.6 Tutorado

La UNAD (2007), considera que para asegurar que las plantas crezcan derechas y erguidas, se utiliza un sistema de soporte de tres tendidos de malla, separados 25 cm entre sí y colocados a 2/3 de la altura de la planta. A medida que esta crece, es necesario subirlos. Se puede fabricar una malla con alambre galvanizado tensado longitudinalmente y piola anudada en sentido transversal formando cuadros de 20 x 20 cm, o se pueden usar mallas ya tejidas.

Después de las primeras dos cosechas se podan las plantas prácticamente a ras del suelo para estimular nuevamente el crecimiento vegetativo. Esta labor se hace generalmente en las semanas 18 y 35 del ciclo de producción, en ese momento es recomendable suspender el riego durante 7 a 10 días para obligar a las raíces a profundizar.

2.1.7 Peinado y guiado.

Catucuamba (2004), manifiesta que el peinado y guiado consiste en introducir los brotes y flores dentro de la estructura que forma la escalerilla y las líneas de alambre de una cama evitando que se rompan por el paso de personas en los caminos. La frecuencia de esta labor es por lo menos dos veces por semana/cama ya que la planta crece permanentemente y necesita ser conducida dentro de la estructura de la cama, manteniendo así toda la masa vegetal libre de cualquier daño.

2.1.8 Riego.

Marín (2006), Señala que el sistema de riego por goteo se adapta perfectamente a este tipo de cultivo. En el inicio de la plantación se pueden utilizar sistemas similares empleados en otras ornamentales, como el clavel por ejemplo, situando una red de microaspersores que mojen superficialmente, para mantener el ambiente fresco y con humedad en los horizontes más superficiales del perfil del suelo. Finalizado el arraigue de

las plantas y, comenzando sus crecimientos vegetativos, se anulará el posible riego por aspersión y se continuará regando por goteo. La localización de las líneas de emisores va a estar en función del marco de plantación utilizado.

De todas maneras, los emisores deben quedar situados entre las plantas, evitando colocarlos cerca de las mismas, ya que con ello se puede crear una humedad excesiva cerca de la planta y procurar la asfixia de la misma o la podredumbre de las hojas próximas a la corona y de la base de los brotes.

El caudal de los emisores a emplear será preferiblemente de 2 a 4 l/h, situando aproximadamente de 2 a 3 emisores por metro lineal de cultivo.

Como norma orientativa, y de acuerdo con el desarrollo vegetativo, pueden utilizarse los siguientes volúmenes hídricos para terrenos muy arenosos, con gran capacidad de percolación, poca retención de agua y elevada evaporación:

1º: Los primeros días en plantación y utilizando aspersión: 40-80 m³/día/ha.

2º: En período vegetativo: 30-40 m³/día/ha.

3º: En periodo generativo o de crecimiento: 15-25 m³/día/ha.

4º: En periodo de floración: 25-40 m³/día/ha.

Esta información nos muestra, al mismo tiempo, cuál es el grado de exigencia de agua según el estado de la planta, fijando sus mayores necesidades tanto en los primeros crecimientos vegetativos como en floración, siendo menores en las etapas intermedias de desarrollo del cultivo.

No se debe olvidar nunca la gran sensibilidad que presenta esta especie hacia la asfixia radicular que se deriva de los encharcamientos producidos por una mala aplicación del riego; por ello, y con mayor razón en los terrenos con gran poder de retención de agua, se debería conducir el riego con pequeños volúmenes y vigilando su distribución y persistencia en el suelo.

Por otro lado, el potente sistema radicular que posee la planta, le permite explorar en profundidad otros horizontes en busca de humedad y aliviar una posible demanda.

2.1.9 Fertirrigación.

El fertirriego significa literalmente la aplicación conjunta, simultánea y continua del agua de riego y los fertilizantes. El fertirriego ha experimentado un desarrollo exponencial paralelo al de los sistemas de riego localizado.

Hoy día, el fertirriego se ha convertido en una auténtica tecnología, cuyo objetivo es mantener la disponibilidad de agua y elementos nutritivos en la zona radicular a niveles óptimos, para obtener un rendimiento lo más próximo posible a la productividad potencial del cultivo. Los distintos sistemas de fertirriego han evolucionado con el tiempo para intentar conseguir esos niveles óptimos de humedad en la zona radicular del cultivo.

Según Izurieta (2014), el programa de fertirrigación de la finca Nuevos Horizontes inicia en la segunda semana después de la siembra o poda y finaliza cuando empieza la apertura de la flor.

Cuadro 1 Programa de fertirrigación de la finca Nuevos Horizontes. FACIAG. UTB. 2014

Dosificación etapa vegetativa Semana 0 a semana 4		Dosificación etapa productiva Semana 4 a semana 11	
Tanque a		Tanque a	
Nutriente	Gramos /lt agua	Nutriente	Gramos /lt agua
Potasio	0,04000 g	Potasio	0,24000 g
Calcio	0,11000 g	Calcio	0,31000 g
Nitrógeno	0,05000 g	Nitrógeno	0,16000 g
Quelato de hierro	0,02500 g	Quelato de hierro	0,16000 g
Ácido nítrico	0,15000 g	Ácidonítrico	0,02500 g
Tanque b		Tanque b	
Sulfato de magnesio	0,03000 g	Sulfato de magnesio	0,11000 g
Quelato de cobre	0,00030 g	Quelato de cobre	0,00030 g
Quelato de zinc	0,00030 g	Quelato de zinc	0,00030 g
Quelato de manganeso	0,00300 g	Quelato de manganeso	0,00300 g
Molibdato de amonio	0,00006 g	Molibdato de amonio	0,00006 g
Boro	0,00200 g	Boro	0,00200 g
Ácido fosfórico	0,15000 g	Ácido fosfórico	0,15000 g

2.1.10 Cosecha.

Izurieta (2014), menciona que la cosecha empieza a las 11 semanas, el punto de corte adecuado es cuando se presentan dos flores semiabiertas , se cortan los tallos de una longitud de 70 centímetros se arman ramos de 10 tallos cada uno, se deberá cuidar que no se tenga tallos quebrados o rotos por que serán rechazados en la post cosecha, una vez armado el ramo se transporta la flor a la estación de hidratación ubicado en el mismo invernadero la cual tiene una sombra de sarán para proteger del sol y evitar que se deshidrate ,por un tiempo máximo de una hora , la solución para hidratar se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 2 Dosificación para hidratación flor cortada. FACIAG. UTB. 2014

Flor cortada en estación de hidratación en invernadero	
Ever flor cloro	0,3 cc/lit
Ever flor	0,15 cc/lit
Kasumin	0,17 cc/lit
Ph	4
Tiempo de hidratación	1 hora máximo

2.1.11 Postcosecha

Izurieta (2014), indica que luego que la flor se ha hidratado esta es llevada a un cuarto oscuro donde continua la hidratación y se asegura que el proceso de apertura será el adecuado, las dosis de solución se detalla a continuación:

Cuadro 3 Dosificación para hidratación flor cortada en cuarto oscuro. FACIAG. UTB. 2014

Flor cortada en estación de hidratación en cuarto oscuro	
Ever flor sts	2cc/lt
Ácido giberélico	4 ppm
Ph	4
Tiempo de hidratación	
Mínimo	4 horas máximo
Máximo	20 horas
Observaciones : pasado de 20 horas la flor se seca	

Este mismo autor afirma que transcurridas 20 horas en la cámara oscura se pasa la flor a la cámara de apertura, donde los ramos se ubican en baldes con solución para apertura, se debe considerar colocar máximo 10 ramos por envase, ya que por experiencia se sabe que los tallos florales se elongan y la calidad no es la adecuada para la exportación, la solución utilizada para flor cortada en cámara de apertura es la siguiente:

Solución de azúcar	40 gr /lt
Everflor universal	0,15 cc/lt
Everflor cloro	0,3cc/lt
Kasumin	0,17 cc/lt
Ácido giberélico	4 ppm
pH	4
Tiempo máximo de hidratación	8 días

Observaciones: se colocaran 10 ramos por balde, si se colocan más los tallos se elongan.

Al tercer día de hidratación aumenta la solución en los baldes que contienen la flor, pero ya no se usa azúcar.

Transcurridos 8 días en la cámara de apertura la flor tiene un alto grado de apertura el cual decide el cliente, se procede a embonchar la flor se le da 6 horas de frío para que pueda ser transportada al aeropuerto.

2.2 Efectos fisiológicos del silicio

“El Silicio según Sánchez,s.f. es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, existen referencias desde mediados del siglo XIX sobre su incidencia en la nutrición vegetal. El silicio juega un importante papel en la rigidez estructural en las paredes celulares. Es absorbido como ácido monosilícico (H_4SiO_4) y polimeriza a medida que se deshidrata hasta concentrarse en la epidermis celular en forma de silicio amorfo biogénico (SiO_2) .

Reina (2010), menciona que las características del silicio se presentan de la siguiente manera:

“El Silicio orgánico, al ser aplicado al suelo se hidroliza transformándose en ácido Monosilícico siendo absorbido por las plantas, moviéndose rápidamente dentro de ella a través del xilema. Cuando la planta transpira, pierde el agua absorbida por el Silicio en el suelo y se inmoviliza en cristales de Silicio. En arroz se ha comprobado que el Silicio presenta una excelente resistencia contra enfermedades como *Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Helminthosporium*, *Rhizosporium*, *Sarocladium* etc. En papa y tomate contra la *Phytophthora* o gota, enfermedad limitante bajando las producciones en más del 50%.

Igualmente, al acumularse debajo de la Cutícula de las hojas, tallos y frutos, ofrece una “Resistencia Mecánica” al ataque de insectos chupadores como Ácaros, Áfidos y Mosca Blanca, es decir, minimiza el ataque de éstos; igualmente, el ataque de comedores de follaje en sus primeros estados. La aplicación de Silicio orgánico, aumenta la resistencia de la planta a las condiciones adversas del clima (estrés y heladas), acrecentando el aprovechamiento del agua de riego en un 30 a 40%, además evita el volcamiento en las gramíneas y el desgarre de las ramas fructíferas en las dicotiledóneas.

La presencia de Silicio en las plantas, hace que en 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 rizosfera (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 percederas, incrementando la eficiencia de las prácticas de post-cosecha, en determinadas especies vegetales, tales como el arroz (*Oryza sativa*), aparece en porcentajes superiores al 10% de su peso seco, siendo incluso mayores que los de nitrógeno y potasio”.

2.2.1 Fuentes y extracción del silicio

De los residuos de la cascarilla se puede aprovechar y extraer el silicio con un proceso simple y poder capacitar a los agricultores para que puedan realizar aplicaciones en diferentes cultivos agrícolas con Silicio orgánico líquido, según SINAGAP (2013), la producción de arroz en las provincias de Guayas, Los Ríos y Manabí es del 95 % de la producción nacional, siendo los cantones Daule en la provincia del Guayas y Babahoyo en la provincia de Los Ríos los de mayor producción.

Horna (2009), comenta que anualmente se desaprovecha miles de toneladas de cascarilla de arroz, que bien puede ser aprovechado ese 65% de silicio que contiene la cascarilla y poder devolver al terreno bien como silicio líquido o como silicio sólido que constituye la ceniza, y es apto para todos los cultivos agrícolas, incluido en la acuicultura el líquido para fertilizar columnas de agua y suelo, no así la ceniza, no porque no es efectivo sino porque las espículas de silicio que contiene la ceniza es un problema para el tracto digestivo de peces y camarón.

Para continuar con este proceso es necesario construir un horno con las siguientes características: La estructura es de hormigón reforzado, un hueco con las medidas de; 6 m de ancho x 8 m de largo y 6 de profundidad. Esta medida es a criterio. Lo importante es el concepto.

