

**EFFECTO DE LOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE SILICIO SOBRE LA
CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN *rosa sp***

AUTOR:

DIEGO SANTIAGO CORREDOR DÍAZ

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA
FACATATIVÁ
2019**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE SILICIO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE
NUTRIENTES EN *rosa sp***

AUTOR:

DIEGO SANTIAGO CORREDOR DÍAZ

DIRECTOR EXTERNO:

VICTOR ALFONSO GUIO RODRIGUEZ

DIRECTOR INTERNO:

DIEGO ALEXANDER HERNANDEZ CONTRERAS

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA
FACATATIVÁ**

2019

Nota de aceptación

Firma Tutor externo

Firma Tutor interno

Firma Jurado

Firma Jurado

Contenido

1. Resumen.....	5
2. Abstract	6
3. Introducción.....	7
3.1. Planteamiento del Problema.....	8
3.2. Justificación.....	9
4. Objetivo	10
Objetivos específicos	10
5. Marco teórico.....	11
6. Diseño metodológico.....	13
7. Análisis de resultados.....	16
7.2. Resultados análisis de material vegetal.....	16
7.2.1. Nitrógeno.	17
7.2.2. Fósforo.	18
7.2.3. Potasio.	20
7.2.4. Calcio.....	21
7.2.5. Magnesio.	23
7.2.6. Azufre.	25
7.2.7. Hierro.....	27
7.2.8. Manganeso.....	28
7.2.9. Cobre.....	30
7.2.10. Zinc.	31
7.2.11. Boro.	33
7.2.12. Sodio.	35
7.2.13. Silicio.	36
7.3. Resultado de longitud de tallos	38
7.4. Análisis fitosanitario.....	39
7.4.1. Mildew polvoso	39
7.4.2. Botrytis	41
8. Conclusiones.....	43
9. Recomendaciones.....	44
10. BIBLIOGRAFIA	45

1. Resumen

La floricultura es uno de los principales sectores económicos de la región de la sabana de Bogotá, uno de los cultivos más representativos es el de Rosa, debido a que es muy apetecido en el mercado internacional, por ello es necesario tener calidad, productividad y rendimiento en este cultivo. Para lograr esto es necesario implementar nuevas estrategias de manejo. Por esta razón este trabajo busca aumentar las opciones para el manejo integral del cultivo favoreciendo a la planta en cuanto a nutrición y manejo de plagas y enfermedades. Se utilizó el silicio en distintos métodos de aplicación, para así determinar la concentración efectiva de nutrientes, teniendo tratamientos: testigo absoluto, otro con aplicación en forma de “drench” utilizando el producto Misil-K a una concentración de 0,25cc por litro con un volumen de 60 litros por cama, el siguiente consiste en la aplicación en forma de “aspersión” con el producto Nitrosil a una concentración de 0,1875cc por litro con un volumen de 8 litros y por último con dos tipos de aplicaciones (en “drench” y en “aspersión”), con estos tratamientos se tomaron datos de muestra foliar inicial para el análisis de materia vegetal, datos de longitud (3 veces en el ciclo) del tallo y un análisis de materia vegetal final por cada tratamiento. Con estos datos se realizó análisis estadístico (ANOVA y Tukey) en el programa SAS. Teniendo como resultado que el tratamiento 4(aplicación en drench y aspersión) tuvo el mejor comportamiento respecto a los demás.

Palabras clave: Silicio, aspersión, drench, rosa, nutrición vegetal, floricultura

2. Abstract

Floriculture is part of the main economic sectors of the savanna region of Bogotá, among the most representative crops is the rose, because it is very desirable in the international market, so it is necessary to have quality, productivity and performance in this culture. To achieve this it is necessary to implement new management strategies. For this reason, this work seeks to increase the options for the integral management of the crop, favoring the plant in terms of nutrition and management of pests and diseases. Silicon was used in different application methods, in order to determine the effective concentration of nutrients, having treatments: absolute control, another with application in the form of "drench" using the product Missile-K at a concentration of 0.25cc per liter with a volume of 60 liters per bed, the following is the application in the form of "spray" with the Nitrosil product at a concentration of 0.1875cc per liter with a volume of 8 liters and finally with two types of applications (in "drench" and in "spray"), with these treatments, initial foliar sample data were taken for the analysis of plant matter, length data (3 times in the cycle) of the stem and an analysis of final plant matter for each treatment. With this data, statistical analysis (ANOVA and Tukey) was performed in the SAS program. Having as a result that treatment 4 (application in drench and spray) had the best behavior with respect to others.

Keywords: Silicon, sprinkling, drench, rose, plant nutrition, floriculture

3. Introducción

En la empresa flores Las Acacias S.A.S. el producto insignia es la *Rosa sp.* Tipo spray, se cuentan con 20 variedades que se diferencian en distintas características organolépticas como el color, siendo el color blanco el más apetecible en el mercado, por ello es una de las más importantes a nivel económico, esto conlleva a buscar óptimas condiciones para su desarrollo, teniendo una producción constante y de buena calidad.

En flores Las Acacias S.A.S. se cuenta un área de 16 hectáreas cultivadas donde el 75% de las camas totales de la finca se encuentra en sustrato, donde con el sistema GR Chía al que es perteneciente ha mostrado tener mayor productividad de rosa para exportación por metro cuadrado en comparación de la siembra en suelo y así encaminando a un sistema del 100% sobre sustrato para el cultivo de rosa, el sustrato es una mezcla de materiales con consistencia inerte, pues no almacena nutrientes, ni semillas de arvenses (plantas no deseadas) y tampoco patógeno dañino para el cultivo de rosa. Las plantas bajo este sistema de cultivo son nutridas con las concentraciones adecuadas de fertilizantes la cual es el requerimiento este cultivo y riego. (Flores las acacias. 2019)

Flores Las Acacias S.A.S se encuentra ubicada en el municipio de Madrid, Cundinamarca, en la vereda Santa Cruz, en las coordenadas 4°45'35" norte y 74°16'02" occidente, a una altitud de 2554 msnm. La temperatura promedio máxima en esta vereda es de 20°C y una mínima promedio de 8°C, con un periodo de días más calurosos y temperaturas bajas en las mañanas en los meses de enero y febrero, y días más frescos entre julio y agosto. La precipitación es bimodal, el primer periodo de lluvias es de marzo a junio teniendo un pico en abril, el segundo es de septiembre a noviembre teniendo un pico en octubre, con un acumulado promedio de 1458 milímetros al año. El promedio de horas sol es de 12 horas y 12 minutos al día (Spark, 2019). El área productiva bajo invernadero de esta empresa cuenta con unas características micro climáticas distintas en cada uno de los invernaderos, en el que se ve modificada la temperatura y la humedad relativa por distintos aspectos como: tamaño de invernadero, pulsos de riego, programas culturales como humedecer los caminos para evitar polvo en las flores, encendido de los ductos de ventilación, apertura o cierre de cortinas y día y hora de aspersiones.

La producción de rosas es de un 100% exportación siendo el principal mercado el estadounidense, y siguiéndole en menor proporción Chile, Panamá, Japón, ente otros, la producción no apta para exportación es llevada al compostaje, al compostaje es dirigido todo tallo que no cumpla características de exportación como tallos curvos, no tenga más de 4 puntos florares, afectado por plagas o enfermedades, tamaño y calibre menor al requerido. (Flores las acacias. 2019)

Las rosas pertenecen a los cultivos ornamentales de corte, siendo un cultivado con gran demanda. Poseen características organolépticas que las hacen

apetecidas en el mercado internacional, siendo comercializada a lo largo del año, pero en mayor cantidad para las fiestas de San Valentín y Madres. Pertenece a la familia rosáceas, la especie rosa ha sido modificada a través de cruces y selección para tener los colores y características deseadas, (Yong, 2004). Según un informe presentado por la British Broadcasting Corporation (BBC), para el 2016 se contaban con 15500 hectáreas sembradas de rosas, siendo Holanda el mayor productor históricamente, seguido por Colombia (BBC, 2016)

El silicio conforma desde un 5 al 40% de los suelos de origen volcánico como el de la sabana de Bogotá, siendo el segundo elemento más abundante después del oxígeno. Se encuentra en forma inmóvil en cuarzos y otros minerales. La forma absorbible por plantas y microorganismos son los ácidos polisílicos. El silicio en la materia seca de las plantas conforma entre un 1 al 10% de su masa. El silicio no es catalogado como elemento esencial para las plantas, pero está presente en fertilizantes como la roca fosfórica. (Piedrahíta, 2008)

En diferentes estudios se demuestra que las aplicaciones del Silicio ayudan a que las plantas presenten un área foliar más vigorosa, aumenta la resistencia al estrés hídrico y por diferentes factores ambientales, otorga mayor cantidad de materia seca, alarga la vida foliar, ayuda a la movilización de elementos como el hierro y manganeso, soporta variación alta de conductividades eléctricas. Adicionalmente a estos aspectos el silicio ayuda a mitigar el daño de las plagas y enfermedades. (Piedrahíta, 2008)

Estudios realizados en cultivos de *Rosa* sp. Con fertilización con silicio han demostrado que las aplicaciones de este elemento han bajado la incidencia y la severidad del ataque de Mildeo polvoso (*Sphaerotheca pannosa*). (Albornoz, 2016)

3.1. Planteamiento del Problema

En flores las Acacias S.A.S desde hace 10 años se ha implementado el cultivo de rosas de manera hidropónica, el sustrato sobre el cual se encuentra el cultivo no almacena ningún tipo de nutrientes, por lo cual es necesario tener una fertilización asertiva en cada etapa fenológica del cultivo. Al no existir suelo se pierde la capacidad buffer de este frente a excesos o alteraciones en el suministro de nutrientes, es por ello que de forma inmediata se presentan los síntomas tanto de excesos como de déficits nutricionales. (Gilsanz, 2007).

En la parte fitosanitaria el cultivo de rosas en Colombia se ve afectado por diversos patógenos que inciden sobre la productividad, como es el caso del mildeo vellosa, que causa hasta el 8% de pérdida de la producción. Las plantas necesitan de nutrientes como el silicio para crear resistencia a este tipo de parásitos obligados. (Castillo et al, 2010).

El silicio es un elemento poco estudiado en flores de corte, aunque está empezando a tener participación en formulación para fertirriego y MIP. (Sephu, 2009)

3.2. Justificación

Este proyecto busca determinar el modo de aplicación y concentración de silicio adecuado para Rosas tipo spray, cultivo establecido sobre sustrato inerte, permitiendo la circulación de nutrientes a través de la planta, evitando que se generen deficiencias nutricionales en esta, mejorando la cantidad y calidad del producto final, para obtener una mayor rentabilidad, se requieren adicionalmente buscar nuevas alternativas del manejo del cultivo de rosa, ya que se evidencia que se encuentran que los métodos tradicionales están bajando la eficiencia del cultivo.

4. Objetivo

Determinar el producto y forma de aplicación de silicio para la concentración de nutrientes en el área foliar del cultivo de rosa spray (*rosa sp*) bajo invernadero en flores Las Acacias S.A.S

Objetivos específicos

Identificar el método de aplicación de silicio que favorezca la acumulación de nutrientes en las plantas de rosa.

Realizar seguimiento a la longitud de los tallos para determinar la calidad del producto final.

Comparar la severidad del ataque del hongo *Botrytis* y Mildew polvoso (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*) que afectan el cultivo de rosa.

5. Marco teórico

El cultivo de rosa es introducido en Colombia a mediados de la época de los años 70, empezando en la sabana de Bogotá, allí comenzó a reemplazar cultivos tradicionales como la producción de hortalizas, cereales y ganadería. En los primeros años de su implementación los cultivos de rosa eran pertenecientes a negocios familiares. La producción de rosas es parte importante de la industria floricultora, que es la cuarta industria más grande del país, después del petróleo, la minería y la producción de café. (Cardenas, 2011)

El silicio actúa en las plantas como un elemento de resistencia a plagas y enfermedades, siendo absorbido por las raíces, transportado por el xilema a los tejidos de la planta, llegando a las hojas (De LA Cruz, 2012). Allí se transforma en otosilicio, se mezcla con la celulosa para crear una cutícula sobre la hoja, que protege a la planta activando una síntesis de enzimas más rápidamente, actuando de manera eficiente en la planta cuando es afectada por una plaga o enfermedad. Este elemento ayuda a la síntesis de elementos pesados (Hierro, Aluminio), evitando una fitotoxicidad. Genera que las plantas sean más eficientes en la absorción de luz y producción de azúcares. (De LA Cruz, 2012).

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, pero al encontrarse en cuarzos y otros minerales no es posible su absorción por parte de las plantas. Cuando estos minerales se oxidan el silicio se convierte en sílice, estando así de manera disponible y móvil para su absorción. (Díaz, 2012)

El ciclo del silicio inicia por el desmineralizado por oxidación produciendo dióxido de silicio, luego se transforma en ácidos monosilicos, estado disponible para la absorción de las plantas. Finaliza con la exudación por parte de las plantas. Retornando al ambiente, incorporándose al suelo, puede volver a ser mineralizado. (Díaz, 2012)

El análisis de materia vegetal determina el contenido nutricional del área vegetativa de la planta. Es una técnica de diagnóstico, aplicada sobre el tejido vegetal, reflejando el estado nutricional de la planta, esta técnica es utilizada principalmente para determinar deficiencias (Espinosa, 1994).

El cultivo de rosa en la sabana de Bogotá se ve afectada principalmente por tres hongos los cuales son Botrytis, Mideo polvoso (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*) y Mildeo Velloso (*Peronospora sparsa*). Botrytis es un hongo el cual tiene un amplio espectro de ataque en plantas, las cuales afectan a tejidos vivos como muertos, causando una necrosis en las células hospederas, la favorece humedades relativas altas, tejido en senescencia y lesiones o heridas en las plantas. En la planta de rosa afecta en 2 partes la primera es en el área vegetativa teniendo en las hojas las cuales son mayor forma afectadas las hojas con heridas o con deficiencia nutricional, en tallos afecta donde se presenten

lesiones o corte, y la segunda es en la flor donde es el producto final comenzando con un punto rosado y así expandiéndose en la flor. (Biox, 2019)

Mildeo veloso es una enfermedad la cual requiere material vegetal vivo, atacando principalmente a tejidos jóvenes esto quiere decir que afecta a los nuevos brotes de la planta los cuales se van a convertir en tallos de producción y esto ocasiona una gran pérdida de producción, este hongo es uno de los principales problemas fitosanitarios ya que el ciclo de vida está en 4 días (Bayer, 2013) teniendo un promedio de 3000 esporas por centímetro cuadrado, lo cual ocasiona gran cantidad de inóculo si no es controlado a tiempo, para su crecimiento le favorece climas con una humedad relativa alta con una temperatura de 25°C y presencia de viento para su dispersión. (Romero, 2013).

Mildeo polvoso es una enfermedad la cual afecta al cultivo de rosa en el área foliar en las hojas y es el área foliar en los botones florales, así bajando la calidad de del producto final, lo favorecen si ciclo de vida climas con una humedad relativa baja con viento y temperaturas alrededor de los 26°C, se ve afectado su ataque por el agua libre en el cultivo, su control es uno de los más costosos por las alternativas de control. (perilla alvarado, 2007)

6. Diseño metodológico

Diseño y organización de los tratamientos

Para la realización del estudio se seleccionó un bloque que contara con la cantidad de camas de la variedad de rosa spray Snok Flake suficientes para el estudio, seleccionando 16 camas, las cuales se marcaron y se distribuyeron en los 4 tratamientos, teniendo 4 repeticiones (4 camas) por tratamiento.

En las camas seleccionadas se tomaron muestras foliares al azar, las cuales fueron llevadas al laboratorio Agrilab para realizar un análisis foliar inicial el cual da los porcentajes y la cantidad de nutrientes que presenta el área foliar, así teniendo un dato inicial del estado nutricional de las plantas a evaluar, adicionalmente nos sirve de covariable.

Métodos de aplicación.

Para establecer los tratamientos se tomó en cuenta la forma de aplicación del silicio, los tratamientos fueron los siguientes:

T1 = testigo (Sin aplicación de silicio)

T2= aplicación en sustrato con técnica de drench

T3 = aplicación foliar con método de aspersión

T4 = aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión

Esquema 1: diagrama de selección de camas dentro del bloque.

	TABLA A	CAMINO CENTRAL	TABLA B	
1 ^a				1b
2 ^a				2b
3 ^a	TESTIGO		TESTIGO	3b
4 ^a				4b
5 ^a	aplicación foliar con método de aspersión		aplicación foliar con método de aspersión	5b
6 ^a				6b
7 ^a			aplicación en sustrato con técnica de drench	7b
8 ^a	aplicación en sustrato con técnica de drench			8b
9 ^a			aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión	9b
10 ^a				10b
11 ^a	aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión			11b
12 ^a				12b
13 ^a			TESTIGO	13b
14 ^a				14b
15 ^a			aplicación foliar con método de aspersión	15b
16 ^a				16b
17 ^a			aplicación en sustrato con técnica de drench	17b
18 ^a				18b
19 ^a			aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión	19b
20 ^a				20b
21 ^a				21b
22 ^a				22b
23 ^a			TESTIGO	23b
24 ^a				24b
25 ^a			aplicación foliar con método de aspersión	25b
26 ^a				26b
27 ^a			aplicación en sustrato con técnica de drench	27b
28 ^a				28b
29 ^a			aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión	29b
30 ^a				30b
31 ^a				31b
32 ^a				32b
T1	T2	T3	T4	

Para la aplicación en drench se empleó el producto Misil-K a una concentración de 0,25cc*L con un volumen de 60 litros por cama, para la aplicación en aspersión se aplicó el producto Nitrosil a una concentración de 0,1875 por litro con un volumen de 8 litros por cama, según fue especificado por el fabricante.

Para la aplicación con el método de drench se tomó el producto debidamente pesado, luego se prepara en la bomba aplicando agua, el producto y finalmente se afora al volumen deseado, con los elementos de protección personal idóneos se realizaba la aplicación, para la aplicación foliar con aspersión se realizaron pesadas del producto para 20 litros de solución, con estos pesados ase llenaba la motobomba de espalda con agua y el producto para luego aforarlo, esto se realizaba hasta completar la aspersión, utilizando elementos de protección se realizaba la aplicación.

Las aplicaciones fueron realizadas en la semana 1, 3, 5, 7 y 9 hasta completar el ciclo productivo de la rosa, tiempo que conlleva desde brotación hasta que se cosecha de este tipo de rosa.

Toma de datos

Para la toma de datos se seleccionó y marcaron 15 tallos por replica de los tratamientos, donde se tomó la longitud de tallo con el flexómetro, el nivel de clorofila con el clorofilometro Chlorophyll Content Meter CCM-200 plus, tomando 3 lecturas por tallo, esto se lleva a cabo a partir de la aparición del primer coleóptilo, en las semanas 4,6, y 8 del ensayo.

En la semana 9 se tomó una muestra foliar por tratamiento para realizar un análisis de materia vegetal, mostrando el estado nutricional de las plantas según los tratamientos realizados al finalizar el ensayo.

Los datos obtenidos fueron convertidos en una base de datos, con el fin de realizar un análisis estadístico. Se realizó un análisis estadístico en el software SAS, obteniendo una tabla anova de cada parámetro medido. Si la tabla anova mostraba diferencia significativa se procedía a realizar análisis Tukey, para determinar cuál o cuáles de los tratamientos presentaban la diferencia significativa.

Finalmente los resultados obtenidos en la estadística fueron comparados con la base de datos de GR Chía para identificar los niveles óptimos de cada nutriente en el cultivo de Rosa.

Se realiza un monitoreo fitosanitario a todas las camas del proyecto semanalmente, tomando severidad e incidencia de las plagas y enfermedades semanalmente de las enfermedades de *Botrytis* y Mildeo vellosos (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*), tomando el grado de severidad, dato tomado en cada cama, esto se realiza monitoreando la cama y se toma los cuadros afectados y el grado del daño por cuadro en cada una de las camas, luego se realiza un análisis estadístico.

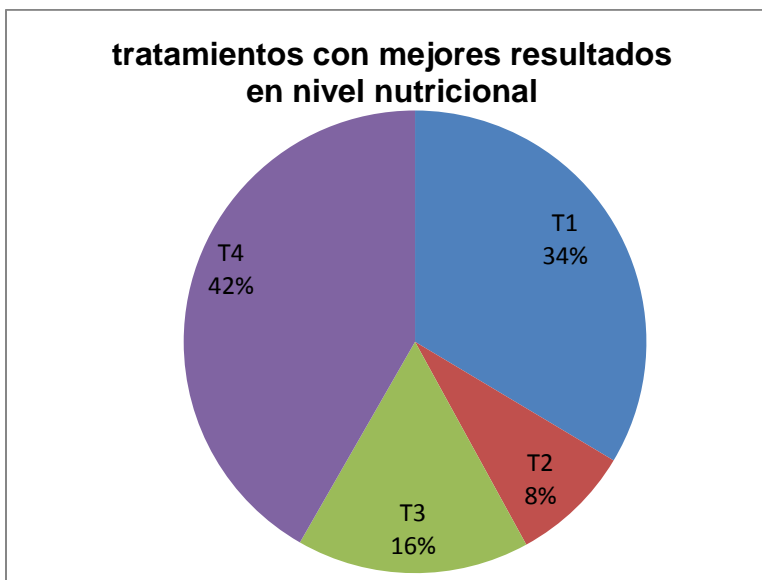
Con los datos se toman los cuadros de la cama afectados y se dividen en el número total de cuadros de la cama, esta incidencia de cada tratamiento se realiza una prueba estadística con el programa estadístico SAS, lo cual nos da si hay diferencias entre los tratamientos, si encontramos diferencia se realiza una prueba Tukey para identificar cuáles son similares y cuales no.

7. Análisis de resultados

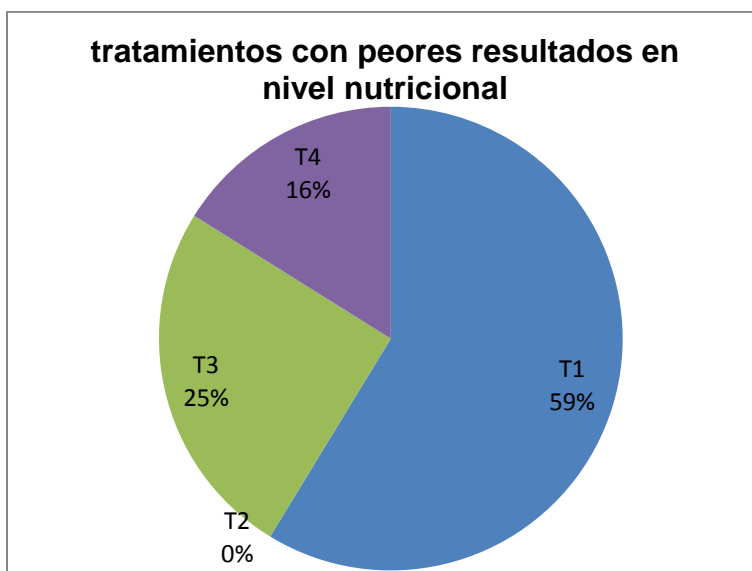
7.2. Resultados análisis de material vegetal

Se realizó un análisis de materia vegetal con el laboratorio Agrilab del estado inicial del cultivo como base y para ser comparado con el análisis de material vegetal final por tratamiento.

Grafica 1. Porcentaje de eficiencia de cada tratamiento en conjunto para todos los elementos.



Grafica 2. Porcentaje de la mínima eficiencia de cada tratamiento en conjunto para todos los elementos.



Como se evidencian en la gráfica 1 y 2 el mejor tratamiento es el **T4** = aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión. Este tratamiento mostró mayor porcentaje de eficacia, seguido del tratamiento T1 (testigo). El tratamiento testigo no es muy diciente, debido a que presentó algunos elementos con alto contenido y otros en deficiencia.