En la parte superior del horno va una campana acerada. En la parte superior de la campana esta un serpentín largo (12 m), este se comunica a un tanque de PVC de 200 litros, donde receipta el silicio que en el serpentín sale en forma de vapor y se va condensando en el trayecto. Para acelerar la condensación del silicio en vapor, el serpentín es regado con aspersor de la bananera.

Terminada la acción de la quema, de este horno puede extraer de 4 a 6 tanques de silicio orgánico y de alta calidad. Todo depende del no escape del vapor.

El silicio líquido se puede aplicar de uno a dos litros por hectárea, a nivel foliar, o bien sirve para potenciar el biol, en este caso, por tanque de 200 litros de biol terminado aplique de 2 a 4 litros de silicio, mezcle y aplique la recomendación que le da su técnico para cada cultivo.

Según Quero (2008), el Silicio promueve el crecimiento y desarrollo confortable de los organismos fotosintéticos, sin embargo no se encuentra en la lista de los elementos esenciales, aunque también se conoce su efectividad en aliviar condiciones de agobio abiótico como, toxicidad por manganeso, aluminio y metales pesados (Pb), salinidad, sequia, heladas y congelación. Sin embargo el mecanismo de adaptación, tolerancia y resistencia al estrés mediado por Silicio es pobremente entendido. Los mecanismos clave del alivio mediado por Silicio ante el estrés abiótico incluye: (1) estimulación del sistema antioxidante en los vegetales, (2) acomplejamiento y co-precipitación de iones de metales tóxicos con Si, (3) inmovilización de iones de metales tóxicos en el medio de crecimiento, (4) procesos de asimilación y (5) compartimentalización de iones metálicos dentro de las plantas.

2.2.2 El silicio en fertilización

El Silicio es un elemento de vital importancia cuando se pretende realizar una explotación agrícola rentable, debido a las funciones que éste cumple tanto en el suelo como en la planta.

Según Loquequero (2004), En la fase soluble, se encuentra el silicio en la forma de ácido ortosilícico $[H_4SiO_4]$ como monómero, y también en diferentes grados de polimerización y coloides, mismos que forman sales con los cationes presentes, dando lugar a silicatos que promuevan la creación de gradientes de concentración de nutrientes minerales desde el suelo a los tejidos de la planta. Para que esto ocurra es ideal que la concentración de ácido ortosilícico en la solución del suelo sea permanentemente mayor a 70 ppm (aprox. 35 kg/ha en la zona radicular). Con esta concentración se promueve el flujo de silicio a los diferentes tejidos de la planta. Uno de estos es la epidermis foliar y radicular, donde se desarrollan los tricomas y fitolitos. Los tricomas en su estructura tienen

altas concentraciones de silicio y estos forman parte de la capacidad de adaptación y resistencia al estrés biótico y abiótico, ya que forman una barrera física y están ligados a la producción de compuestos que repelen y controlan el ataque de insectos y enfermedades. Así también, diferentes formas del ácido ortosilícico participan en la mejora de procesos biológicos involucrados en la productividad como es la asimilación y flujo de minerales, la producción, acumulación y movilización de reservas de carbohidratos, proteínas y producción de fitoquímicos. Esta mejora permite obtener mayores cosechas en volumen, calidad sanitaria, nutracéutica y funcional.

Según Agromil (s.f.) el silicio presenta la siguiente importancia:

El silicio es un elemento, que a pesar de ser el segundo más abundante de la corteza terrestre, no se encuentra en forma disponible para ser asimilado por las plantas, ya que la mayoría del Silicio es absorbido en forma de Ácido Silícico y la poca cantidad de materia orgánica y microorganismos limita la formación de este ácido, por lo que se hace necesaria una fertilización complementaria con Silicio.

Suelos muy meteorizados, altamente lixiviados, ácidos, con bajos niveles de silicio intercambiables son considerados pobres en silicio disponible en plantas. En el suelo, el silicio logra liberar y solubilizar el fosforo adsorbido (fijado) a los coloides del suelo y el que está formando fosfatos insolubles con el hierro, magnesio, aluminio en los suelos ácidos y con el calcio en los suelos alcalinos. Dentro de la planta el silicio acelera el movimiento de los carbohidratos hacia los puntos de crecimiento en la etapa vegetativa y hacia los granos y frutos en la etapa de producción. Por su acumulación bajo la cutícula de las hojas, tallos y raíces forma una pared de resistencia al ataque de plagas y enfermedades minimizando el ataque de estos patógenos. Igualmente el Silicio refuerza junto con el calcio la pared celular de las células epidermales.

2.2.3 El silicio en la nutrición de las plantas.

Para Gutiérrez (2013), las bondades del Silicio son las siguientes:

La nutrición con silicio al cultivo refuerza en la planta su capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción de cosecha y la autoprotección contra enfermedades. Además permite afrontar

el ataque de insectos y ácaros y las condiciones desfavorables de clima, al estimular el desarrollo y actividad de estructuras poliméricas en la cutícula, los tricomas y fitolitos en la superficie de las hojas. El tratamiento del suelo con minerales primarios amorfos ricos en silicio (MPASi), biogeoquímicamente activo, optimiza la fertilidad del suelo a través de mejorar la retención y disponibilidad del agua, sus propiedades físicas y químicas y de mantener los nutrientes en forma disponible para la planta.

El empleo de materiales ricos en silicio para la reducción de la toxicidad del aluminio y optimización del pH, mejora también la nutrición con fósforo, hierro, potasio y zinc, ya que el silicio activa el intercambio catiónico y la movilización de nutrientes.

El silicio aumenta la nutrición del fósforo en las plantas de 40 a 60 %, e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de 100 a 200 %. La fertilización con minerales ricos en silicio promueve la transformación del fósforo no disponible para la planta en formas asimilables y previene la transformación de fertilizantes ricos en fósforo en compuestos inmóviles, promueve la colonización por microorganismos simbióticos (bacterias y hongos).

El silicio mineral promueve la colonización de las raíces por algas, líquenes, bacterias y micorrizas, mejorando la fijación y asimilación de N y P entre otros minerales.

El silicio reduce la lixiviación de fósforo, nitrógeno y potasio, en las áreas de cultivo agrícola. El silicio como mejorador puede reducir la lixiviación de nutrientes en los suelos arenosos y guardarlos en una forma disponible para la planta, tales como coloides.

El silicio protege a las plantas contra el ataque de las enfermedades. La acumulación de silicio en los tejidos de la epidermis en forma polimérica, orgánica y cristalina permite proteger y fortalecer mecánica y bioquímicamente a los tejidos de la planta. Se ha empleado eficazmente para controlar numerosas enfermedades causadas por hongos e insectos, pero sin efectos negativos para el medio ambiente. La cantidad de tricomas se estimula de 20 a 80 %.

El silicio mejora el empleo de biosólidos. La mezcla de biosólidos como el estiércol de ganado y compostas con minerales ricos en silicio activo pueden transformar la presencia de contaminantes activos y tóxicos en materiales inertes. Además potencializa la

solubilidad del silicio y la de los elementos minerales contenidos en ellos y reduce la lixiviación.

El silicio tiene acción sinérgica con el calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), zinc (Zn) y molibdeno (Mo). Los seis elementos presentan una acción sinérgica, optimizando el desarrollo del cultivo y producción de cosecha.

El silicio aumenta la productividad en la horticultura. Hoy la agricultura mundial requiere anualmente de aproximadamente 800 mil toneladas de fertilizantes minerales ricos en silicio para promover el desarrollo de una agricultura saludable y sustentable.

SEPHU (2010), indican que el silicio en la naturaleza presenta una importancia definida que se pueden definir de la siguiente manera:

Debido a que es un elemento muy abundante y a que sus síntomas de deficiencia y toxicidad no son evidentes, los científicos nunca consideraron a la Sílice en sus ensayos. Sin embargo, a campo abierto y en invernaderos, donde las plantas están constantemente expuestas a diversas situaciones de estrés, especialmente en suelos con niveles bajos o limitantes de Silicio disponible, se ha comenzado a tomar conciencia de que la deficiencia de Silicio es un factor limitante para el desarrollo y rendimiento de las plantas

Las plantas mayores difieren en su capacidad para acumular Silicio. Los pastos tienen niveles mayores de Silicio que las plantas con hojas. Los pastos/hierbas de zonas húmedas (weet land grasses) como el arroz acumulan en promedio 4,6-6,9% de Silicio (Si). Los pastos/hierbas de zonas secas, como la caña de azúcar, acumulan entre 0,46-1,38% de Sílice (Si), mientras que las plantas dicotiledóneas acumulan menos de 0,23% de Sílice (Si).

El Silicio desempeña diversos roles en las plantas, desde potenciar el crecimiento y rendimiento hasta acciones más complejas como mejorar la resistencia a la toxicidad por metales, estrés salino, resistencia a sequía, resistencia a herbívoros y resistencia a enfermedades.

En los centros de investigación de muchos Países (Brasil, Australia, Canadá, China, India, Japón, Corea, Holanda, México, Rusia, Sudáfrica, Tailandia, Reino Unido, Venezuela y Vietnam, etc.), se está trabajando con este elemento y la aplicación de Silicio

ha mejorado el desempeño de los cultivos en campo abierto y en invernaderos. Por tanto la concienciación del mundo agrícola es de que el Silicio (Si) es un elemento muy importante en la agricultura y que cada día se conocen más los beneficios que aporta a las plantas, a su vida, su rendimiento y su salud.

Tanto es el interés despertado por la utilización del Silicio en los cultivos que desde los años 50 se comenzó a considerarlo como un elemento esencial para la agronomía, y en el año 2004, el Ministerio de Agricultura de Brasil, que regula la producción comercial de fertilizantes, determinó que sí es un micronutriente benéfico.

Cada día dispondremos de mayor información de ensayos y de productos basados en el Silicio (Si) y tanto consultores como agricultores están ávidos de recibir resultados de ensayos y pruebas experimentales de los beneficios de este elemento, hasta ahora desconocido por la mayoría de los agricultores de todo el mundo.

2.2.4 El silicio en la cascarilla de arroz.

Horna (2009), señala que el uso que se le puede dar al silicio de fuentes naturales como la cascarilla de arroz se traduce de la siguiente manera:

Anualmente se desaprovecha miles de toneladas de cascarilla de arroz, que bien puede ser aprovechado ese 65% de silicio que contiene la cascarilla y poder devolver al terreno bien como silicio líquido o como silicio sólido que constituye la ceniza, y es apto para todos los cultivos agrícolas, incluido en la acuicultura el líquido para fertilizar columnas de agua y suelo, no así la ceniza, no porque no es efectivo sino porque las espículas de silicio que contiene la ceniza es un problema para el tracto digestivo de peces y camarón. La ceniza, no se vota. Es un valioso fertilizante. Se aplica de 25 a 50 sacos (de 20 kl/ - c/u) por hectárea. O se puede aplicar de 2 a 4 kl alrededor de la corona de la mata de banano, para caso de palma aceitera de 10 a 20 kl, bien esparcido. Los resultados son fabulosos. Aplicar dos veces al año. No exagerar.

El silicio líquido se puede aplicar de uno a dos litros por hectárea, a nivel foliar, o bien sirve para potenciar el biol, en este caso, por tanque de 200 litros de biol terminado aplique de 2 a 4 litros de silicio, mezcle y aplique la recomendación que le da su técnico para cada cultivo.