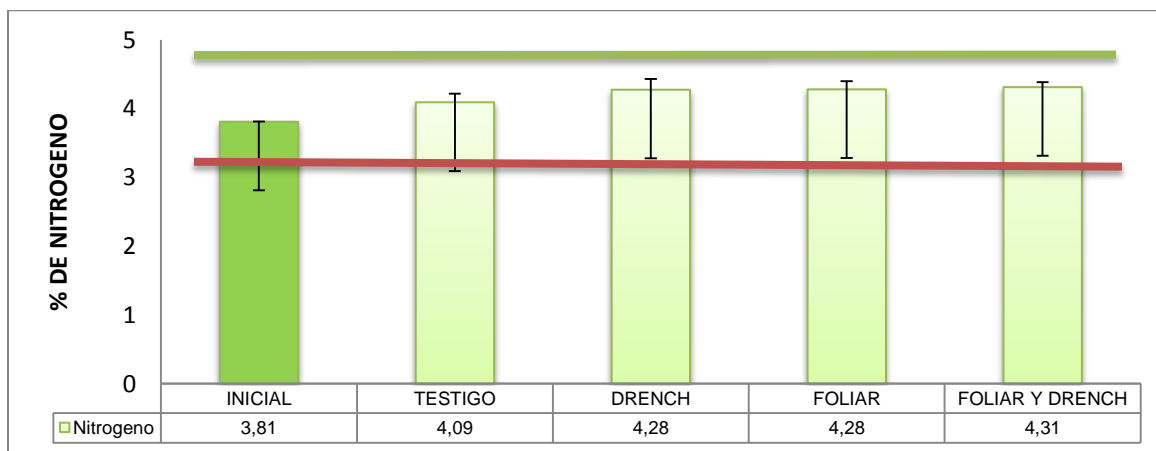
7.2.1. Nitrógeno.

Tabla 1. Efecto del silicio en relación a nitrógeno

NITRÓGENO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
3,81%	4,09%	4,27%	4,28%	4,31%
PORCENTAJE MINIMA DE NITROGENO	3,00%	PORCENTAJE ADECUADA DE NITROGENO		4,60%

Como se evidencia en la tabla 1 el contenido de nitrógeno en el área vegetativa aumenta en relación al estado inicial del proyecto, teniendo que el tratamiento T4 (aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión) es el que obtuvo un mayor porcentaje de acumulación de nitrógeno en el área foliar con un 4,31%, siendo el que mayor porcentaje de nitrógeno presento respecto a los demás y el T1 (testigo) fue el que menos porcentaje en el área foliar de nitrógeno presento con un 4,09%, estando en un 0,18% por debajo del tratamiento que le sigue.

Figura1. Expresión del nitrógeno frente a los estándares de concentración.



En la figura1. Se evidencia que todos los datos se encuentran en un rango optimo del porcentaje de Nitrógeno presente en el área foliar, teniendo como el mínimo porcentaje para el desempeño un 3% de Nitrógeno en la planta y el que

mayor beneficia proporciona a la planta sin causar algún daño por exceso de nutrientes es de 4,6%, en la gráfica se observa que hay una leve diferencia entre los tratamientos que tuvieron aplicación de silicio y el testigo.

Tabla 2. Resultado estadístico de la comparación de los tratamientos respecto a Nitrógeno.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,1193	3	0,0397	0,6922	0,5741	3,4902
Dentro de los grupos	0,6896	12	0,0574			
Total	0,809	15				

Estadísticamente no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos esto evidenciándose en la anova en la tabla 2 la cual nos da una probabilidad mayor al 0,05, teniendo un error muy mínimo con promedio a 0,11%, en los datos se identificó un porcentaje mayor en el tratamiento T4 para este elemento.

Según Padilla, 2003 el nitrógeno es un elemento el cual es absorbido fácilmente por la planta, ya sea de manera foliar o radicular, pero es un elemento muy móvil dentro de ella lo cual la hace tener curvas de abscisión parejas, este elemento se ve los efectos de un buen manejo sobre el tercer ciclo productivo de rosa, donde expresa su proporción en el área vegetativa, por esta razón no hubo diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a la presencia de este elemento.

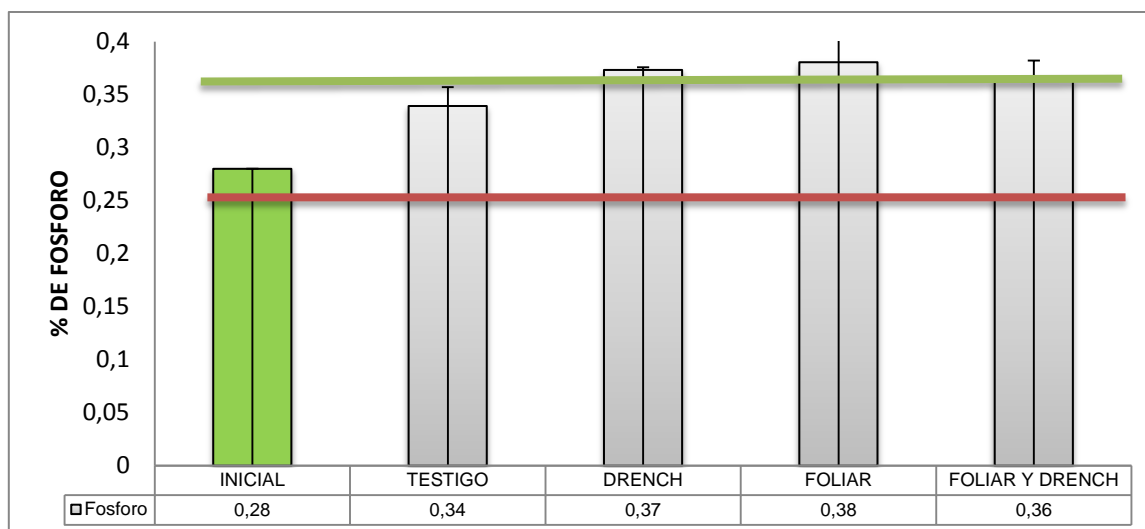
7.2.2. Fósforo.

Tabla 3. Efecto del silicio con relación al porcentaje de fósforo

FOSFORO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
0,28 %	0,34%	0,37%	0,38%	0,36%
CANTIDAD MINIMA DE FOSFORO	0,23%	CANTIDAD ADECUADA DE FOSFORO		0,36%

Como se evidencia en la tabla 3 el contenido de fósforo en el área vegetativa aumenta en relación al estado inicial del proyecto, teniendo que el tratamiento T3 (aplicación foliar con método de aspersión) es el que obtuvo un mayor porcentaje de acumulación de fosforo en el área foliar, siendo el más alto respecto a los demás y el T1 (testigo) fue el que menos porcentaje de fosforo presento, estando en un 0,02% por debajo del tratamiento que lo sigue.

Figura2. Expresión del fósforo frente a los estándares de concentración.



En la figura 2. se evidencia que los tratamientos fluctúan alrededor del dato del óptimo porcentaje de fósforo para la planta, teniendo como el mínimo porcentaje para el desempeño un 0,23% y el que mayor beneficio le proporciona a la planta sin causar algún daño por exceso de nutrientes es de 0,36%, en la figuras se evidencia que se presenta una diferencia entre los tratamientos con la aplicación de silicio, el que no fue aplicado aunque sea mínima, los datos de los tratamientos con presencia de silicio se encuentran en un porcentaje igual o levemente superior al porcentaje requerido por la planta para su desarrollo óptimo.

Tabla 4. Resultado estadístico de la comparación de los tratamientos respecto a fósforo.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0038	3	0,00129	1,02139	0,41748	3,49029
Dentro de los grupos	0,0152	12	0,00126			
Total	0,01910	15				

Estadísticamente no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos, evidenciándose en la anova en la tabla 4 da una probabilidad de 0,41748 siendo mayor a 0,05, teniendo un error muy mínimo de promedio a 0,01%, en los datos se evidencia un porcentaje mayor en el tratamiento T3 para este elemento.

Según (Pachacama y Jibaja ., 2014) El fósforo es un elemento con poca movilidad en los suelos y sustratos, la absorción por las plantas es más lento, haciendo que la planta deba retenerlo en mayor cantidad para su mejor expresión. No hubo diferencia significativa en este elemento debido a que su lenta asimilación en todos los tratamientos.

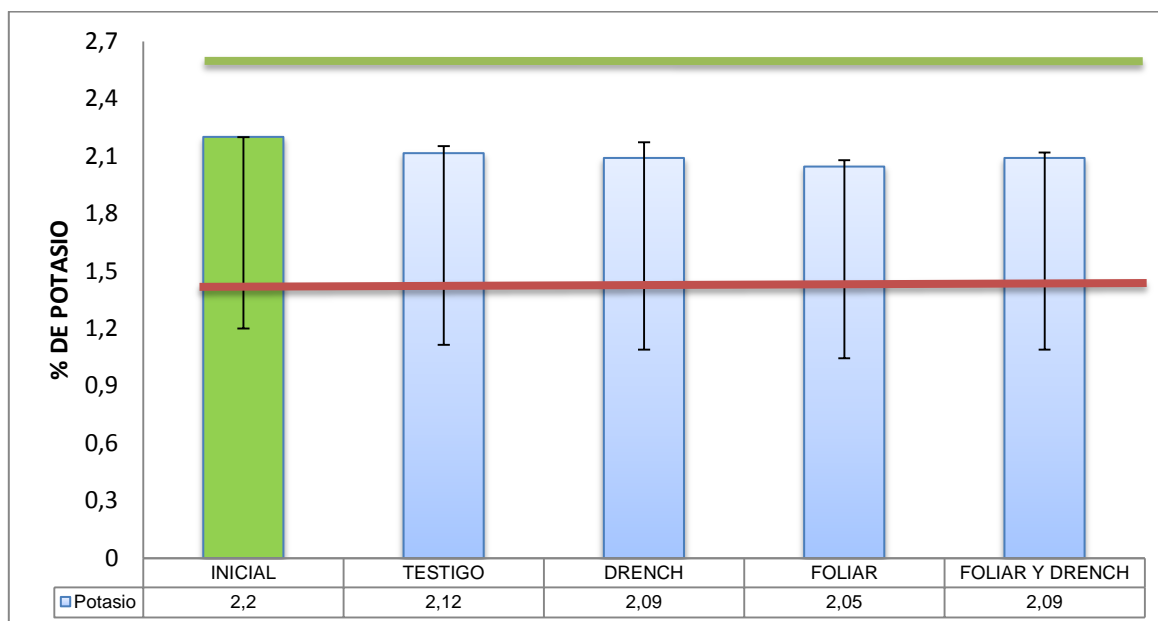
7.2.3. Potasio.

Tabla 5. Efecto del silicio en relación a potasio

POTASIO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
2,2%	2,11%	2,09%	2,04%	2,09%
REQUERIMIENTO DE POTASIO MENOR	1,33%	REQUERIMIENTO DE POTASIO SUPERIOR		2,6%

Como se evidencia en la tabla 5 el contenido de potasio en el área vegetativa descendió en relación al estado inicial del proyecto, teniendo que el tratamiento T1 (testigo) es el que obtuvo un mayor porcentaje de acumulación de potasio en el área foliar, siendo el más alto respecto a los demás y el T3 (aplicación foliar con método de aspersión) fue el que menos porcentaje de potasio presentó, estando en un 0,05% por debajo de los demás.

Figura3. Expresión del potasio frente a los estándares de concentración.



En la figura3. Se evidencia que todos los tratamientos están en el rango óptimo del porcentaje de potasio dentro del área foliar, teniendo que el mínimo porcentaje para el desempeño un 1,33% de potasio y el que mayor beneficio proporciona a la planta sin causar algún daño por exceso de este nutriente es de 2,6%, el que no fue aplicado presentó mayor porcentaje de potasio que los demás tratamientos.

Tabla 6. Resultado estadístico de la comparación de los tratamientos respecto a potasio.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0102	3	0,0034	0,3295	0,8041	3,49029
Dentro de los grupos	0,1238	12	0,0103			
Total	0,134	15				

Estadísticamente no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos, evidenciándose en la anova en la tabla 6 la cual nos da una probabilidad de 0,8041 la cual es mayor de 0,05 el cual es el grado de libertad, así teniendo que significativamente no hay diferencia entre los tratamientos, teniendo un error muy mínimo de promedio a 0,04%, en los datos se halló un porcentaje mayor en el tratamiento T1 para este elemento.