Dentro de los beneficios y eficiencias observables y palpables que ocasiona el silicio en la panta de banano es:

- Mejor fuste.
- Mayor sistema radical. A mayor sistema radical, menor problema por nematodos, a mayor sistema radical, mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo o de la fertilización. A mayor sistema radical, mayor vitalidad en la planta.
- Menor incidencia de la sigatoka negra.
- Menos ciclos de fumigación/año.
- Mejor desarrollo de la bellota y racimo.
- Mayor rendimiento.

Para finalizar manifiesta que es una técnica fácil y sencilla, al servicio del agricultor.

Diacom (2010), al hablar de la importancia del silicio y la resistencia en las plantas menciona lo siguiente:

La ciencia ha demostrado la implicación de silicio en distintos aspectos estructurales, fisiológicos y bioquímicos de la vida de las plantas, con papeles muy diferentes. El silicio tiene un papel importante en las relaciones planta-ambiente, porque puede dar a la cosecha mejores condiciones para soportar las adversidades climáticas, del suelo y biológicas, con el resultado final de un aumento y mayor calidad en la producción. Estrés causado por temperaturas extremas, sequías, metales pesados o sustancias tóxicas, por ejemplo, pueden tener sus efectos reducidos con el uso de silicio. Uno de los efectos beneficiosos que se destacan es su papel en la reducción de la susceptibilidad de las plantas a enfermedades causadas por hongos.

2.2.5 Efectos del silicio en la resistencia contra plagas y enfermedades

La resistencia de las plantas a las enfermedades se puede aumentar mediante la formación de barreras mecánicas y/o cambiando las respuestas químicas de la planta al ataque del parásito mediante el aumento de la síntesis de toxinas que pueden actuar como sustancias inhibidoras o repelentes. Barreras mecánicas incluyen cambios en la anatomía,

como por ejemplo células de la epidermis más gruesa y un mayor grado de lignificación y/o silicificación (acumulación de silicio). La sílice amorfa u "opal", ubicada en la pared celular tiene un marcado efecto sobre las propiedades físicas de la misma. Al acumularse en las células en la capa epidérmica el silicio puede ser una barrera física estable en la penetración de algunos tipos de hongos, principalmente en hierbas. En este sentido, el papel del silicio integrado en la pared celular es similar al de la lignina, un componente estructural que es resistente a la compresión.

Además de la barrera física, debido a la acumulación en la epidermis de las hojas, el silicio activa genes involucrados en la producción de compuestos secundarios del metabolismo, como los polifenoles y enzimas relacionadas con los mecanismos de defensa de las plantas. Por lo tanto, el aumento de silicio en tejidos de las plantas hace que la resistencia de ellas al ataque de patógenos fúngicos aumente, debido a la producción adicional de toxinas que pueden actuar como sustancias inhibidoras del patógeno. Algunos ejemplos de enfermedades que encuentran resistencia del huésped con la adición de silicio incluyen Bruzone y mancha marrón en el arroz, el cáncer de tallo de la soja, el moho polvoriento en el trigo, soja, cebada, pepino y tomate, *Rhizoctonia* en arroz y sorgo, cancro *Rhizoctonia*, en café, entre otros. La tecnología basada en el uso del silicio es limpia y sustentable, con un enorme potencial para reducir el uso de agroquímicos y aumentar la productividad a través de una alimentación más equilibrada y fisiológicamente más eficiente, lo que significa plantas más productivas, con menos enfermedades y más vigorosas.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y Descripción del Área Experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en la finca Nuevos Horizontes situada en la parroquia El Quinche barrio San Miguel de Atalpamba, en el cantón Quito, provincia de Pichincha, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud sur 00°04'08,41''

Longitud oeste 78°19'43,26''

Altitud 2.437 msnm.

3.2 El campo experimental tiene las siguientes características.

Declive 1%

Drenaje Bueno

Textura Franco arenoso

3.3 Características climáticas.

Temperatura media anual 24°

Temperatura mínima 16°

Temperatura máxima 27°

Precipitación promedio anual 650 mm

Humedad relativa 70 %

Clasificación de Holdridge bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

3.4 Suelos

El presente ensayo fue realizado en un terreno cuya textura es franco arenoso, con buen drenaje, para el análisis del suelo se procedió a tomar muestras a una profundidad de 20 centímetros, para el efecto se utilizó un barreno, el análisis se realizó en el Laboratorio de Agrocalidad de Tumbaco.

Cuadro 4 Análisis de suelo. FACIAG. UTB. 2014

Elemento	Interpretación
pH	7,57
CE (ds/m)	0.587
MO (%)	1.86
N (%)	0.09
P (ppm)	184.2
K (cmol/Kg)	0.52
Ca (cmol/Kg)	12.46
Mg (cmol/Kg)	1.63
Fe (ppm)	145.4
Mn (ppm)	11.75
Cu (ppm)	8.62
Zn (ppm)	11.60

3.5 Material de Siembra.

En la investigación se utilizó plantas de *Gypsophila paniculata* L. variedad Perfecta cuya característica es tener doble flor, coloración blanca, precoz en su floración y muy productiva; este material es proveniente de la finca Nuevos Horizontes.

3.6 Factores estudiados.

➤ Factor A: El cultivo de *Gypsophila* variedad Perfecta

➤ Factor B: Dosis de silicio

b1: baja 1 L/ha

b2: media 1,5 L/ha

b3: alta 2 L/ha

➤ Factor C: frecuencia de aplicación

c1: 30 días

c2: 80 días

3.7 Tratamientos

Cuadro 5 Tratamientos evaluados en el estudio. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	Dosis de silicio L(ha)	Frecuencia (Días)
T1	1,0	30
T2	1,5	30
T3	2,0	30
T4	1,0	80
T5	1,5	80
T6	2,0	80
T7 (testigo finca)	Sin aplicación	Sin frecuencia

3.8 Métodos

Se empleó los métodos: teórico inductivo-deductivo, análisis síntesis y el empírico llamado experimental.

3.8.1 Diseño Experimental.

El diseño que se utilizó fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones y siete tratamientos con un arreglo factorial ($A \times B + 1$), donde: el factor A corresponde a la dosis de silicio, el factor B a la frecuencia de aplicación y testigo finca con el paquete tecnológico que maneja la finca pero sin aplicación de silicio, dándonos un total de 28 unidades experimentales.

1.- Tipo de diseño DBCA

2.- Número de tratamientos 7

3.- Número de repeticiones 4

4.- Unidad experimental 28

5.- Área de la parcela, 211.2 m²

- Distancia de siembra entre surcos 20 cm
- Distancia de siembra entre plantas 16 cm
- Número de surcos por cama 5
- Número de plantas por cama 1.000
- Número de plantas por unidad experimental 125

Se realizó la prueba de Test: Fisher \rightarrow Alfa=0,05 para determinar la diferencia mínima significativa para factores A y B.

3.8.2 Características del lote experimental.

El área total del experimento fue de 211,2 m², la distancia entre caminos 0,40 m y repeticiones 1 m.

3.9 Manejo del ensayo.

3.9.1 Obtención de silicio.

Se consideró la forma de obtención más sencilla y eficiente para demostrar que el agricultor pueda acceder a sus beneficios, el procedimiento se lo hizo de la siguiente manera:

En una bodega cubierta se instaló una cocina con un cilindro de gas, en la cual se adaptó un envase metálico (tanque) con capacidad de 200 litros, se compró la cascarilla de arroz a un valor de \$ 1 dólar los 20 kilos en el mercado local, se pesaron 7 kilos de material y se colocó en 120 litros de agua se hirvió por 7 horas a fuego alto y se obtuvo 86 litros de silicio orgánico, posteriormente se cerró y se envasó en canecas limpias, se dejó reposar por una semana para que el líquido obtenido se concentre, se tomó una muestra de 400 cc del líquido de color café que es el resultado de la cocción de la cascarilla, una vez obtenido este elemento se procedió a enviar al laboratorio CENTROCESAL Cía. Ltda. en la ciudad de Quito. Una vez conocida la concentración de Silicio se consideró ejecutar el presente ensayo.

3.9.2 Preparación del campo experimental.

Esta investigación se realizó en la finca Nuevos Horizontes, cantón Quito, parroquia de El Quinche, los ensayos se realizaron luego de su primera poda, este lote presenta condiciones agronómicas similares en toda la extensión de la plantación lo que permite hacer un muestreo comparativo con un menor margen de error.

3.9.3 Delimitación de parcelas.

Las parcelas se delimitaron en el lote N° 6, luego de haberse realizado la primera poda se formaron parcelas experimentales escogidas al azar, en total se formaron 28 unidades experimentales ubicadas en 4 camas de 90 centímetros de ancho por 36 metros de largo, dando un total de 211,2 metros cuadrados, el experimento fue conformado por 4 repeticiones, 6 tratamientos y un testigo. La distancia entre surcos es de 20 cm, entre plantas 16 cm, 5 surcos por cama, el total de plantas por cama es de 1000, número de plantas por unidad experimental 125, el ancho del camino es de 40 cm.

3.9.4 Aplicación de silicio.

Para la aplicación del Silicio en el cultivo se realizaron los siguientes cálculos:

- 1700 cc por unidad experimental (U.E.)
- 8 Unidades experimentales.
- Un total de 13,6 litros de Silicio líquido.

1° aplicación se realizó a los 30 días de haberse realizado la primera poda.

2° aplicación a los 80 días de edad del cultivo.

De acuerdo a lo establecido en los tratamientos, el cuadro según la concentración de Silicio a ser aplicada se explica de la siguiente manera:

Cuadro 6 Dosis de silicio en los tratamientos estudiados. FACIAG. UTB. 2014

Dosis	Concentración (cc/L)	Unidad Experimental (m ²)	Dosis de silicio (cc/L)
1	0,36	8	2,88
2	0,54	8	4,32
3	0,72	8	5,76
pH de agua para aplicar 7.2 pH			
pH modificado a 6 pH			
Primera aplicación	30 días	14-oct-13	
Segunda aplicación	80 días	03-dic-13	

3.9.5 Manejo del cultivo.

- Preparación del suelo: Se inició con la eliminación de todas las malezas y residuos de cultivos anteriores. Se realizaron labores de subsolado a 50 cm, y nivelación.
- Desinfección del suelo: Se realizó antes de la siembra con el objeto de eliminar plagas y enfermedades presentes en el suelo la utilización de él fungicida Dazomet como fumigante aplicando 25 días antes del trasplante en dosis de 50 g/m².
- Trasplante: El propietario de la finca Nuevos Horizontes decidió trabajar con una densidad de siembra de 35 plantas por metro cuadrado, en camas de 32 metros de largo y 0,90 centímetros de ancho, área de cama de 28,8 metros cuadrados; un total de 1000 plantas por cama.

- Tutorado: Esta labor se realizó con la finalidad de obtener tallos rectos, inflorescencias limpias y sanas y pasillos libres para transitar con facilidad. Para la confección del entutorado se colocó postes de madera y de metal de 1,0 a 1,2 m de alto cada 5,0 m aproximadamente, a lo largo de las camas a ambos lados; sostenidas por estos postes, se colocó alambre N° 16. La primera fila de alambre se colocó de 15 a 20 cm del suelo, la segunda y la tercera línea a 20 cm respectivamente.
- Peinado y guiado: Esta labor consistió en introducir los tallos dentro de la escalerilla y las líneas de alambre de una cama evitando que se rompan por el paso de personas en los caminos al momento de transitar por labores culturales o por cosecha. Esta labor se realizó a razón de dos veces por semana para que la planta crezca permanentemente, manteniendo así toda la biomasa sin daño.
- Podas: Al terminar el ciclo productivo de la planta entre las 14 semanas aproximadamente se comenzaron a realizar podas semanales por lote, se recogieron escalerillas y alambres del tutorado, además se retiró las mangueras del sistema de riego de goteo; paso seguido se limpió la manzana del tallo haciendo una corona, se podó el tallo principal a una altura de 10 centímetros del suelo, se realizó la poda dejando seis tallos de 5 centímetros cada uno y de un grosor uniforme, en el momento de la poda se aprovechó para reemplazar plantas muertas y hacer una resiembra, acto final se pulverizó con un sellante (Phyton 2,5 cc/L) contra hongos y enfermedades
- Riego: El riego se lo realizó diariamente mediante un sistema de riego por goteo, se diseñó con dos líneas por cama la cual se manejó con una duración de 10 minutos por lote de producción a una presión de 40 PSI, se manejó desde el momento de la siembra, para mantener una capa húmeda sobre la superficie del suelo y evitar la deshidratación de las plantas, la cantidad de agua a aplicar se lo realizó por tiempo considerando las mediciones de Tensiómetro ISR-300 (30 cm de profundidad) y el ISR-450 (45 cm de profundidad).
- Controles fitosanitarios: La finca nuevos horizontes tiene un programa fitosanitario propio que aplican de acuerdo a su experiencia, los tratamientos aplicados se resumen en el siguiente cuadro :

Cuadro 7 Programa fitosanitario aplicado en el cultivo de *Gypsophila* en la finca Nuevos Horizontes. FACIAG. UTB. 2014

Enfermedades	Programa 1	Dosis	Frecuencia	Mes
Alternaría, oídio, botritis	Difenic	1 cc/L	2 veces a la semana	enero, abril, julio, octubre
	Cargo	0,6 cc/L	2 veces a la semana	
	Programa 2	Dosis	Frecuencia	Mes
	Benomil	1 g/L	2 veces a la semana	febrero, mayo, agosto; noviembre
	Antracol	2 g/L	2 veces a la semana	
	Programa 3	Dosis	Frecuencia	Mes
Daconil	1,5 cc/ L	2 veces a la semana	marzo, junio, septiembre, diciembre	
Fungigold	1,5 g/L	2 veces a la semana		
Plagas	Tratamientos	Dosis	Frecuencia	Mes
Minador	Basilack Solución madre 120 g de producto / L.	25 cc/L	2 veces a la semana	Todos los meses
Minador , trips , pulgón	Tracer	0,3 cc/L	Por inmersión a la flor cortada todos los días	Todos los meses
	Confidor	0,3 cc/L		

- Cosecha: La cosecha empezó a las 11 semanas, presentando el punto adecuado es decir con la presencia de dos flores semiabiertas, se cortaron los tallos de una longitud de 70 centímetros se armaron ramos de 10 tallos cada uno, se tomó como consideración el cuidado adecuado que no se tenga tallos quebrados o rotos para evitar rechazos en la post cosecha, una vez armado el ramo se transportó la flor a la

estación de hidratación ubicado en el mismo invernadero con una estructura protegida de malla poli-sombra para proteger del sol y evitar que se deshidrate, por un tiempo máximo de una hora, la solución para hidratar se detalla en el siguiente cuadro .

Cuadro8: Productos utilizados en la hidratación en post-cosecha en el cultivo de *Gypsophila* en la finca Nuevos Horizontes. FACIAG. UTB. 2014

Flor cortada en estación de hidratación en invernadero	
Producto	Dosis (cc/L)
Ever flor cloro	0,30
Ever flor	0,15
Kasumin	0,17
pH	4
Tiempo de hidratación	1 hora máximo

3.10 Datos Evaluados.

3.10.1 Altura de planta a la cosecha.

Esta variable se midió al momento de la cosecha, se seleccionaron al azar 30 plantas por unidad experimental, se midió la altura en cm con un flexómetro, tomando en cuenta desde el nivel del sustrato hasta el meristemo apical. La altura de la planta se consideró cuando las primeras plantas alcanzaron una altura promedio de 140 cm.

3.10.2 Peso verde de los tallos que conforman un bonche

Una vez concluido el tratamiento de hidratación en la cámara de apertura de la *Gypsophila* y con fines investigativos se tomaron al azar 80 tallos que conforman 8 bonches de un total de 7 tratamientos del ensayo, dando un total de 560 tallos equivalentes a 56 bonches, en una balanza electrónica se pesó uno a uno incluido su papel de empaque, se anotaron los pesos en un registro para ser evaluados con el peso de materia seco.

3.10.3 Peso seco de los tallos de los bonches.

Este trabajo se realizó en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica del Norte localizada en la ciudad de Ibarra. Se utilizó el sistema que se obtiene mediante la eliminación del agua por medio del calor de una estufa, en la

cual se sometió las muestras a temperaturas muy elevadas para obtener un secado rápido y homogéneo. Los 560 tallos que conforman 56 bonches de Gypsophila fueron identificados cada uno con su respectivo peso y número de tratamiento, las muestras se envolvieron con papel periódico cada una para luego ser introducidas en una estufa a una temperatura de 80 °C por cinco días, cumplido este tiempo de deshidratación pesamos en la misma balanza electrónica y registramos su respectivo peso.

3.10.4 Altura de tallo

Para esta variable se consideró el promedio de la altura de la planta al momento de la cosecha es decir entre 1,50 m aproximadamente y un tamaño de tallo de acuerdo al punto comercial que permita la contextura de la planta (su forma natural de desarrollo de cultivo) es decir entre los 0,7 m, este tamaño asegura una buena hidratación en estaciones de cosecha y en cámara de apertura. Cabe señalar que la estructura de la planta no permite una uniformidad en los tallos por lo que se consideró esta variable dentro de las evaluaciones.

3.10.5 Numero de tallos para armar bonches.

Se consideró el rendimiento en número de tallos para realizar los bonches de cada una de las unidades experimentales al momento de la cosecha.

3.10.6 Relación peso tallos secos /peso tallos verde.

Se relacionó el peso obtenido de materia seca de los bonches versus el peso verde de los mismos.

3.10.7 Porcentaje de peso tallos seco versus peso tallos verde.

Se relacionó el peso obtenido de materia verde de los bonches versus el peso seco de los mismos.

3.10.8 Análisis económico.

Al realizar el respectivo análisis económico, se tomó en cuenta el costo de obtención del silicio y su aplicación, además se analizó la productividad de bonches por unidad experimental el precio de exportación, y los costos de establecimiento del cultivo.

Cuadro 9 Costos de producción de Silicio. FACIAG. UTB. 2014

Análisis Económico de Obtención de Silicio		
Materiales	Peso /Cantidad	Valor (USD)
Cascarilla de arroz	20 kilos	1,00
Cilindro de gas	1	2,00
Análisis en laboratorio	1	25,00
Caneca de 30 litros	3	48,00
Agua /litros	120 (0,06 x litro)	7,20
Operario día	1	10,00
TOTAL \$		93.20

Litros obtenidos de Silicio	80
Costo por litro de silicio	1,16

4 RESULTADOS

4.1 Altura de planta.

En el Cuadro 10, se detallan los valores correspondientes a altura de planta a la cosecha, donde el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas (1 %) en el Factor A (Dosis de Silicio (Si)) e interacciones A x B (Dosis de Silicio x Frecuencia de aplicación), el Factor B (Frecuencia de aplicación) presentó significancia al 5 % y el testigo no presentó significancia alguna. El coeficiente de variación fue de 1,25 %.

Referente al factor dosis de silicio, la mayor altura se obtuvo con 2,0 L/ha la cual alcanzó 1,48 m, siendo superior estadísticamente a las otras dosis, mientras que la menor altura obtuvo 1,0 L/ha con 1,38 m.

En cuanto al factor frecuencia de aplicación, a los 30 días obtuvo la mayor altura con 1,45 m, superior a 80 días que obtuvo un promedio menor de 1,42 m.

Con respecto a las interacciones (A x B) se encontraron valores diferentes, obteniéndose la altura mayor con la dosis de 1,5 L/ha y una frecuencia de 80 días alcanzando una altura de 1,52 m, comportándose diferente estadísticamente a los demás tratamientos. El menor promedio lo alcanzó el tratamiento de la dosis de 1,0 L/ha de silicio con una frecuencia de aplicación de 30 días alcanzando 1,38 m de altura de planta al momento de la cosecha.

La comparación del testigo con la aplicación de los tratamientos evidenció que si se presentan diferencias estadísticas altamente significativo al 1%, con diferencias numéricas siendo 1,41 m el testigo, mientras tanto que para el promedio de los tratamientos correspondió a 1,43 m.

4.2 Altura de tallo

El análisis de varianza presenta en esta variable diferencias altamente significativas (1%) en el Factor A (Dosis de Silicio (Si)) e interacciones A x B (Dosis de Silicio x Frecuencia de aplicación), el Factor B (Frecuencia de aplicación) presentó significancia al

5% mientras que el testigo no presentó significancia alguna. El coeficiente de 3,37%. (Cuadro 10).

Referente a la acción de las dosis de silicio sobre la altura de tallo, el mayor promedio lo reportó 2,0 L/ha con 0,58 m, mientras que el menor valor lo registro la dosis de 1,0 L/ha con 0,48 m de altura de tallo.

Para el factor frecuencia de aplicación, la altura de tallo reporto diferencias estadísticas, siendo el valor mayor para 30 días con 0,55 m de altura, mientras que el menor valor correspondió a la frecuencia de aplicación cada 80 día consiguiendo el mayor de 0,52 m.

En cuanto a las interacciones el valor alto lo presentó el tratamiento con 1,5 l/ha y una frecuencia de aplicación de 80 días el cual alcanzó un promedio de 0,62 m de altura de tallo, mostrándose superior y diferente estadísticamente, el menor valor correspondió para la dosis de 1,0 L/ha a 30 días de frecuencia de aplicación el cual alcanzo un promedio de 0,48 m de altura de tallo inferior a los demás tratamientos.

Respecto al testigo en la altura de tallo no se mostró diferencias estadísticas en comparación con el promedio de los tratamientos obteniendo 0,51 m similar a los tratamientos que alcanzaron 0,54 m de altura de tallo.

Cuadro 10 Promedios de altura de planta a la cosecha y altura de tallo comercial en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

N °Dosis	Factor (A)	Altura de planta a la cosecha (m)		Altura de tallo comercial (m)	
	Dosis de Silicio (L/ha)	Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
1	1,0	1,38	c	0,48	c
2	1,5	1,44	b	0,54	b
3	2,0	1,48	a	0,58	a
Significancia		**		**	

N°Aplica	Factor (B)	Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
	Frecuencia de aplicación				
1	30	1,45	a	0,55	a
2	80	1,42	b	0,52	b
Significancia		*		*	

N° Trata	Interacción(A x B)		Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
	Dosis de Si (L/ha)	Frecuencia de aplicación				
T1	1,0	30	1,38	e	0,48	e
T2	1,5	30	1,39	de	0,49	de
T3	2,0	30	1,45	b	0,55	b
T4	1,0	80	1,43	bcd	0,53	bcd
T5	1,5	80	1,52	a	0,62	a
T6	2,0	80	1,44	bc	0,54	bc
T7	0	0	1,41	cde	0,51	cde
Significancia			**		**	

Promedio:	1,43	0,53
Coefficiente de variación	1,25	3.37

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Fisher → Alfa=0,05

* : Significativo al 5%

**= altamente significativo al 1 %

4.3 Peso de materia verde.

En el análisis de varianza de peso verde del bonche, se determinó, para Factor A (Dosis de Silicio (Si)) significancia estadística al 5 %, Factor B (Frecuencia de aplicación) e Interacción A x B ninguna significancia estadística y el Testigo una alta significancia estadística (1%). El coeficiente de variación fue de 7,35%. (Cuadro 7)

Referente a la acción de las dosis de silicio sobre el peso de materia verde de los bonches, 1,5 L/ha alcanzó el mayor peso de 255,31 g similar estadísticamente a 1,0 L/ha que consiguió 249,94 g mientras que el menor promedio correspondió a la dosis de 2,0 L/ha con 232,88 g/bonche.