Según Frantz, 2010 el silicio es beneficioso en la absorción de nutrientes en plantas estresadas, puede mejorar los tallos y flores en flores de corte, pero en plantas con una nutrición correcta no tiene mayor efecto en la asimilación de potasio. Por este motivo no hay diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

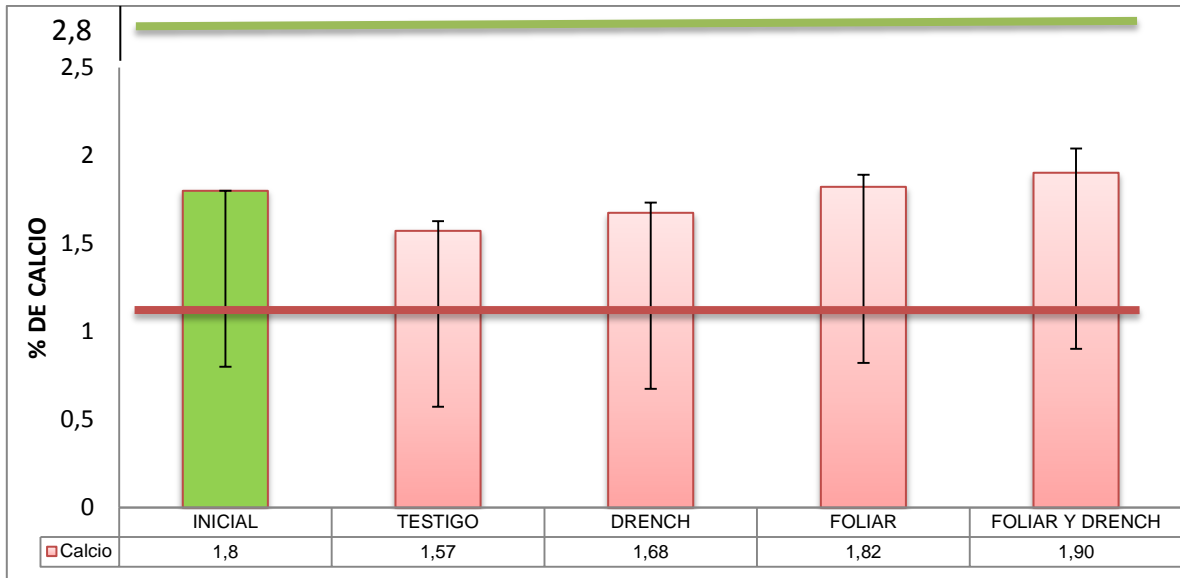
7.2.4. Calcio.

Tabla 7. Efecto del silicio en relación a calcio

CALCIO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
1,8	1,57	1,68	1,82	1,90
REQUERIMIENTO DE CALCIO MENOR	1	REQUERIMIENTO DE CALCIO SUPERIOR		2,8

Como se evidencia en la tabla 7 el contenido de calcio en el área vegetativa estuvo homogénea en relación al estado inicial del proyecto con los mejores tratamientos, teniendo que el tratamiento T4 (aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión) es el que obtuvo un mayor porcentaje de acumulación de calcio en el área foliar, siendo el más alto respecto a los demás y el T1 (testigo) fue el que menos porcentaje de calcio presento, estando en un 0,11% por debajo de los demás.

Figura4. Expresión del calcio frente a los estándares de concentración.



En la figura 4. se evidencia que todos los datos están en un rango óptimo del porcentaje de calcio dentro del área foliar, teniendo como el mínimo porcentaje para el desempeño un 1% y el que mayor beneficia proporciona a la planta sin causar algún daño por exceso de este nutriente es de 2,8%, en la figura se evidencia que se presenta una diferencia entre los tratamientos con la aplicación de silicio respecto al que no fue aplicado, el que no fue aplicado presentó mayor porcentaje de calcio, donde se evidenció que cada tratamiento era mejor que el anterior

Tabla 8. Resultado estadístico de la comparación de los tratamientos respecto a calcio.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,26181875	3	0,08727292	2,92923	0,076952	3,49029
Dentro de los grupos	0,35752	12	0,029793			
Total	0,61934	15				

Estadísticamente no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos, evidenciándose en la anova en la tabla 8 la cual nos da una probabilidad de 0,076952 la cual es mayor de 0,05.

Según Guy Sela la absorción de calcio depende de la transpiración de la planta, ya que este elemento se moviliza a través de la savia, por esto no hubo diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

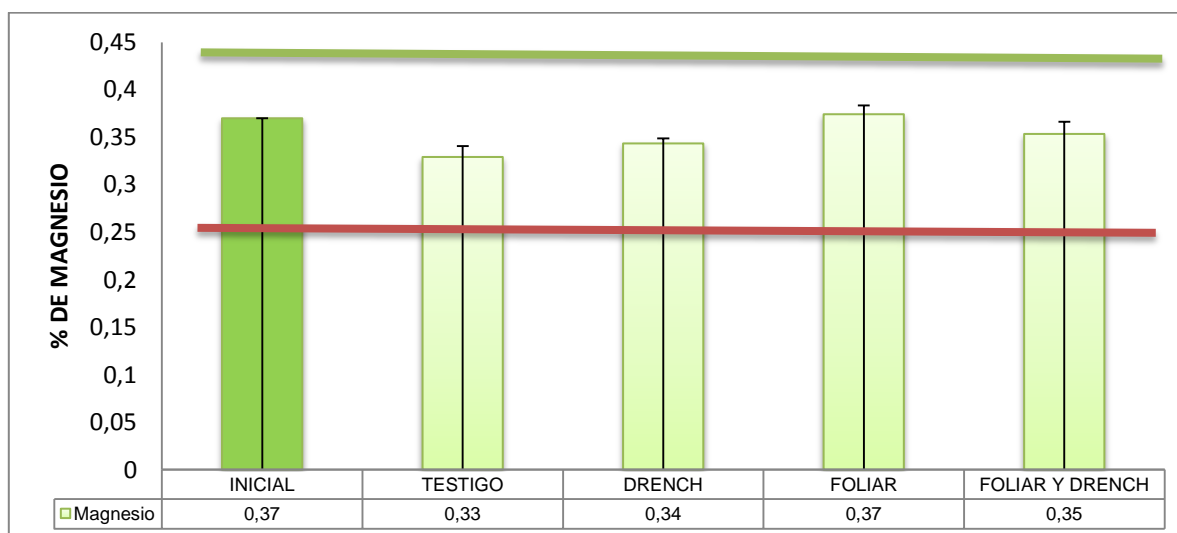
7.2.5. Magnesio.

Tabla 9. Efecto del silicio en relación a magnesio

MAGNESIO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
0,37	0,33	0,34	0,37	0,35
REQUERIMIENTO DE MAGNESIO MENOR	0,22	REQUERIMIENTO DE MAGNESIO SUPERIOR		0,43

Como se evidencia en la tabla 9 el contenido de magnesio en el área vegetativa estuvo pareja en relación al estado inicial del proyecto y a los tratamientos teniendo que el tratamiento T3 (aplicación foliar con método de aspersion) es el que mayor porcentaje de magnesio presento en el área foliar, siendo el más alto respecto a los demás tratamientos y el T1 (testigo) fue el que menos porcentaje de magnesio presento, estando en un 0,1% por debajo del siguiente tratamiento que menos porcentaje de Magnesio presento.

Figura5. Expresión del magnesio frente a los estándares de concentración.



En la figura 5. se evidencia que todos los tratamientos se encuentran en un rango optimo del porcentaje de calcio dentro del área foliar, teniendo como el mínimo porcentaje para el desempeño un 0,22% y el que mayor beneficia proporciona a la planta sin causar algún daño por exceso de calcio es de 0,43%, en la figura se evidencia que se presenta un mayor porcentaje de acumulación de magnesio entre los tratamientos con la aplicación de silicio respecto al que no fue aplicado,

el que no fue aplicado presento menor porcentaje de magnesio, donde se destacó el tratamiento 3 el cual fue el que mantuvo el magnesio inicial.

Tabla 10. Resultado estadístico de la comparación de los tratamientos respecto a magnesio.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00429	3	0,00143	3,5028	0,04953	3,49029
Dentro de los grupos	0,00490	12	0,00040			
Total	0,00919	15				

En la tabla 10 se encuentra estadísticamente una diferencia con el dato de la anova nos da una probabilidad de 0,04953 lo que nos indica que está bajo 0,05 el cual es el grado de libertad, indicando la diferencia entre los tratamientos.

Tabla 11 Análisis de subconjuntos homogéneos TUKEY

Subconjunto para alfa: 0,05			
	N	1	2
T1	4	301,5	
T4	4	309,6675	
T2	4	324,25	
T3	4		389,325

En la tabla 11 se observa que se forman 2 subconjuntos, donde el subconjunto 1 está formado por T1, T2 y T4, sin tener una diferencia significativa entre ellos, pero T3 forma solo un subconjunto, estando en este tratamiento la diferencia significativa y presentando la media más alta, la aplicación en aspersión de Silicio es más eficiente en la absorción de Magnesio.

Según Elmmgen los suelos, 2013 la absorción de Magnesio se hace de manera radicular, por lo cual se esperaría que el tratamiento 2 fuera el que mejores resultados diera, por esto se recomienda realizar otro ensayo con mas tiempo de medición.

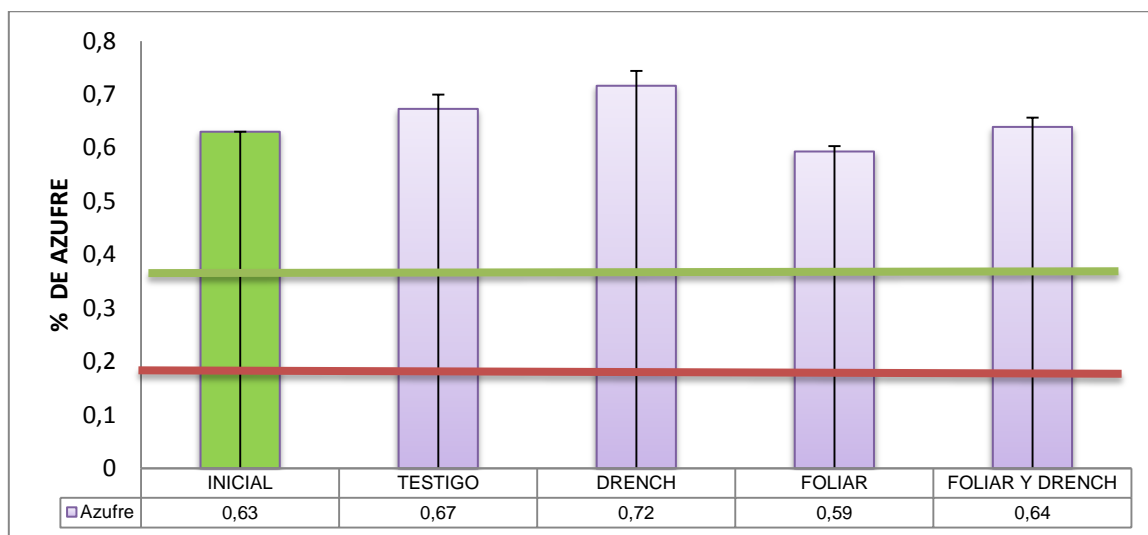
7.2.6. Azufre.

Tabla 12. Efecto del silicio en relación a azufre

AZUFRE				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
0,63	0,67	0,72	0,59	0,64
REQUERIMIENTO DE AZUFRE MENOR	0,19	REQUERIMIENTO DE AZUFRE SUPERIOR		0,38

Como se evidencia en la tabla 12 el contenido de azufre en el área vegetativa estuvo parecida en relación al estado inicial del proyecto y a los tratamientos, teniendo que el tratamiento **T2** (aplicación en sustrato con técnica de drench) es el que obtuvo un mayor porcentaje acumulación de azufre en el área foliar, siendo el más alto respecto a los demás y el T3 (aplicación foliar con método de aspersión) fue el que menos porcentaje de azufre presento, estando en un 0,5% por debajo del siguiente tratamiento.

Figura6. Expresión del azufre frente a los estándares de concentración.



En la figura 6. se evidencia que todos los datos están fuera de rango óptimo del porcentaje de dentro del área folia, teniendo como el mínimo porcentaje para el crecimiento vegetativo un 0,19% y el que mayor beneficia que proporciona a la planta sin causar algún daño por exceso de este elemento es de 0,838, en la figura se evidencia que no se presenta una diferencia entre los tratamientos con la aplicación de silicio respecto al que no fue aplicado, en la figura identificamos el exceso de azufre en el que se encuentran las plantas, teniendo que el que mejor beneficia a la planta es el tratamiento 3 al ser el que menos tiene exceso .

Tabla 13. Resultado estadístico de la comparación de los tratamientos respecto a azufre.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,03254	3	0,01084	5,66994	0,011794	3,49029
Dentro de los grupos	0,02295	12	0,00191			
Total	0,05550	15				

Según el análisis de Varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia menor a 0,05. Al observar la diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a clasificar los diferentes tratamientos en subconjuntos homogéneos, para determinar el o los tratamientos con el mayor porcentaje de absorción y retención en la planta

Tabla 14 Análisis de subconjuntos homogéneos TUKEY

Subconjunto para alfa: 0,05				
	N	1	2	3
T3	4	0,593		
T4	4		0,639	
T1	4		0,6727	0,6727
T2	4			0,7116

En la tabla 14 se observa que se forman 3 subconjuntos, donde el conjunto 1 está formado solamente por el tratamiento 3 teniendo una media diferente a las de los demás, el segundo está conformado por T4 Y T1 los cuales tienen una media sin media significativa entre ellos, y el tercer conjunto está conformado por T1 y T2 los cuales tienen las medias más altas con una diferencia no significativa entre ellas, la aplicación en aspersión de Silicio es la que menos presenta exceso de azufre.