En cuanto al factor frecuencia de aplicación a los 30 y 80 días no reportó significación estadística registrando un promedio similar de 246,04 g/ bonche.

Con respecto a las interacciones (A x B) los tratamientos 2,0 L/ha a 30 días, 1,0 L/ha a 80 días y 1,0 L/ha a 30 días registraron el mayor promedio con valores estadísticamente similares de 255,38; 255,25 y 253,75 g respectivamente en su orden. Mientras el menor promedio lo alcanzó 1,5 L/ha a 80 días con un valor de 229,00 g/bonche.

Mientras que la comparación del testigo con la aplicación de los tratamientos se evidenció alta diferencia estadística, donde el testigo alcanzo el menor diámetro con 212,88 g/bonche.

4.4 Peso seco.

En el Cuadro 11, se presentan el resultado del análisis de la varianza para la variable peso seco/bonche, donde se puede observar una significancia estadística del 5 % en el Factor (A) Dosis de Silicio y ninguna significancia en el Factor B (Frecuencia de aplicación), Interacción A x B y el Testigo. El coeficiente de variación fue de 7,09 %.

Con respecto a las dosis de silicio se puede observar que 1,5 L/ha alcanza 44,50 g/bonche diferente a las otras dosis, mientras que el menor valor lo registró 2,0 L/ha con 41,06 g/ bonche.

Para el factor frecuencia se reportó diferencias numéricas para peso seco, siendo 30 días similar a los 80 días con 43,33 y 42,67 g/bonche respectivamente.

En cuanto a las interacciones para peso seco de bonche no se reportó diferencias

estadísticas oscilando promedios de 40,75 a 44,50 g/bonche entre los tratamientos.

En cuanto al testigo no fue significativo, registrando promedios similares de 41,13 g/bonche con el promedio de los tratamientos que alcanzaron 42,73 g/bonche.

Cuadro 11 Promedios de peso en materia verde y en seco en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

N °Dosis	Factor (A) Dosis de Silicio (L/ha)	Peso materia verde (g./bonche)		Peso seco (g./bonche)	
		Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
1	1,0	249,94	a	43,44	ab
2	1,5	255,31	a	44,50	a
3	2,0	232,88	b	41,06	b
Significancia		*		*	

N°Aplica	Factor (B) Frecuencia de aplicación	Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
1	30	246,04	a	43,33	ns
2	80	246,04	a	42,67	ns
Significancia		ns		Ns	

N° Trata	Interacci(A x B)		Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
	Dosis de Si (L/ha)	Frecuencia de aplicación				
T1	1,0	30	253,75	a	44,13	ns
T2	1,5	30	246,13	ab	42,75	ns
T3	2,0	30	255,38	a	44,50	ns
T4	1,0	80	255,25	a	44,50	ns
T5	1,5	80	229,00	ab	41,38	ns
T6	2,0	80	236,75	ab	40,75	ns
T7	0	0	212,88	b	41,13	ns
Significancia:			*		Ns	

Promedio:	241,31	42.73
Coficiente de variación:	7,35	7,09

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Fisher → Alfa=0,05

* : Significativo al 5%

ns : no significativo

4.5 Relación Peso Verde /Peso Seco

En el Cuadro 12, se presentan los resultados del análisis de la varianza de los valores relacionados a Peso Seco / Peso Verde, donde no se observa significancia estadística en el Factor (A) Dosis de Silicio y ninguna significancia en el Factor B (Frecuencia de aplicación) e Interacción A x B, el Testigo no presentó significancias representativas. El coeficiente de variación fue de 9,17 %.

Referente a la acción de las dosis de silicio sobre la relación Peso Verde /Peso Seco, el mayor promedio lo reportó 2,0 L/ha con 17,63 mientras que el menor promedio fue de 1 L/ha con 17,41.

Para el factor frecuencia de aplicación la relación Peso Verde /Peso Seco no reportó diferencia significativas oscilando valores de 17,65 a 17,33 entre tratamientos.

En cuanto a las interacciones no se presentó significancia estadística con promedios que oscilaron de 17,19 a 18,08.

Respecto al testigo en esta variable se presentó alta significancia estadística, donde el testigo obtuvo un promedio mayor de 19,65 frente a los promedios de los tratamientos que obtuvieron 17,80 de relación Peso Verde /Peso Seco (Cuadro 12).

4.6 Relación Peso Seco / Peso Verde.

El análisis de la varianza no presenta en esta variable diferencias significativas en ninguno de los factores evaluados. El coeficiente de 9,17 %. (Cuadro 12).

Referente a la acción de las dosis de silicio, frecuencias de aplicación y tratamientos no se presentaron diferencias significativas, resultados que oscilaron entre 0,17 a 0,18 de Peso Seco / Peso Verde.

Respecto al testigo en relación a los tratamientos tampoco se presentó diferencias significativas donde se obtuvo promedios de 0,18 y 0,20 de relación de Peso Seco / Peso Verde respectivamente.

Cuadro12 Promedios de la relación porcentaje de Peso Seco/Peso Verde (PS/PV) y Peso Seco/Peso Verde (PS/PV) en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

N° Dosis	Factor (A) Dosis de Silicio (L/ha)	Relación Pv/Ps: Peso Verde/Peso Seco		Ps/Pv: Peso Seco / Peso Verde en %	
		Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
1	1,0	17,41	a	0,17	Ns
2	1,5	17,43	b	0,17	Ns
3	2,0	17,63	ab	0,18	Ns
Significancia		ns		Ns	

N° Aplica	Factor (B) Frecuencia de aplicación	Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
1	30	17,65	a	0,18	Ns
2	80	17,33	a	0,17	Ns
Significancia		ns		Ns	

N° Trata	Interacción (A x B)		Promedio	Rangos	Promedio	Rangos
	Dosis de Si (L/ha)	Frecuencia de aplicación				
T1	1,0	30	17,45	a	0,17	Ns
T2	1,5	30	17,38	a	0,17	Ns
T3	2,0	30	17,44	a	0,17	Ns
T4	1,0	80	17,43	a	0,17	Ns
T5	1,5	80	18,08	a	0,18	Ns
T6	2,0	80	17,19	a	0,17	Ns
T7	0	0	19,65	a	0,2	Ns
Significancia:			ns		Ns	

Promedio:	17,8	0.18
Coefficiente de variación:	9,19	9,19

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Fisher → Alfa=0,05

ns : no significativo

4.7 Número de bonches.

En el Cuadro 13, el análisis de la varianza presenta en esta variable diferencias significativas al 5% en el factor dosis de Silicio y ninguna significancia en el factor frecuencia de aplicación y la interacción A x B no presenta significancia. El coeficiente de 9,17 %.

Dentro de los factores estudiados en esta variable se presentaron significancias estadísticas del 5% en el factor dosis de Silicio que obtuvo promedios comprendidos entre 19,75 a 16,38 números bonches, frecuencias de aplicación de 17,67 a 17,92, en la interacción A x B con promedios de números bonches de 16,25 a 21,0.

Con respecto al testigo en relación al promedio de tratamientos tampoco se presentó diferencias significativas donde se obtuvo 17,50 y 17,75 respectivamente de número de bonches.

Cuadro 13 Promedios de Número de Bonche (NB) en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

N °Dosis	Factor (A) Dosis de Silicio (L/ha)		Número de Bonche (NB) (unidad experimental 3,6 m ²)
			Promedio
1	1,0		19,75
2	1,5		16,38
3	2,0		17,25
Significancia			*

N° Aplica	Factor (B) Frecuencia de aplicación	Promedio
1	30	17,67
2	80	17,92
Significancia		ns

N° Trata	Interacción (A x B)		Promedio
	Dosis de Si (L/ha)	Frecuencia de aplicación	
T1	1,0	30	18,5
T2	1,5	30	21,0
T3	2,0	30	16,5
T4	1,0	80	16,25
T5	1,5	80	18,0
T6	2,0	80	16,5
T7	0	0	17,5
Significancia			Ns
Promedio			17,75
Coeficiente de variación			9,17

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Fisher → Alfa=0,05

* : Significativo al 5%

ns : no significativo

4.8 Análisis químico del Silicio

En el Cuadro 14, se puede observar los valores correspondientes a cada resultado obtenido durante el proceso de cocción el cual luego de obtener los valores de laboratorio se alcanzaron que a 7 horas se obtuvo la mayor concentración de 3,06 ppm de Silicio, mientras que la menor concentración fue 3 y 5 horas con valores de 0.83 y 0.97 ppm de silicio respectivamente en su orden.

Cuadro 14 Informe de ensayo de obtención de silicio (Si) obtenido de la cascarilla de arroz en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

Muestreo	Tiempo preparación	Fecha	N° ensayo	Muestra	Parámetro	Método	Unidades	Resultado ppm
Muestra n° 1	7 horas	13-nov-13	9237-01-13-11-12-q	Líquido color café	Silicio (Si)	Apha 3500	g/100 ml	3,06
Muestra n° 2	3 horas	01-oct-14	13239-01-01-10-14-q	Líquido color pardo	Silicio (Si)	Aoac 965.09	% p/p	0,83
Muestra n° 3	5 horas	01-oct-14	13239-02-01-10-14-q	Líquido color pardo	Silicio (Si)	Aoac 965.09	% p/p	0,97

Fuente: Laboratorio: CENTROCESAL Cía. Ltda. Quito

4.9 Resultado de análisis (N-P-K) antes y después de aplicación de silicio.

En los Cuadro 15 y 16, se pueden observar los valores correspondientes al análisis químico de los datos obtenidos antes de la aplicación de silicio que fue durante el establecimiento del cultivo y luego al momento de la cosecha, los cuales se relacionan de la siguiente manera en su orden respectivamente: pH (7.55 a 7.57), Mo (1.99 a 1.86 %), N (0.10 a 0.09 %), P (223.9 a 184.2 ppm) y K (0,32 a 0,52 cmol/kg)

Cuadro 15 Resultado de análisis (N-P-K) antes de aplicación de silicio, inicio de cultivo en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

Método aplicado		Pot *	Vol*		Col *	Aa*
N° lab	Nombre de la muestra	pH	Mo* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/kg)
2388	M-1	7.55	1.99	0.10	223.9	0.32

Fuente: Laboratorio: AGROCALIDAD

Cuadro 16 Resultado de análisis (N-P-K) antes de aplicación de silicio, a la cosecha en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

Método aplicado		Pot *	Vol*		Col *	Aa*
N° lab	Nombre de la muestra	pH	Mo* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/kg)
2820	Muestra 1	7.57	1.86	0.09	184.2	0.52

Fuente: Laboratorio: AGROCALIDAD

4.10 Análisis económico.

En el Cuadro 17, se presenta el análisis económico en función al rendimiento de bonches/ha, costo y valor estimado de venta de cada tratamiento. Se observa que en el tratamiento con la dosis de silicio de 1,5 L/ha y frecuencia de aplicación de 30 y 80 días obtuvo una utilidad económica de \$ 36.287 y \$ 29.537 USD respectivamente, obteniendo una mejor utilidad en relación al testigo de la finca que obtuvo una utilidad económica de \$27.806 USD.

Cuadro 17 Análisis económico de aplicación de silicio, a la cosecha en el estudio de la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.). FACIAG. UTB. 2014.

Trat.	Dosis de silicio (L/Ha)	Frecuencia de aplicación	Rendimiento de <i>Gypsophila</i> (Bonches/ha)	Valor de la producción (USD/ha)*	Costo cultivo hasta el primer corte		Utilidad económica (USD/ha)	Porcentaje de utilidad (%)
					Variables (USD/ha) *	Fijos (USD/ha)		
T1	1,0	30	23125	41625	31	10931	30663	279
T2	1,5	30	26250	47250	32	10931	36287	330
T3	2,0	30	20625	37125	34	10931	26160	238
T4	1,0	80	20313	36563	31	10931	25601	233
T5	1,5	80	22500	40500	32	10931	29537	269
T6	2,0	80	20625	37125	34	10931	26160	238
T7	-	-	21875	39375		11569	27806	253

* Precio bonche de *Gypsophila* \$ 1,80 USD

** 2 aplicaciones de silicio (\$ 1,45 USD / L) + 2 jornales (\$ 14,00 USD c/u)

5 DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudió la obtención de silicio orgánico de la cascarilla de arroz, y su aplicación de tres dosis en dos etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) variedad Perfecta, comparado con un tratamiento testigo de finca sin aplicación de silicio.

El Dr. Rafael Horna Zapata (2009), es el gestor del aprovechamiento de la cascarilla de arroz y de la obtención del Silicio orgánico a partir de su proceso, sin embargo su método de construir un horno de grandes dimensiones con materiales de difícil acceso lo vuelve demasiado complejo y costoso lo que significaría que no esté al alcance de los pequeños agricultores, por esta razón se buscó la manera más fácil, barata y accesible para obtener el mismo producto con las características que se describen en la presente investigación.

Son innegables las bondades y los beneficios que aporta el Silicio orgánico en la agricultura, es también cierto el desconocimiento que existe de parte de los agricultores su correcta aplicación y los resultados positivos de los cuales se verán beneficiados.

De los resultados de laboratorio de las muestras obtenidas en el ensayo en la forma de extracción por ebullición, se pudo observar que la muestra N° 1 en un tiempo de preparación de 7 horas logró una concentración de 3 ppm, observándose un líquido color café, la cual indica la presencia de Silicio (Si) en el laboratorio se empleó el método Apha 3500 alcanzando diferencias significativas a las demás muestras.

En el tiempo de preparación de 3 horas la concentración fue de 0,83 ppm.

En la prueba de 5 horas la concentración fue de 0,97 ppm. Lo cual se podría concluir que a mayor tiempo de cocción sobre las 5 horas a 7 horas es el punto de equilibrio que se alcanza la mayor concentración de silicio como lo demuestra los resultados de laboratorio.

De los resultados obtenidos de laboratorio en correspondencia a la concentración de elemento de N.P.K en el suelo durante el establecimiento del cultivo y al momento de la

finalización de la cosecha, se pudo observar que los resultados de laboratorio indican la normal asimilación de nutrientes como lo comprobamos en sus resultados.

Al analizar el comportamiento agronómico del cultivo una vez iniciada la aplicación de silicio 3 ppm de concentración y en las dosis establecidas de aplicación en campo se pudo observar que en las variables evaluadas de altura de planta y tallo fue de 2 L/ha, mayor peso de materia verde y peso seco de los bonches, 1,5 L/ha, relación Peso Verde /Peso Seco, el mayor promedio lo reportó 1,0 L/ha, considerando que en estas dosis el silicio (Si) surte efecto por su mecanismo y modo de acción que incide en estos componentes, deduciendo que de alguna manera este efecto de refuerzo en la planta por su capacidad de ayudar en la distribución de carbohidratos es fundamental ya estos elementos son requeridos para el crecimiento de la planta como lo demuestra Reina en el año 2010. En las variables evaluadas de relación peso seco/peso verde y número de bonches por unidad de superficie cosechada no se presentaron diferencias significativas, por lo que se podría suponer que no hay efecto del silicio en estos componentes.

De los resultados obtenidos en frecuencia de aplicación se obtuvo la mayor altura de planta y tallo a los 30 días, lo que podría atribuirse que en frecuencias más cortas hay una mayor concentración de Silicio (Si) y actúa positivamente en este efecto fisiológico del cultivo. En los componentes de peso de materia verde, peso seco de los bonches, relación peso materia verde/peso seco, relación peso seco/materia verde y número de bonches cosechados por unidad experimental de 3,6 m² no se presentó diferencias significativas por lo que podríamos mencionar que no hay incidencia en estas variables.

En los resultados obtenidos de los tratamientos en altura de planta y tallo la dosis de 1,5 L/ha y una frecuencia de 80 días alcanzó la mayor significancia estadística, así como en peso de materia verde la dosis 2,0 L/ha a 30 días, estos resultados podría atribuir a que si hay efectos del silicio para tratamientos aplicados con estas frecuencias en estos componentes evaluados demostrando que de alguna manera se obtuvo resultados positivos y además considerando que es el primer estudio realizado en *Gypsophila* y las dosificaciones utilizadas fueron en base a un único estudio del que existen referencias y es un trabajo en banano en cuya dosis aplicada se utilizó 1,5 litros de silicio por hectárea, la concentración en ppm se desconoce pues su método de extracción fue a través de un horno donde se lo quema y de un serpentín que tiene adaptado se recoge el silicio líquido. En los

componentes de peso de materia verde y peso seco de los bonches, relación peso materia verde/peso seco, relación peso seco/materia verde y número de bonches cosechados por unidad experimental de 4,6 m² no se reportó significancia estadística por lo que demuestra que no presenta efecto en estas variables.

En comparación el testigo versus los demás tratamientos se puede deducir que no se evidencio significancias estadísticas en las variables de altura de planta, altura de tallo, peso de materia verde, peso seco de los bonches y relación peso seco/materia verde por lo que se prueba el efecto del silicio y sus frecuencias de aplicación de alguna manera incidieron positivamente en estos comportamientos agronómicos del cultivo dando a notar que en comparación con el testigo finca que se lleva una tecnología aplicada, el silicio resulta competitivo por sus efectos fisiológicos alcanzados en estos componentes. Mientras que en peso de bonches, relación peso materia verde/peso seco y número de bonches cosechados por unidad experimental de 3,6 m², se presentó diferencias significativas, dando a concluir que el efecto del silicio en estos componentes si se evidencio.

En el análisis económico del rendimiento de bonches cosechados en función al costo de producción de cada tratamiento, la dosis de silicio de 1,5 L/ha con frecuencias de aplicación de 30 y 80 días, obtuvieron una mejor utilidad en relación al testigo de la finca que se maneja con una alta tecnología.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Del presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- 1) El Silicio orgánico se obtiene de la cocción a fuego lento de la cascarilla de arroz lo que nos asegura una concentración de 3 ppm en 7 horas de proceso.
- 2) La aplicación en campo se debe hacer al cuello de la planta con bomba de mochila y sin boquilla.
- 3) Los mejores parámetros para exportación de *Gypsophila* en referencia al tamaño de tallo, mayor peso de materia verde y peso seco en bonches es utilizando dosis de 1,5L/ha, con frecuencias de aplicación de 30 a 80 días.
- 4) El tratamiento de silicio (Si) de 1,5 L/h con una frecuencia de aplicación de 30 y 80 días generó utilidades económicas de 329,90% y 268% respectivamente, superando al testigo finca con alta tecnología que obtuvo 252,80%.

Recomendaciones:

- 1) Tomando en consideración la manera de obtener Silicio de manera artesanal el presente trabajo es una guía para comprender el proceso de cocción que se debe realizar durante 7 horas a fuego lento asegurando una concentración de 3 ppm.
- 2) Se recomienda trabajar con una dosis de Silicio de 1,5 a 2 L/ha, con la variante que por cama se apliquen diferentes cantidades traducidos en litros por metro cuadrado, al agua de riego que usará para riego profundo.
- 3) Luego del drench se recomienda adaptar una válvula ventury para añadir al riego una cantidad de vinagre o ácido nítrico para modificar el pH del agua ya que se debe considerar que el agua muy ácida o muy alcalina neutraliza al Silicio.
- 4) Por ser este un tema inédito se sugiere continuar con las investigaciones de extracción de silicio, así como pruebas en aplicaciones foliares
- 5) En relación a la particularidad de la cascarilla de arroz, se recomienda caracterizar su calidad debido a su variabilidad y su contenido de silicio, es importante continuar con investigaciones en aplicaciones en otras zonas y diferentes cultivos, para aprovechar los beneficios del silicio por los resultados positivos que se obtuvo en la presente investigación.

7 RESUMEN.

En el presente trabajo de investigación se evaluó los resultados de concentración de silicio orgánico (Si) mediante cocción de cascarilla de arroz, y su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata*) variedad Perfecta, trabajo que se realizó en la finca Nuevos Horizontes situada en la parroquia El Quinche barrio San Miguel de Atalpamba, en el cantón Quito, provincia de Pichincha, con la finalidad de valorar la concentración de silicio (Si) mediante la obtención a partir de la cocción de la cascarilla de arroz a diferentes tiempos, evaluar el rendimiento agronómico del cultivo de *Gypsophila* en dos etapas fenológicas sometido a tres dosis de silicio y análisis económico de los tratamientos aplicados.

El diseño que se utilizó fue el de Bloques Completamos al Azar (DBCA), con dos repeticiones y siete tratamientos con un arreglo factorial ($A \times B + 1$), donde: el factor A corresponde a la dosis de silicio, el factor B a la frecuencia de aplicación y testigo finca con el paquete tecnológico que maneja la finca pero sin aplicación de silicio, dándonos un total de 28 unidades experimentales, el área total del experimento fue de 211,2 m², la distancia entre caminos 0,40 m y repeticiones 1 m.

Se evaluaron las variables: altura de planta a la cosecha, peso verde del bonche, peso seco, altura de tallo, número de bonches, relación peso seco / peso verde, porcentaje de peso seco versus peso verde. Se realizó el análisis económico en función del costo de obtención del silicio y su aplicación, además se analizó la productividad de bonches por unidad experimental y el precio de exportación y los costos de establecimiento del cultivo. Todas las variables fueron sometidas al análisis de variancia y se empleó la prueba Fisher \rightarrow Alfa=0,05 para determinar la diferencia mínima significativa para factores A y B.

Los resultados experimentales determinaron que: la obtención de Silicio orgánico a partir de la cascarilla de arroz debe mantener los parámetros establecidos para lograr la concentración de 3 ppm, considerando 7 horas de cocción a fuego lento, el líquido obtenido deberá reposar en el recipiente tapado bajo sombra alrededor de dos semanas hasta que adquiera un olor característico a biol, la aplicación en el campo se debe hacer al cuello de la planta con bomba de mochila y la boquilla no debe tener el aspersor, se

realizará un aforo previo para calcular la dosificación que se requiera, inmediatamente se realiza un riego profundo hasta obtener un suelo saturado de agua. Dentro de los parámetros que necesitan mejorar para exportar la flor procesada de *Gypsophila* se pudo evidenciar el efecto del silicio (Si) en referencia al tamaño de tallo, mayor peso de materia verde y peso seco de los bonches con una dosis de 1,5 L/ha y una frecuencia de aplicación de 30 y 80 días, se pudo lograr utilidades económicas de 329,90 %, y 268,50% respectivamente, superando al testigo finca con alta tecnología que obtuvo 252,80 %, de utilidad.