En flores las acacias se encuentra un método de control del hongo Mildeo polvoso (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*) de sublimación con azufre, afectándose la concentración de azufre dentro de las plantas por el azufre libre en el ambiente. (FLORES LAS ACACIAS S.A.S., 2019)

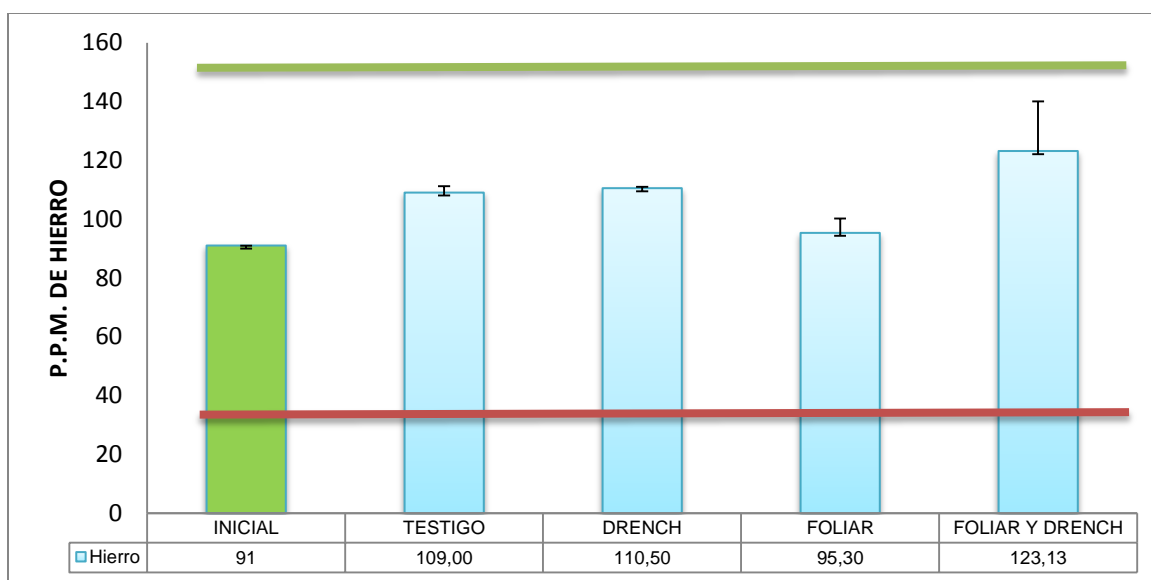
7.2.7. Hierro.

Tabla 15. Efecto del silicio en relación a hierro

HIERRO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
91	109	110,5	95,3	123,13
REQUERIMIENTO DE HIERRO MENOR	30	REQUERIMIENTO DE HIERRO SUPERIOR		150

Como se evidencia en la tabla 15 el contenido de Hierro en el área vegetativa estuvo similar en relación al estado inicial del proyecto y a los mejores tratamientos, teniendo que el tratamiento T4 (aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión) es el que obtuvo un mayor porcentaje de acumulación de Hierro en el área foliar, siendo el más alto respecto a los demás y el T3 (aplicación foliar con método de aspersión) fue el que menos porcentaje de hierro presento, estando en 12,7 partes por millón por debajo de los demás.

Figura7. Expresión del Hierro frente a los estándares de concentración.



En la figura7. se evidencia que todos los datos están en un rango óptimo de la cantidad de partes por millón dentro del área foliar, teniendo como un valor mínimo de la cantidad para el desempeño de 30 partes por millón y el que mayor beneficia proporciona a la planta sin causar algún daño por exceso de este elemento es de 150 partes por millón, en la figura se evidencia que no se presenta una diferencia entre los tratamientos con la aplicación de silicio respecto

al que no fue aplicado, se evidencia que en la figura de los tratamientos desarrollo un aumento de Hierro donde se destacaba el tratamiento 4.

Tabla 16. Resultado estadístico de la comparación de los tratamientos respecto a Hierro.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1554,93	3	518,311	1,64466	0,231363	3,49029
Dentro de los grupos	3781,76	12	315,147			
Total	5336,702	15				

Según el análisis de Varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia mayor a 0,05. Así no es necesario clasificar en subconjuntos los diferentes tratamientos en subconjuntos homogéneos.

Según Red agrícola, 2017 en su artículo “Productos del silicio ayudan a superar a las plantas a superar estrés biótico y abiótico” el silicio ayuda a la movilidad del hierro a través de la planta, evitando fitotoxicidad por este elemento. Estableciendo un equilibrio. Por este motivo fue indiferente el tipo de aplicación.

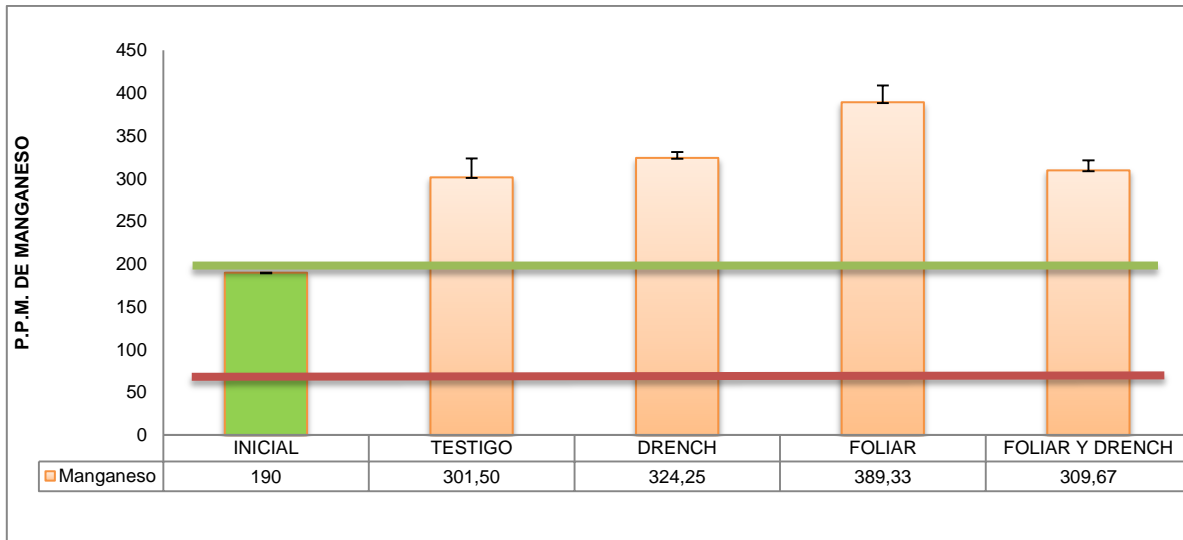
7.2.8. Manganeso.

Tabla 17. Efecto del silicio en relación a Manganeso

MANGANESO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
190	301,50	324,25	389,33	309,67
REQUERIMIENTO DE MANGANESO MENOR	50	REQUERIMIENTO DE MANGANESO SUPERIOR	180	

Como se evidencia en la tabla 17 el contenido de Manganeso en el área vegetativa estuvo constante en relación al estado inicial del proyecto y a los mejores tratamientos, teniendo que el tratamiento T4 (aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión) es el que obtuvo un mayor porcentaje de acumulación de Manganeso en el área foliar, siendo el más alto respecto a los demás y el T1 (testigo) fue el que menos porcentaje de manganeso presento, estando en un 8,17 partes por millón por debajo de los demás.

Figura 8. Expresión del Manganeso frente a los estándares de concentración.



En la figura 8 se observa que el dato inicial está levemente sobre la óptima proporción de manganeso, se define que la planta como mínimo debe de tener 50 partes por millón de este elemento en su área foliar y para expresar sus mejores características debe de tener 180 partes por millón esto para desarrollarse positivamente, teniendo que todos los tratamientos al final estaban sobre el límite superior de este elemento.

Tabla 18 análisis estadístico los tratamientos frente a la concentración de manganeso.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	19090,223	3	6363,4078	6,09566	0,0092134	3,49029
Dentro de los grupos	12527,084	12	1043,9236			
Total	31617,306	15				

Según el análisis de Varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia menor a 0,05. Al observar la diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a clasificar los diferentes tratamientos en subconjuntos homogéneos, para determinar el o los tratamientos con el mayor porcentaje de absorción y retención en la planta.

Tabla 19. Análisis de subconjuntos homogéneos TUKEY

Subconjunto para alfa: 0,05				
	N	1	2	3
T1	4	0,32925		
T2	4	0,3435	0,3435	
T4	4		0,3535	0,3535
T3	4			0,37425

En la tabla 19 se observa que se forman 3 subconjuntos, donde el conjunto 1 está formado por T1 y T2 teniendo una media no diferente entre ellos, el segundo está conformado por T2 Y T4 los cuales tienen una media sin media significativa entre ellos, y el tercer conjunto está conformado por T4 y T3 los cuales tienen las medias más altas sin una diferencia significativa entre ellas, la aplicación en aspersión de Silicio es la que más presentó exceso de Manganeso y siendo el tratamiento testigo el que menos exceso presentó.

Según Prato y Gómez en el artículo “Aplicación líquida edáfica y foliar de manganeso en espinaca cultivada en sustrato vermicompost” tuvieron como resultado que el Manganeso se asimila mejor de manera radicular que foliar, por este motivo se esperaría que el T2 fuera el tratamiento que mejores resultados diera en este ensayo, por esto se recomienda que se repita este ensayo.

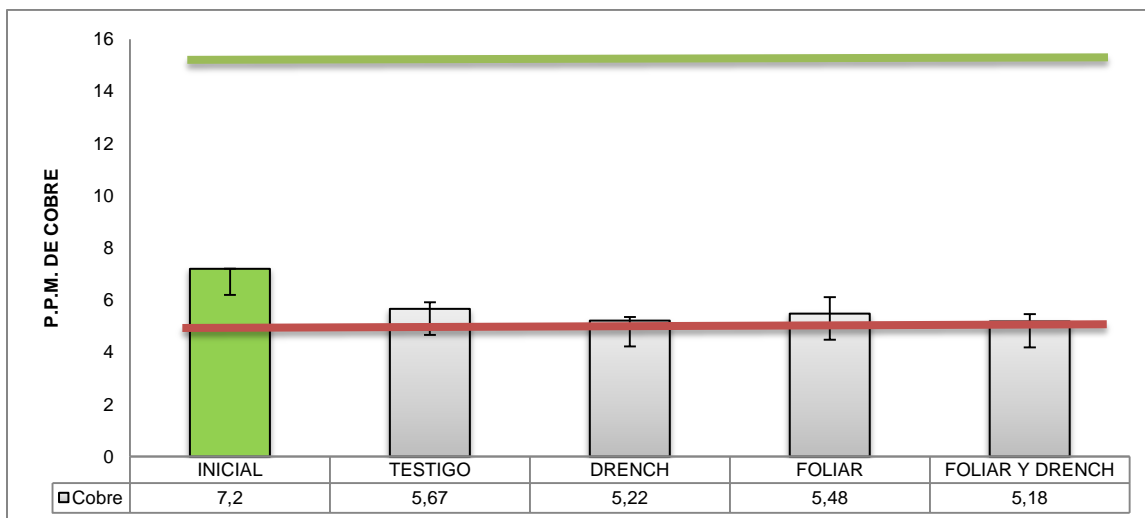
7.2.9. Cobre.

Tabla 20. Efecto de la aplicación de silicio sobre el cobre.

COBRE				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
7,2	5,67	5,22	5,48	5,18
REQUERIMIENTO DE COBRE MENOR	5	REQUERIMIENTO DE COBRE SUPERIOR	15	

Se observa en la tabla 20 los datos obtenidos en la práctica donde se cuenta con un estado inicial de 7,2 partes por millón y se denota después del ensayo el nivel de cobre disminuyó teniendo que las plantas se encuentran sobre un déficit de cobre donde es más relevante en el t4 el cual es el menor, y el que mejor mantuvo la cantidad de cobre fue el tratamiento t1.

Figura 9: Expresión del cobre frente a los estándares de concentración



En la figura 9 se identifica que al comienzo del ensayo el cobre estaba en medidas buenas para la planta y al finalizar se notó una reducción del cobre el cual está sobre el límite inferior que soporta la planta el cuales de 5, la planta de rosa se expresa mejores características cuando tiene 15 partes por millón de cobre.

Tabla 21 análisis estadístico los tratamientos frente a la concentración de cobre.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,63122	3	0,21040	0,38537	0,765528	3,49029
Dentro de los grupos	6,55175	12	0,54597			
Total	7,18297	15				

Según el análisis de Varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia mayor a 0,05. Así no es necesario clasificar en subconjuntos los diferentes tratamientos en conjuntos homogéneos.

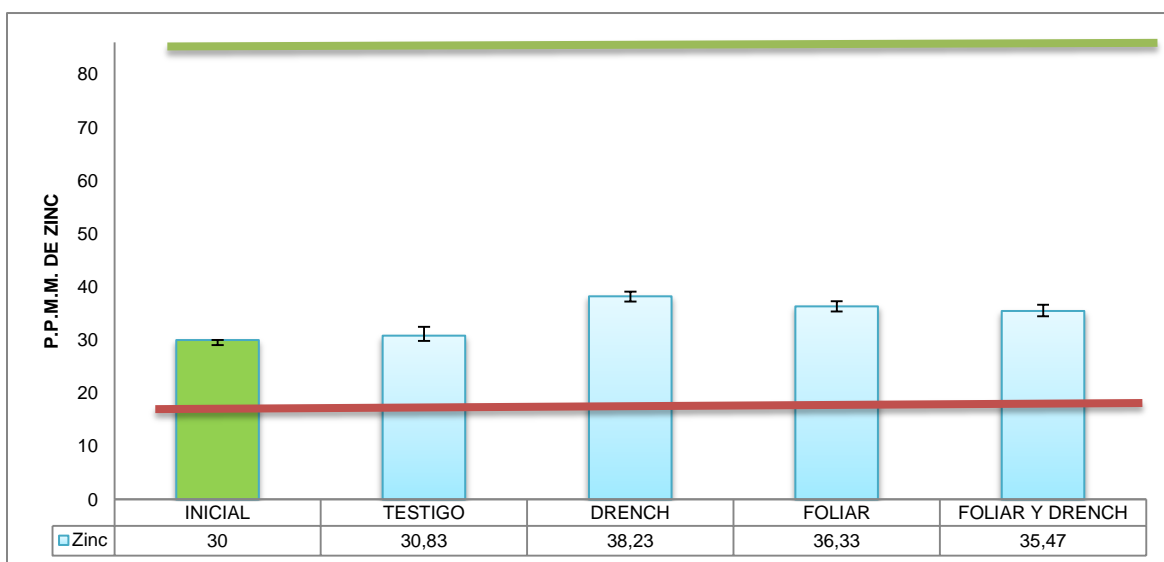
7.2.10. Zinc.

Tabla 22: identificación del efecto del silicio frente a la acumulación de Zinc

ZINC				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
30 P.P.M	30,83 P.P.M	38,23 P.P.M	36,33 P.P.M.	35,47 P.P.M.
REQUERIMIENTO DE ZINC MENOR	16 P.P.M.	REQUERIMIENTO DE ZINC SUPERIOR		85 P.P.M

En la tabla 16 se observa los datos de los análisis foliares donde se denota el estado inicial del cultivo antes de ejecutarse el proyecto donde tenemos una concentración de 30 partes por millón de Zinc y como final tenemos que el que menos presento acumulación de zinc fue el tratamiento T1 (testigo) con una acumulación de 30,83 partes por millón, estando por debajo 4,64 partes por millón del siguiente tratamiento con menos acumulación de Zinc, tenemos que el mejor tratamiento que presento mayor acumulación de Zinc es el tratamiento T2 (en sustrato con técnica de drench) con 38,83 partes por millón.

Figura 10. Comportamiento de Zinc en relación a los estándares.



En la figura 10 observamos que la planta de rosa necesita en su área foliar un mínimo de 16 partes por millón esto para no encontrarse en un déficit nutricional de este elemento, teniendo que el mejor expresión de la planta se encuentra cuando se encuentra en una cantidad de 85 partes por millón, se observó que el cultivo se encontraba en el rango que lo requiere la planta, estando en una proporción cercana a la cantidad mínima, y en el momento final se notó un aumento de Zinc aunque esto no alcanzo a las cantidades optimas en donde debería encontrarse.

Tabla 23. Resultado estadístico en relación a la concentración de Zinc

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	118,5789	3	39,5263	7,03436	0,005522	3,49029
Dentro de los grupos	67,42835	12	5,61902			
Total	186,0073	15				

Según el análisis de Varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia menor a 0,05. Al observar la diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a clasificar los diferentes tratamientos en subconjuntos homogéneos, para determinar el o los tratamientos con el mayor porcentaje de absorción y retención en la planta.

Tabla 24. Análisis de subconjuntos homogéneos TUKEY

Subconjunto para alfa: 0,05				
	N	1	2	3
T1	4	30,825		
T4	4		35,4675	
T3	4		36,3325	36,3325
T2	4			38,225

En la tabla 24 se observa que se forman 3 subconjuntos, donde el conjunto 1 está formado solamente por el tratamiento 1 teniendo una media diferente a las de los demás siendo la más baja, el segundo está conformado por T4 Y T3 los cuales tienen una media sin diferencia significativa entre ellos, y el tercer conjunto está conformado por T3 y T2 los cuales tienen las medias más altas con una diferencia no significativa entre ellas, la aplicación en drench de Silicio que más presentó una concentración de Zinc.

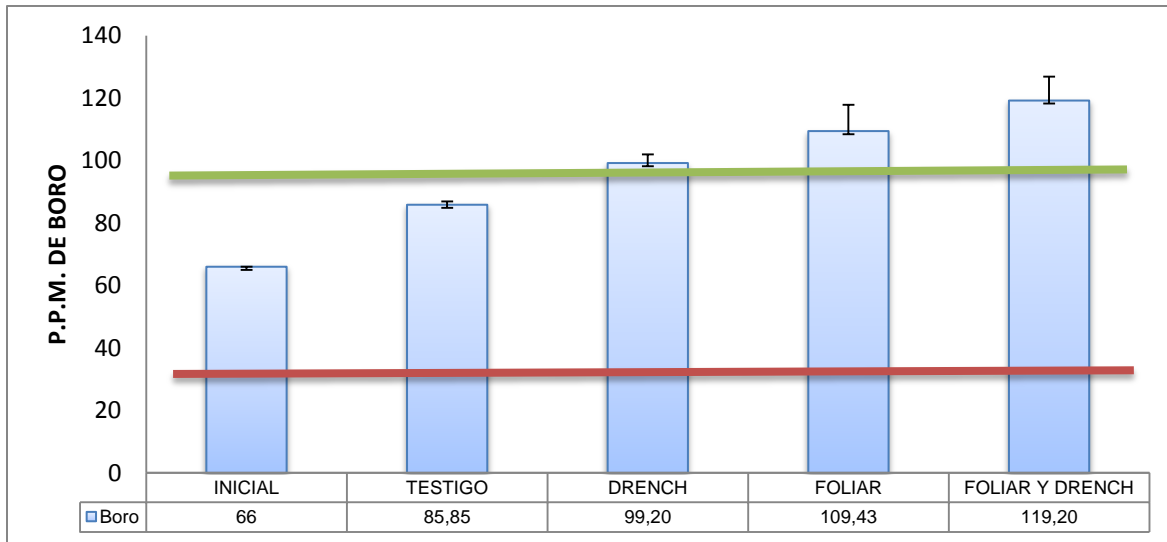
7.2.11. Boro.

Tabla 25. Identificación del efecto del silicio frente a la acumulación de boro

BORO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
66 P.P.M	85,85 P.P.M	99,20 P.P.M	109,43 P.P.M.	119,20 P.P.M.
REQUERIMIENTO DE BORO MENOR	35 P.P.M	REQUERIMIENTO DE BORO SUPERIOR	95 P.P.M	

En la tabla 25 se nota el estado inicial del cultivo antes de la ejecución del proyecto donde se notó que se encontraba en 66 partes por millón, finalizando con un aumento en la concentración de Boro teniendo como valor mínimo el tratamiento T1 (testigo) con una cantidad de 85,85 partes por millón, estando por debajo 13,35 del tratamiento que la precede, se obtuvo que el tratamiento que más aportó Boro fue el tratamiento T4 (aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersión) con un 119,20 partes por millón.

Figura 11. Comportamiento del Boro en relación a los estándares.



En la figura 11 se observa que la planta requiere 35 partes por millón para no encontrarse en déficit nutricional de este elemento, también se encuentra un valor para el desarrolla óptimo de la planta el cual es de 95 partes por millón, se observa que la planta al estado inicial está en un rango óptimo de Boro, y en el momento que se finalizó el proyecto el contenido de Boro aumento quedando el testigo dentro del rango optimo y los demás tratamientos estuvieron sobre el requerimiento óptimo de este elemento

Tabla 26. Resultado estadístico en relación a la concentración de Boro

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2446,326	3	815,4422	5,93856	0,010080	3,49029
Dentro de los grupos	1647,757	12	137,3131			
Total	4094,084	15				

Según el análisis de Varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia menor a 0,05. Al observar la diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a clasificar los diferentes tratamientos en subconjuntos homogéneos, para determinar el o los tratamientos con el mayor porcentaje de absorción y retención en la planta.

Tabla 27. Análisis de subconjuntos homogéneos TUKEY

Subconjunto para alfa: 0,05				
	N	1	2	3
T1	4	85,85		
T2	4		99,2	
T3	4		109,4	109,4
T4	4			119,2

En la tabla 27 se observa que se forman 3 subconjuntos, donde el conjunto 1 está formado solamente por el tratamiento 1 teniendo una media diferente a las de los demás siendo la más baja, el segundo está conformado por T2 Y T3 los cuales tienen una media sin diferencia significativa entre ellos, y el tercer conjunto está conformado por T3 y T4 los cuales tienen las medias más altas con una diferencia no significativa entre ellas, la aplicación en drench, aspersion y ambas en conjunto de Silicio causa que la planta se encuentre sobre la óptima concentración de Boro.

El tratamiento 4 fue el que media mas alta tuvo, debido a que fue una aplicación en drench y aspersion, según Alarcón en su artículo “El boro como nutriente esencial” por la naturaleza del boro este tipo de aplicaciones le favorece, ya que es un elemento poco móvil y su movilidad depende de la transpiración de la planta, teniendo presencia desuniforme en todo el organismo de la planta, pero con estas aplicaciones se facilitó la presencia del elemento en hojas jóvenes y viejas por igual.

7.2.12. Sodio.

Tabla 28. Efecto del silicio sobre la concentración de Sodio.

SODIO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
288 P.P.M.	178,65 P.P.M.	174,25 P.P.M.	162,50 P.P.M.	153,33 P.P.M.

En la tabla 28 se identifica el comportamiento del sodio dentro de la Planta el cual tiene un estado inicial de 288 partes por millón, la cual al finalizar disminuye en la figura 12 se observa como es el comportamiento del sodio frente a los tratamientos donde el tratamiento que más obtuvo cantidad de sodio fue el tratamiento T1 (testigo) con 178,65 partes por millón y el que menor obtuvo concentración de sodio fue el tratamiento T4 (aplicación en sustrato con técnica

de drench mas aplicación foliar con método de aspersión) con una acumulación de sodio de 153,33 partes por millón siendo el menor que todos los demás.

Figura 12. Comportamiento del sodio frente a cada tratamiento.