SUMMARY

In the present research results concentration of organic silicon (Si) by cooking rice husk and its application in different phenological stages of the crop of Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L) variety Perfect work that was done on the new estate was New Horizons located in the parish The Quinche neighborhood of San Miguel Atalpamba in Quito, Pichincha province Region in order to assess the concentration of silicon (Si) by obtaining cooking rice husk at different time, evaluate performance agronomic crop of Gypsophila two phenological stages undergone three doses of silicon and economic analysis of the treatments. The design used was the Random Block We completed (DBCA), with two replications and seven treatments with a factorial arrangement (A x B + 1), where: the factor A corresponds to the dose of silicon, factor B frequency of application and witness estate with the technology package that handles the estate but without application of silicon, giving a total of 28 experimental units, the total area of the experiment was 211.2 m², the distance between paths 0,40 cm and repeats 1 m. Plant height at harvest, green bunch weight, dry weight, stem height, number of bounces, relative dry weight / fresh weight, dry weight percentage versus green weight: variables were evaluated. Economic analysis was performed on cost of production of silicon and its application in addition bounces productivity per experimental unit and the export price and the costs of crop establishment were analyzed. All variables were subjected to analysis of variance and Fisher used the test → Alfa = 0.05 was used to determine the minimum significant difference for factors A and B. The experimental results showed that: obtaining organic silica from rice husk must maintain the parameters to achieve the concentration of 3 ppm, considering seven hours of simmering, the liquid obtained must rest in the bowl covered under shadow around two weeks until it acquires a characteristic biol smell, field application must be made to the plant necks knapsack and nozzle must not have the sprinkler, a previous capacity will be performed to calculate the dosage required immediately deep watering will take place until a water saturated soil. Within the parameters that need improvement to export processed Gypsophila flower it was evident the effect of silicon (Si) in reference to the size of stem, greater weight of green matter and dry weight of bonches with a dose of 1.5 L / ha and frequency of application of 30 to 80 days, it was achieved economic profit of 329.90 % and 268.50 %, respectively , outperforming the high-tech farm witness who.

8 LITERATURA CITADA

1. **CASTRILLÓN GALLARDO.** (2011), Generalidades de las flores Gypsophila.
2. **SOLAGRO.** (2014). Gypsophila
3. **INFOAGRO.** (2010). El Cultivo de la Gypsophila
4. **INDAP.** (2007). Producción flores cortadas
5. **UNIVERSIDAUNAD.** (2013). Floricultura
6. **CHUMBI.** (2014). Alternativas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de Gypsophila paniculata L. Var. Million star. En el cantón Gualaceo
7. **IZURIETA.**(2014). Manejo del cultivo de Gypsophila, Finca Nuevos Horizontes
8. **UNAD.** (2007). Cultivo Gypsophila
9. **MARIN** (2006). Complementos ornamentales de verde y flor – Comunidad
10. **SÁNCHEZ** s.f. El Silicio
11. **QUERO** (2008). Nutrición con silicio y sus aplicaciones a cultivos a cielo abierto y en agricultura protegida:
12. **LOQUEQUERO** (2004), Remineralización de suelos con materiales ricos en silicio
13. **AGROMIL** s.f Productos con certificación orgánica
14. **GUTIERREZ.** (2013), Beneficios del Silicio
15. **SEPHU.** (2010). El Silicio en la Vida
16. **DIACOM.** (2010). El silicio y la resistencia de las plantas al ataque de hongos patógenos
17. **HORNA.** (2009). Aprovechamiento de la cascarilla de oryza sativa (arroz) para la producción de silicio orgánico.

18. CATUCUAMBA. (2004). Efecto del manejo de Pinch en la producción de Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L), variedad perfecta con siembra invernada y sin invernar, bajo cubierta, en Quiroga, provincia de Imbabura

19. REINA. (2010). La importancia del silicio en suelo y plantas

20. SINAGAP. (2013). Informe situacional de la cadena del arroz

ANEXOS

Anexo 1. Valores promedios y ADEVA de variables evaluadas.

Cuadro 18 Valores promedios para la variable peso de materia verde en el estudio. de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	252.5	263.5	271.5	227.5	1015	253,75
T2	240.5	237	252	255	984,5	246,12
T3	275	258	246	242.5	1021,5	255,38
T4	242	265.5	258	255.5	1021	255,25
T5	239	237.5	213	226.5	916	229
T6	248	263	209.5	226.5	947	236,75
T7 (Testigo)	241.5	223	176.5	210.5	851,5	212,88
Sumatoria	1738.5	1747.5	1626.5	1644	6756,5	241.30

Cuadro 19 ADEVA para la variable peso de materia verde en el estudio aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	12815,17	27				
Bloque	1686,24	3	562,08	2,05 ns	3,16	5,09
Trat.	6203,86	6	1033,98	3,78 *	2,66	4,01
FA	2195,9	2	1097,95	4,01 *	3,55	6,01
FB		1		0 ns	4,41	8,29
IAB	236,44	2	118,22	0,43 ns	3,55	6,01
Tgo vs R	3771,52	1	3771,52	13,78 **	4,41	8,29
Error	4925,07	18	273,62			

CV: 6,86 %

**** = Significativo al 1 %**

*** = Significativo al 5 %**

ns= no significativo

Cuadro 20 Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en el estudio aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	Medias	Tukey
T3	255,38	A
T4	255,25	A
T1	253,75	A B
T2	246,12	A B C
T6	236,75	A B C
T5	229,00	A B C
T7	212,88	C

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

Cuadro 21 Prueba Tukey al 5 % de probabilidad para dosis en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	Medias	Tukey
D1	255,31	A
D2	249,94	A
D3	232,88	A

Cuadro 22 Valores promedios para la variable peso de materia seca en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	48.5	47	40	41	176,5	44,12
T2	43	41	44.5	42.5	171	42,75
T3	47.5	44	44	42.5	178	44,50
T4	42	46.5	46	43.5	178	44,50
T5	42	42.5	39	42	165,5	41,38
T6	41.5	46.5	34.5	40.5	163	40,75
T7 (Testigo)	42.5	39	44.5	38.5	164,5	41,12
Sumatoria	307	306,5	292,5	290,5	1196.5	42.73

Cuadro 23 ADEVA para la variable peso de materia seca en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	258,74	27				
Bloque	33,53	3	11,18	1,26 ns	3,16	5,09
Trat.	66,18	6	11,03	1,25 ns	2,66	4,01
FA	49,56	2	24,78	2,8 ns	3,55	6,01
FB	2,67	1	2,67	0,3 ns	4,41	8,29
IAB	1,9	2	0,95	0,11 ns	3,55	6,01
Tgo vs R	12,05	1	12,05	1,36 ns	4,41	8,29
Error	159,03	18	8,84			

CV: 6,96 %

ns= no significativo

Consecuentemente no realizamos las pruebas de rango múltiple ya que obtenemos un solo rango y aceptamos la hipótesis nula que refiere que los tratamientos son iguales.

Cuadro 24 Valores promedios para la variable altura de planta en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	1.4	1.39	1.35	1.36	5,5	1,38
T2	1.4	1.36	1.38	1.4	5,54	1,38
T3	1.45	1.45	1.45	1.46	5,81	1,45
T4	1.45	1.42	1.42	1.41	5,7	1,42
T5	1.52	1.54	1.5	1.52	6,08	1,52
T6	1.42	1.42	1.46	1.44	5,74	1,44
T7 (Testigo)	1.39	1.4	1.43	1.42	5,64	1,41
Sumatoria	10,03	9,98	9,99	10,01	40,01	1,42

Cuadro 25 ADEVA para la variable altura de planta en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,0631	27				
Bloque	0,0002	3	0,0001	0,25 ns	3,16	5,09
Trat.	0,0564	6	0,0094	23,5 **	2,66	4,01
FA	0,0386	2	0,0193	48,25 **	3,55	6,01
FB	0,007	1	0,007	17,5 **	4,41	8,29
IAB	0,0091	2	0,0046	11,5 **	3,55	6,01
Tgo vs R	0,0017	1	0,0017	4,1696 ns	4,41	8,29
Error	0,0065	18	0,0004			

CV: 1,39 %

** = Significativo al 1 %

ns= no significativo

Cuadro 26 Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	Medias	Tukey
T5	1,52	A
T3	1,45	B
T6	1,44	B
T4	1,42	B C
T7	1,41	B C
T1	1,38	C
T2	1,38	C

Promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Cuadro 27 Prueba Tukey al 5 % de probabilidad para dosis en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	Medias	Tukey
D3	1,48	A
D2	1,44	B
D1	1,38	C

Cuadro 28 Prueba DMS al 5 % de probabilidad para frecuencia de aplicación en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	Medias	DMS
FA1	1,45	A
FA2	1,42	B

Cuadro 29 Valores promedios para la variable altura de tallo en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	0.90	0.90	0.90	0.90	3,6	0,9
T2	0.90	0.90	0.90	0.90	3,6	0,9
T3	0.90	0.90	0.90	0.90	3,6	0,9
T4	0.90	0.90	0.90	0.90	3,6	0,9
T5	0.90	0.90	0.90	0.90	3,6	0,9
T6	0.90	0.90	0.90	0.90	3,6	0,9
T7 (Testigo)	0.90	0.90	0.90	0.90	3,6	0,9
Sumatoria	6,3	6,3	6,3	6,3	25.2	0.90

Cuadro 30 ADEVA para la variable altura de tallo en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total		27				
Bloque		3		NeuN	3,16	5,09
Trat.	0	6		NeuN	2,66	4,01
FA		2		NeuN	3,55	6,01
FB		1		NeuN	4,41	8,29
IAB		2		NeuN	3,55	6,01
Tgo vs R	0	1	0	-Infinito ns	4,41	8,29
Error		18				

CV: 0,00 %

Para esta variable altura de tallo si observamos el ADEVA no existe significancia estadística consecuentemente no realizamos las pruebas de rango múltiple ya que obtenemos un solo rango y aceptamos la hipótesis nula que refiere que los tratamientos son iguales.

Cuadro 31 Valores promedios para la variable número de bonche en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	19	18	18	19	74	18,5
T2	21	20	21	22	84	21
T3	17	16	16	17	66	16,5
T4	16	15	16	16	63	15,75
T5	18	18	17	19	72	18
T6	15	17	17	17	66	16,5
T7 (Testigo)	17	16	17	18	68	17
Sumatoria	123	120	122	128	493	123,25

Cuadro 32 ADEVA para la variable número de bonche en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

F.V.	SC	Gl	CM	F		F _{0,05}	F _{0,01}
Tratamiento	66,5	6	11,08	1,25	ns	2,57	3,81
Factor A	49,08	2	24,54	2,76	ns	3,47	5,78
Factor B	0,38	1	0,38	0,00	ns	4,32	8,02
Interacción AxB	16,75	2	8,38	1,25	ns	3,47	5,78
Testigo	0,29	1	0,29	0,03	ns	4,32	8,02
Error	186,75	21	8,89				
Total	253,25	27					
CV	16,8						

Para esta variable número de bonche si observamos el ADEVA no existe significancia estadística consecuentemente no realizamos las pruebas de rango múltiple ya que obtenemos un solo rango y aceptamos la hipótesis nula que refiere que los tratamientos son iguales.

Cuadro 33 Valores promedios para la variable relación peso seco /materia verde en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	0.19	0.18	0.15	0.18	0,7	0,18
T2	0.18	0.17	0.18	0.17	0,7	0,18
T3	0.17	0.17	0.18	0.18	0,7	0,18
T4	0.17	0.18	0.18	0.17	0,7	0,18
T5	0.18	0.18	0.18	0.19	0,73	0,18
T6	0.17	0.18	0.16	0.18	0,69	0,17
T7 (Testigo)	0.18	0.17	0.25	0.18	0,78	0,2
Sumatoria	1,24	1,23	1,28	1,25	5.0	0.17

Cuadro 34 ADEVA para la variable relación peso seco /materia verde en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,0071	27				
Bloque	0,0002	3	0,0001	0,3333 ns	3,16	5,09
Trat.	0,0015	6	0,0003	1 ns	2,66	4,01
FA	0,0001	2	0,0001	0,3333 ns	3,55	6,01
FB	0,0001	1	0,0001	0,3333 ns	4,41	8,29
IAB	0,0001	2	0,0001	0,3333 ns	3,55	6,01
Tgo vs R	0,0012	1	0,0012	4,1429 ns	4,41	8,29
Error	0,0054	18	0,0003			

CV: 9,6%

ns= no significativo

Para esta variable relación peso seco /materia verde si observamos el ADEVA no existe significancia estadística consecuentemente no realizamos las pruebas de rango múltiple ya que obtenemos un solo rango y aceptamos la hipótesis nula que refiere que los tratamientos son iguales.