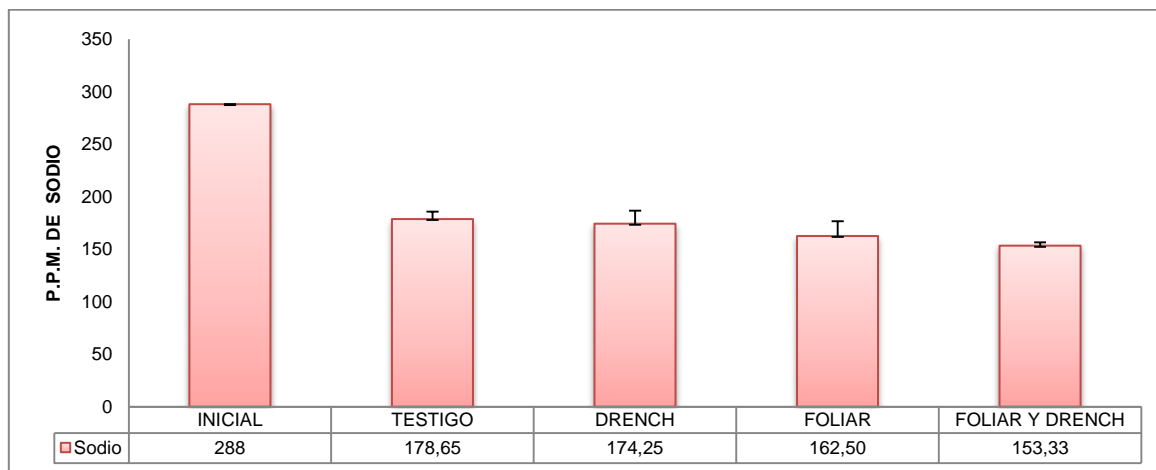


Tabla 29. Resultado estadístico en relación a la concentración de sodio

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1580,805	3	526,935	1,29016	0,32251	3,49029
Dentro de los grupos	4901,086	12	408,423			
Total	6481,892	15				

Según el análisis de Varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia mayor a 0,05. Así no es necesario clasificar en subconjuntos los diferentes tratamientos en conjuntos homogéneos.

7.2.13. Silicio.

Tabla 30 efecto del silicio en relación a silicio.

SILICIO				
ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS T1	ANÁLISIS T2	ANÁLISIS T3	ANÁLISIS T4
0,74	1,63	1,85	1,85	1,86

Se evidencia en la tabla 30 que la planta se encontraba con un porcentaje de silicio de 0,74% el cual se ve ascender en el final del proyecto, en la figura 13 se ve

el comportamiento de silicio frente a cada tratamiento, teniendo que el mejor tratamiento fue el T4 (aplicación en sustrato con técnica de drench mas aplicación foliar con método de aspersion) con un 1,86% del área vegetativa, y el que menos presento fue el tratamiento T1 (testigo) con 1,63%del área vegetal.

Figura 13. Fluctuación del silicio según el tratamiento.

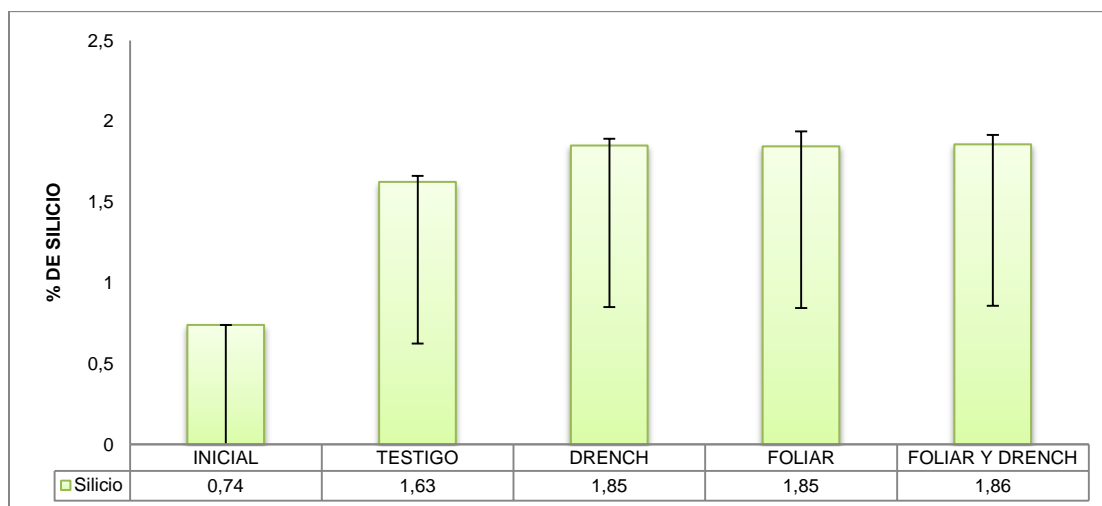


Tabla 31. Resultado estadístico en relación a la concentración de Silicio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,15331	3	0,05110	3,44005	0,05190	3,49029
Dentro de los grupos	0,17827	12	0,01485			
Total	0,33159	15				

Según el análisis de Varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia mayor a 0,05. Así no es necesario clasificar en subconjuntos los diferentes tratamientos en conjuntos homogéneos.

Discusión

El silicio es un elemento el cual beneficia a la planta ya que le ayuda a formar estructura y mejor sistema de fisiológico a la planta, este proceso en rosas se lleva un periodo aproximado a 36 semanas lo cual son 3 ciclos productivos (Padilla Valverde, 2007), esto indica que en relación a los elementos principales no se encuentran afectados en gran proporción en un periodo corto, mientras que en elementos menores se ve mayormente reflejado los cambios ya que las concentraciones son menores, en el momento de la aplicación de silicio ayuda a la absorción de estos elementos para estar disponible para la planta, para el

momento que lo requiera como en la presencia de estrés, (red agrícola, Productos del silicio ayuda a las plantas a superar estrés biótico y abiótico, 2017)

7.3. Resultado de longitud de tallos

Tabla 32 relación de la aplicación de silicio con el crecimiento promedio de los tallos de rosa desde estado inicial hasta momento final.

	T1	T2	T3	T4
dato inicial	32,62	26,22	36,50	32,22
dato intermedio	51,93	49,02	55,50	53,77
dato final	71,48	73,05	74,90	74,12

En la tabla 32 se identifica la longitud inicial de las plantas es pareja pero se encuentran diferencias donde el tratamiento 2 tiene un promedio menor de longitudes las tenía el tratamiento 2 y el mayor el tratamiento 3, como se evidencia en la figura 14 y tabla 32 el crecimiento promedio fue parejo hasta la mitad del proyecto y en el momento final se desarrollaron cambios los cuales dejaron, que los tratamientos que obtuvieron mayor tamaño del tallo fueron los que tuvieron aplicación de silicio quedando más cortos los que no tuvieron esta aplicación.

Figura 14, comportamiento de silicio frente al crecimiento promedio de los tallos de rosa.

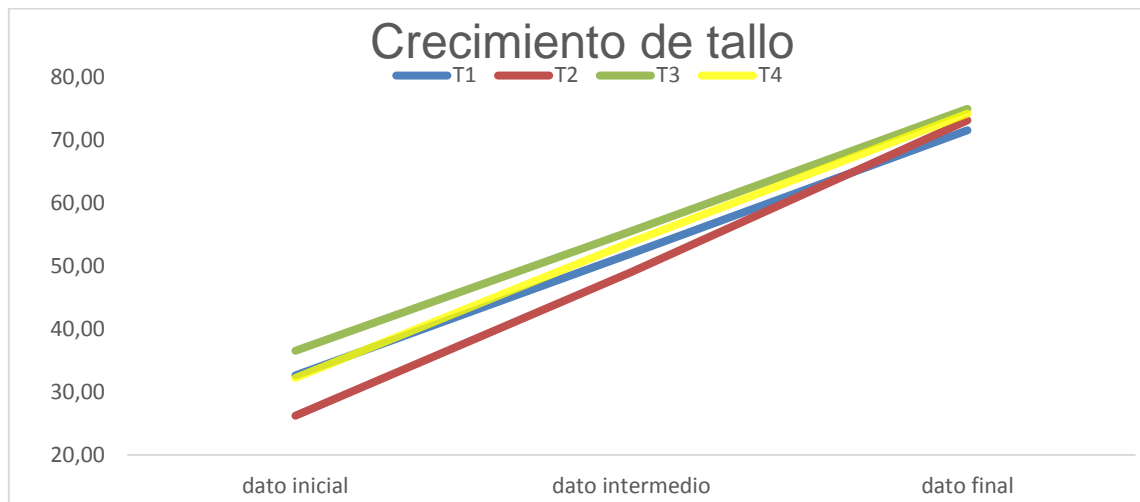


Tabla 33. Análisis estadístico del crecimiento de tallos.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	393,545	3	131,181	1,28666	0,279628	2,64285
Dentro de los grupos	24061,416	236	101,955			
Total	24454,962	239				

Según el análisis de Varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia mayor a 0,05. Así no es necesario clasificar en subconjuntos los diferentes tratamientos en conjuntos homogéneos.

7.4. Análisis fitosanitario

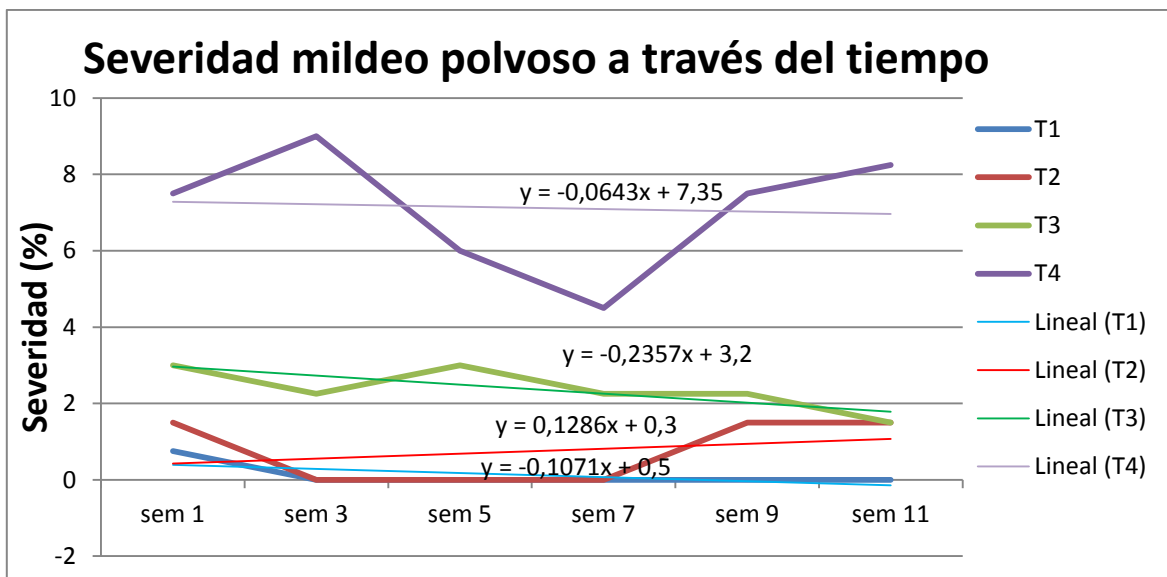
7.4.1. Mildío polvoso

Tabla 34 severidad del ataque del hongo mildío polvoso

	sem 1	sem 3	sem 5	sem 7	sem 9	sem 11
T1	0,75	0,00	0	0	0	0,00
T2	1,5	0,00	0	0	1,5	1,50
T3	3	2,25	3	2,25	2,25	1,50
T4	7,5	9,00	6	4,5	7,5	8,25

En la tabla 34 se establece la severidad del ataque de este patógeno tomada semana intercalada en durante la realización del proyecto.

Figura 15. Esquemas de la severidad del ataque del patógeno mildío polvoso



En la figura 15 identificamos como fue el desarrollo del ataque de este hongo, teniendo que el tratamiento 1 presenta una pendiente de $y = -0,1071x + 0,5$ lo cual indica que tiene una relación a bajar la severidad del ataque, el tratamiento 2 presenta una pendiente de $y = 0,1286x + 0,3$ lo que indica que la severidad del ataque va siendo mayor, los tratamientos T3 y T4 tuvieron pendientes de $y = -0,2357x + 3,2$ y $y = -0,0643x + 7,35$ respectivamente lo que indica que la severidad del ataque va bajando en relación al transcurrir las semanas.

Se evidencia que los tratamientos 3 y 4 tienen las tendencias más pronunciadas a bajar la severidad del ataque de este hongo, mientras que el tratamiento 2 demuestra un aumento en el ataque y severidad de este hongo.

Tabla 35 análisis estadístico de la severidad del ataque de mildéu polvoso

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	180,445	3	60,1484	64,4807	1,847E-10	3,09839
Dentro de los grupos	18,6562	20	0,93281			
Total	199,101	23				

Según el análisis de Varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia menor a 0,05. Al observar la diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a clasificar los diferentes tratamientos en subconjuntos homogéneos, para determinar el o los tratamientos con el mayor porcentaje de absorción y retención en la planta.

Tabla 36. Análisis de subconjuntos homogéneos TUKEY

Subconjunto para alfa: 0,05				
	N	1	2	3
T1	6	0,125		
T2	6	0,625		
T3	6		2,375	
T4	6			7,125

En la tabla 36 se observa que se forman 3 subconjuntos, donde el conjunto 1 está formado por el tratamiento 1 y tratamiento 2 los cuales tienen una media sin diferencia significativa entre ellos, el segundo está conformado por el tratamiento 3 el cual tiene una media con diferencia significativa respecto a los otros tratamientos, y el tercer conjunto está conformado por el tratamiento 4 con una media diferente a los demás siendo la más alta.

La aplicación de silicio en aspersión ayuda a proteger la planta de rosa sobre la severidad del ataque de Mildeo polvoso como se evidencia en el trabajo de Cesar Albornoz, el cual demuestra que la aplicación de silicio ayuda a disminuir la severidad del ataque de este hongo, y al aumentar la dosis va a verse reflejado este beneficio, eso va acompañado a un buen manejo sanitario sobre este hongo. (Albornoz C. , 2016)

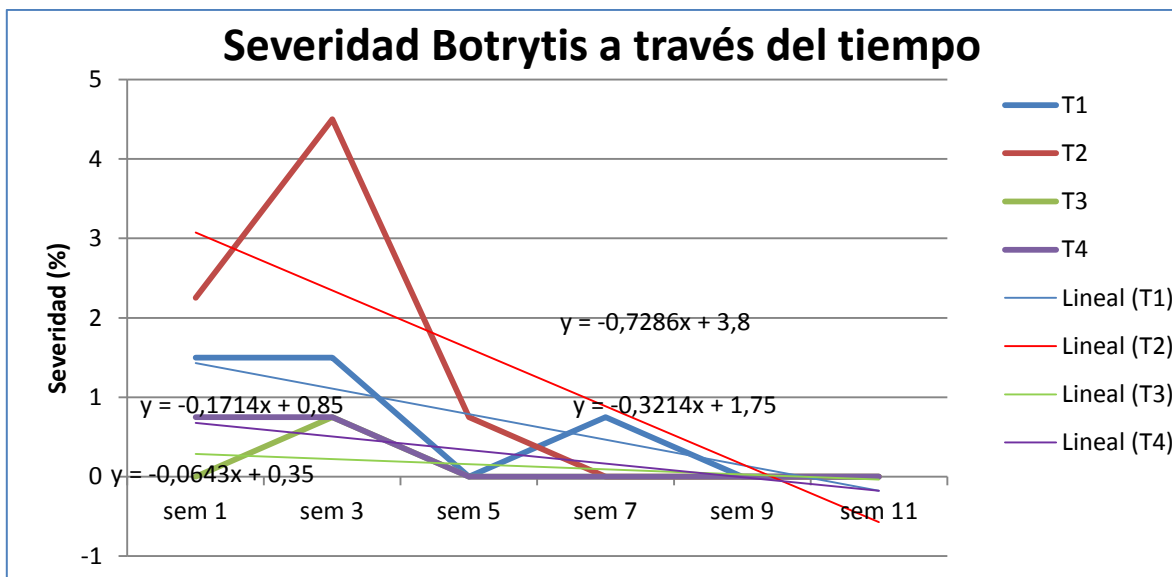
7.4.2. Botrytis

Tabla 37. Severidad del ataque del hongo *Botrytis* sp.

	sem 1	sem 3	sem 5	sem 7	sem 9	sem 11
T1	1,5	1,5	0	0,8	0	0
T2	2,25	4,5	0,8	0	0	0
T3	0	0,8	0	0	0	0
T4	0,75	0,8	0	0	0	0

En la tabla 37 se establece la severidad del ataque de este patógeno tomada semana intercalada durante la ejecución del ensayo.

Figura 16. Esquemas de la severidad del ataque del patógeno *Botrytis*



En la figura 16 identificamos como fue el desarrollo del ataque de este hongo, teniendo que el tratamiento 1 presenta una pendiente de $y = -0,3214x + 1,75$ indicando que tiene una tendencia a bajar la severidad del ataque, el tratamiento 2 presenta una pendiente de $y = -0,7286x + 3,8$ lo que indica que la severidad del ataque está disminuyendo, los tratamientos T3 y T4 tuvieron pendientes de $y = -0,0643x + 0,35$ y $y = -0,1714x + 0,85$ respectivamente, indicando que la severidad del ataque va bajando en relación al transcurrir las semanas.

Se evidencia que el tratamiento 2 tiene la tendencia más pronunciada a bajar la severidad del ataque de este hongo.

Tabla 35 análisis estadístico de la severidad del ataque de *Botrytis*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,59375	3	1,53125	1,49847	0,245442	3,09839
Dentro de los grupos	20,4375	20	1,02187			
Total	25,03125	23				

Según el análisis de Varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que se observa un valor de significancia mayor a 0,05. Así no es necesario clasificar en subconjuntos los diferentes tratamientos en conjuntos homogéneos.

8. Conclusiones

- Se determinó que el tratamiento que mejores resultados tuvo fue el 4, debido a que la combinación de aplicaciones en aspersión y drench ayuda a la asimilación de nutrientes y a bajar la severidad del ataque de Mildeo polvoso (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*)
- El tratamiento que mejores resultados tuvo fue el tratamiento 4, siendo superior a los otros 3 tratamientos, teniendo diferencia en la asimilación de los elementos menores, en elementos mayores los tratamientos tuvieron un comportamiento similar.
- En los elementos mayores no se encontró diferencia significativa lo cual nos indica que no hay relación o el periodo fue muy corto para ver si hay diferencia entre los tratamientos.
- No hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos respecto a la longitud de los tallos, siendo indiferente la aplicación de silicio para la elongación del tallo.
- Se evidencio que para la severidad del ataque del hongo *Botrytis* sp. no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Para la severidad del hongo Mildeo polvoso (*Sphaerotheca pannosa var. rosae*), el tratamiento 2 (aplicación en drench) no favoreció a disminuir la severidad de este hongo, en los demás tratamientos no hubo diferencia significativa.
- Los tratamientos aparte del t2 mostraron una pendiente a la baja lo cual indica que la severidad va disminuyendo al paso de las semanas.

9. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un nuevo ensayo con más variedades, debido a que esta variedad es muy susceptible a cambios ambientales, además que va relacionado a condiciones varietales, al igual que puede suceder con los productos utilizados para el control de patógenos en esta variedad.
- Desarrollar un proyecto con un periodo más largo el cual llegando a varios ciclos productivos, así haciendo un análisis al momento de finalizar cada ciclo para así evidenciar si hay o no un efecto acumulativo.
- Realizar pruebas a diferentes dosis de silicio para hallar la concentración adecuada para este cultivo.
- Los resultados de este estudio puede ser aplicado para las condiciones dadas en la sábana de Bogotá, dado que GR Chía cuenta con producción de rosa en otros países, donde también se pueden realizar este tipo de ensayos.
- Evaluar más componentes de la calidad de la flor para identificar si hay diferencia entre los tratamientos.
- Identificar la producción de cada una de las camas indicadas de los tratamientos para saber cuánta flor hay tipo exportación y cuanta nacional, ara hallar diferencia productiva en cada tratamiento
- Se recomienda hacer nuevos ensayos con distintas dosis y combinados con otro tipo de fertilizantes.
- Unificar varias camas tratadas con cada método para así tener mayor área aplicada para observar que si se encuentra control de severidad de hongos o no.
- Aumentar las repeticiones seleccionando camas con problemas sanitarios homogéneos y reducir las aplicaciones de fungicidas para saber si el silicio tiene un control o si necesita un refuerzo.
- Realizar una rotación de silicio con calcio en forma de aspersión ya que ayudan a tener un área foliar más fuerte el cual no pueda germinar el hongo, teniendo en cuenta en no causar una Fitotoxicidad,

10. BIBLIOGRAFIA

- Albornoz, b. c. (2016). *Fertiriego con silicio en variedades de rosa sobre la severidad de mildew polvoso (Sphaerotheca pannosa var. rosae)*. pasto: REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS.
- Albornoz, C. (2016). *Fertiriego con silicio en variedades de rosa sobre la severidad de mildew polvoso (Sphaerotheca pannosa var. rosae)*. pasto, colombia: REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS .
- BBC. (31 de 07 de 2016). *Las impresionantes cifras del mercado de flores más grande del mundo*. Obtenido de Las impresionantes cifras del mercado de flores más grande del mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36905800>
- biologicos, B. N. (2019). *Control de Moho Gris en cultivo de rosas con bactox wp*. Obtenido de Control de Moho Gris en cultivo de rosas con bactox wp: <http://semillasvalle.com/site/archivos/blog/rosa-botrytis.pdf>
- Cardenas, P. L. (2011). *estudio de la agroindustria de las flores en colombia y la creacion de una empresa productora de flores*. Bogota: universidad de la sabana.
- De LA Cruz, M. M. (2012). *fertilizacion foliar con potasio, calcio y silicio en fresa (fragaria x ananassa Duch)*. Chapingo, Mexico: universidad autonoma chapingo.
- Díaz, S. I. (17 de 2 de 2012). *Ciclo del Silicio y Ciclo del Calcio*. Obtenido de Ciclobiogequimico: <http://equipo5ciclobiogeoblogspot.com/2012/02/sedimentario-e-hidrologico.html>
- Espinosa, J. (1994). *ANALISIS FOLIAR: FUNDAMENTOS*. Quito, Ecuador: instituto de la potasa y el fosforo .
- opti-sciences. (2017). *Medidor de contenido de clorofila*. Obtenido de <https://www.optisci.com/ccm-200.html>
- Pachacama y Jibaja ., A. Y. (29 de 11 de 2014). DETERMINACIÓN DE AZUFRE, BORO Y FÓSFORO EN TEJIDO FOLIAR POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE EMISIÓN POR ACOPLAMIENTO DE PLASMA INDUCTIVO Y DETECCIÓN ÓPTICA. *boletin anual escuela de ciencias quimicas*.
- Padilla Valverde, A. F. (12 de 2007). *Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador*. honduras: ZAMORANO Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria .
- perilla alvarado, I. a. (23 de 07 de 2007). condiciones que favorecen el desarrollo del mildew polvoso ((Sphaerotheca pannosa var. rosae) en los cultivos de rosa de la sabana de bogota. *pontificio universidad javeriana*.
- Piedrahíta, O. (2008). *El Silicio como Fertilizante*. manganesio heliconea s.a.
- prato, A. (s.f.). *aplicacion liquida edafica y foliar de manganeso en espinaca (spinacia oleraceae L.) cultivada en sustrato vermiconpost*.

red agricola. (2017). *Productos del silicio ayuda a las plantas a superar el estrés biótico y abiótico*. Santiago, Chile: red agricola.

red agricola. (2018). *El magnesio: nutriente esencial en la producción de frutales y cultivos*. red agricola.

Romero, P. I. (2013). Estado Actual de *Peronospora sparsa*, Causante del Mildiu Velloso en Rosa (Rosa sp.). *Rev. mex. fitopatol vol.31 no.2 Texcoco 2013*. Obtenido de Estado Actual de *Peronospora sparsa*, Causante del Mildiu Velloso en Rosa (Rosa sp.).

sociedad española de productos humicos s.a. (2009). *EL SILICIO (Si) COMO ELEMENTO FERTILIZANTE Y PROTECTOR DE ENFERMEDADES Y PLAGAS*. Zaragoza: humicos y biológicos, Ltda.

Spark, W. (10 de 9 de 2019). *El clima promedio en Madrid*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/23360/Clima-promedio-en-Madrid-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Yong, A. (2004). *EL CULTIVO DEL ROSAL Y SU PROPAGACIÓN*. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Castillo Carlos Fernando, Álvarez Elizabeth, Gómez Eduardo, Llano Germán A., Castaño Jairo, 2010. MEJORAMIENTO NUTRICIONAL DE LA ROSA PARA EL MANEJO DE PERONOSPORA SPARSA BERKELEY, CAUSANTE DEL MILDEO VELLOSO. http://www.accefyn.com/revista/Vol_34/131/137-142.pdf

Sephu, 2009. EL SILICIO (Si) COMO ELEMENTO FERTILIZANTE Y PROTECTOR DE ENFERMEDADES Y PLAGAS. https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/028---15.05.09---El-Silicio-como-fertilizante-y-fungicida.pdf

Frantz, 2010. Research update: Does silicon have a role in ornamental crop production. *OFA Bulletin*. Pag. 17-18.

Alarcon, El Boro como nutriente esencial.