Cuadro 35 Valores promedios para la variable relación materia verde / peso seco en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	19.21	17.84	14.73	18.02	69,8	17,45
T2	17.88	17.3	17.66	16.67	69,51	17,38
T3	17.27	17.05	17.89	17.53	69,74	17,44
T4	17.36	17.51	17.83	17.03	69,73	17,43
T5	17.57	17.89	18.31	18.54	72,31	18,08
T6	16.73	17.68	16.47	17.88	68,76	17,19
T7 (Testigo)	17.60	17.49	25.21	18.29	78,59	19,65
Sumatoria	123,62	122,76	128,1	123,96	498.44	17.8

Cuadro 36 ADEVA para la variable relación materia verde / peso seco en el estudio de aplicación de silicio en el cultivo de gypsophila. FACIAG. UTB. 2014

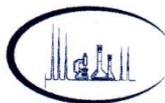
F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	73,899	27				
Bloque	2,429	3	0,81	0,271 ns	3,16	5,09
Trat.	17,727	6	2,954	0,989 ns	2,66	4,01
FA	0,237	2	0,119	0,04 ns	3,55	6,01
FB	0,618	1	0,618	0,207 ns	4,41	8,29
IAB	0,968	2	0,484	0,162 ns	3,55	6,01
Tgo vs R	15,904	1	15,904	5,326 *	4,41	8,29
Error	53,743	18	2,986			

CV: 9,7 %

ns= no significativo

Para esta variable relación materia verde / peso seco si observamos el ADEVA no existe significancia estadística consecuentemente no realizamos las pruebas de rango múltiple ya que obtenemos un solo rango y aceptamos la hipótesis nula que refiere que los tratamientos son iguales.

Anexo 2. Análisis de silicio 1.



CENTROCESAL Cia. Ltda.

CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.

AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 13239-01-01-10-14-Q

Empresa: JULIO PROAÑO
Nombre de representante: Julio Proaño
Dirección: Guallabamba
Teléfono: 0994147205 **FAX:**
Identificación de la muestra: CASCARILLA DE ARROZ SILICIO 3
Descripción de la muestra: Líquido turbio de color pardo
Contenido declarado: 1000ml
No. de Lote o código: ND
Fecha de elaboración: ND **Fecha de caducidad:** ND

Muestreo: Por el cliente **Fecha de toma de muestra:** ND
Fecha de recepción: 1-oct-2014
Fecha de ensayo: 8-oct-2014
Fecha de reporte: 8-oct-2014

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Silicio	AOAC 965.09	% p/p	0.83

Dr. Carlos López M.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
Responsable de Análisis



BQ.F. Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
Responsable de Supervisión

Notas:

ND: No declara
NA: No aplica

Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis.
Muestras recibidas en el Laboratorio, CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis.
La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.

ref.:POE-5.10.1 Rev..05 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342
Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com
www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR

Anexo 3. Análisis de silicio 2.



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.

AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 13239-02-01-10-14-Q

Empresa: JULIO PROAÑO
Nombre de representante: Julio Proaño
Dirección: Guallabamba
Teléfono: 0994147205 **FAX:**
Identificación de la muestra: CASCARILLA DE ARROZ SILICIO 5
Descripción de la muestra: Líquido turbio de color pardo
Contenido declarado: 1000ml
No. de Lote o código: ND
Fecha de elaboración: ND **Fecha de caducidad:** ND

Muestreo: Por el cliente **Fecha de toma de muestra:** ND
Fecha de recepción: 1-oct-2014
Fecha de ensayo: 8-oct-2014
Fecha de reporte: 8-oct-2014

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Silicio	AOAC 965.09	% p/p	0.97

Dr. Carlos López M.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
Responsable de Análisis



BQ.F Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cia. Ltda.
Responsable de Supervisión

Notas:
ND: No declara
NA: No aplica

Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis. Muestras recibidas en el Laboratorio, CENTROCESAL Cia. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis. La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.

ref.:POE.5.10.1 Rev.05 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342
Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com
www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR

Anexo 4. Análisis de silicio 3.



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.

AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 9237-01-13-11-12-Q

Empresa: **Iván Jaramillo**
 Nombre de representante: **Iván Jaramillo**
 Dirección: **El Quinche**
 Teléfono: **986077111** FAX:
 Identificación de la muestra: **Líquido de color café**
 Descripción de la muestra: **Líquido de color café**
 Contenido declarado: **Aprox. 1 L**
 No. de Lote o código: **ND**
 Fecha de elaboración: **ND** Fecha de caducidad: **ND**

Muestreo: **Por el cliente** Fecha de toma de muestra: **ND**
 Fecha de recepción: **13-Nov-12**
 Fecha de ensayo: **19-Nov-12**
 Fecha de reporte: **20-Nov-12**

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

Muestra	Parámetro	Metodo	Unidades	Resultado
Líquido de color café	Silicio (Si)	APHA 3500	g/100 mL	3.06



Q.F Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cía. Ltda.
Andrea Cumba
Responsable de Análisis

Dr. Germánico Silva M.
Director Técnico
CENTROCESAL Cía. Ltda.
Director Técnico

Notas:
 ND: No declara
 NA: No aplica

Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
 Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
 Muestras recibidas en el Laboratorio, CENTROCESAL Cía. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis.
 La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio
 y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.

f.ref.:POE.5.10.1 Rev.:04 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
 Telfs: (593 2) 2230342
 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
 e-mail: info@centrocesal.com
www.centrocesal.com
 QUITO - ECUADOR

Anexo 5. Análisis de suelo 1.

 <p>AGROCUALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</p>	<p>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 476</p> <p>Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845</p>
	Hoja 1 de 1

Remitente de la(s) muestra(s): Sr. Iván Jaramillo
Propietario de la(s) muestra(s): Sr. Iván Jaramillo
Número Telefónico: 0986077111
Email:
No. Factura: 13080

Fecha del informe: 30-Agosto-2013

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 21-Agosto-2013
Nombre de la finca o terreno / Parroquia:
Ciudad: Quinche
Provincia: Pichincha

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Método aplicado		Pot.*	Vol.*		Col.*		AA*
No. LAB.	Nombre de la Muestra	pH	MO* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/kg)	
2388	M-1	7.55	1.99	0.10	223.9	0.32	

* Pot.: Potenciométrico; Vol.: Volumétrico; Col.: Colorimétrico; AA: Absorción Atómica; MO: Materia Orgánica; N: Nitrógeno total; P: Fósforo y K: Potasio

OBSERVACIONES:

- Los resultados se expresan en base seca.
- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad



LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 476

Via Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

Hoja 2 de 1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)
BAJO	< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2
MEDIO	1 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38
ALTO	> 2.0	> 0.31	> 21	> 0.4

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

pH	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
	5,5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8,1



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE REGULACIÓN
Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS

Ing. Rubel Lizarondo Chamba
RESPONSABLE TÉCNICO

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad



LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 560

Vía Intercoecánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

Hoja 2 de 2

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	1 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 2.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3	> 0.66	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

pH	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
	5,5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

CE* (ds/m)	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE REGULACIÓN
Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS

Ing. Rusbel Jaramillo Chamba

RESPONSABLE TÉCNICO

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad

Anexo 7. Costos de producción de una hectárea de Gypsophila.

ACTIVIDAD	VALOR USD
Limpieza de terreno	80
Rastra	68
Delimitación de parcelas	30
Desinfección del suelo	2712
Plantas de gypsophila	12250
Transplante	2940
Fertilización edáfica	400
Aplicación de fertilizantes	45
Productos fitosanitarios	400
Aplicación de productos fitosanitarios	30
Riegos	400
Deshierbas	120
Cosecha	5000
Postcosecha	3500
Total de costos directos	27975
Imprevistos	300
TOTAL.	56250

Anexo 8: Distribución del área experimental

R2	R1	R3	R4
R2T2 A3 X B1=0,72CC	R1T1 A2XB1=0,54CC	R3T2 A1XB2=0,36CC	R4T1 A2XB1=0,54CC
R2T5 A2XB1=0,54	R1T2 A1XB2=0,36CC	R3T5 A1XB1=0,36CC	R4T6 A1XB2=0,36CC
R2T4 A2XB2=0,54CC	R1T7 TESTIGO	R3T7 TESTIGO	R4T3 A1XB1=0,36CC
R2T3 A3XB2=0,72CC	R3T3 A1XB1=0,36CC	R3T6 A3XB2=0,72CC	R4T5 A3XB2=0,72CC
R2T1 A1XB2=0,36CC	R1T6 A2XB2=0,54CC	R3T1 A2XB1=0,54CC	R4T7 TESTIGO
R2T6 A1XB1=0,36CC	R1T4 A3XB2=0,72	R3T3 A3XB1=0,72CC	R4T4 A2XB2=0,54CC
R2T7 TESTIGO	R1T5 A3XB1=0,72CC	R3T4 A2XB2=0,54CC	R4T2 A3XB1=0,72CC

Figura 1. Randomización del área experimental

Anexo 9: Figuras del experimento.



Figura 1. Pesaje de cascarilla de arroz.



Figura 2. Muestra de cascarilla de arroz.



Figura 3. Dosificación de cascarilla.



Figura 4. Cocción de cascarilla.



Figura 5. Tamizado de producto obtenido (Si)



Figura 6. Embazado (Si)



Figura 7. Producto obtenido (Si)



Figura 8. Preparación de camas.



Figura 9. Cultivo Gypsophila trasplante.



Figura 13. Delimitación y rotulación UE



Figura 10. Cultivo Gypsophila 30 días.



Figura 14. Campo experimental primera fase.



Figura 11. Cultivo Gypsophila 40 días.



Figura 15. Calculo de aforos.



Figura 12. Cultivo Gypsophila 45 días.



Figura 16. Profundidad de riego – humedad.



Figura 17. Toma de muestras de suelo.



Figura 21. Aplicación silicio (Si).



Figura 18. Medición pH para solución (Si).

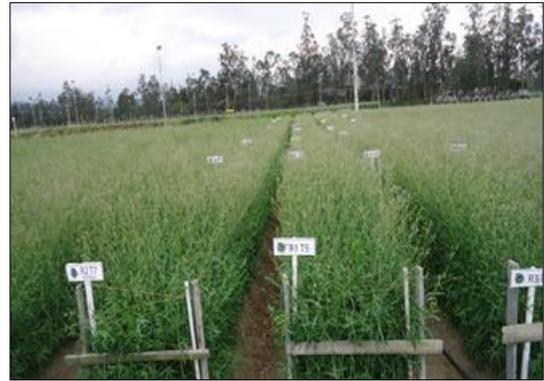


Figura 22. Campo experimental.



Figura 19. Silicio (Si).



Figura 23. Cultivo en fase de floración.



Figura 20. Dosificación silicio (Si).



Fig 24. Visita director de tesis Ing. Espinoza



Figura 25. Cultivo en fase de floración.



Figura 29. Tallos pos-cosecha R4T1.



Figura 26. Cosecha en campo.



Figura 30. Pesada de tallos.



Figura 27. Cosecha R2T7.



Figura 31. Bonches T7.



Figura 28. Hidratación post-cosecha R4T1.



Figura 32. Hidratación post-selección