



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TITULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EFECTO DEL SILICIO EN EL MANEJO  
FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao*  
L. Cv. CCN-51) EN ÉPOCA LLUVIOSA”**

**AUTOR: CASTILLO MOREJON CÉSAR PAÚL**

**DIRECTOR: Ing. VACA PAZMIÑO, EDUARDO PATRICIO Mgs.**

**SANTO DOMINGO - ECUADOR**

**2019**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, “**EFFECTO DEL SILICIO EN EL MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE CACAO** (*Theobroma cacao* L. Cv. CCN-51) **EN ÉPOCA LLUVIOSA**” realizado por el señor **CÉSAR PAÚL CASTILLO MOREJÓN**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **CÉSAR PAÚL CASTILLO MOREJÓN** para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 10 de enero del 2019

A handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal line. The signature is stylized and appears to read 'Eduardo Patricio Vaca Pazmiño'.

ING. EDUARDO PATRICIO VACA PAZMIÑO

**DIRECTOR**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

### **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CÉSAR PAÚL CASTILLO MOREJÓN**, con cédula de identidad N° 230044636-2, declaro que este trabajo de titulación **“EFECTO DEL SILICIO EN EL MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L. Cv. CCN-51) EN ÉPOCA LLUVIOSA”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, 10 de enero del 2019

---

**CÉSAR PAÚL CASTILLO MOREJÓN**

230044636-2



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **CÉSAR PAÚL CASTILLO MOREJÓN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“EFECTO DEL SILICIO EN EL MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L. Cv. CCN-51) EN ÉPOCA LLUVIOSA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo Domingo, 10 de enero del 2019

A handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal line. The signature is stylized and appears to read 'César Paúl Castillo Morejón'.

**CÉSAR PAÚL CASTILLO MOREJÓN**

230044636-2

## DEDICATORIA

En primer lugar le doy gracias a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y vida para alcanzar mis objetivos, ya que siempre me dio fuerzas para superar cada obstáculo que se atravesó en mi camino, pero sobre todo por su infinita bondad y amor.

A mis padres (César y María) y a mis tíos (Marcia y Geovanny) por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Mis hermanos, Rosita Elena y Rafael por estar conmigo y apoyarme siempre.

Mis abuelos Rafael Castillo Chamba y Rosa Elena Hidalgo, por quererme y apoyarme en un momento crucial de mi desarrollo profesional.

Además a Karla Acosta por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto de investigación y además por haber un ser muy importante en mi vida.

A John Sornoza y su familia que a más de ser un buen amigo es como un hermano, por el apoyo en momentos cruciales de mi vida, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por ese aprecio incondicional.

César Paúl Castillo Morejón

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

Así, quiero mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer toda su ayuda, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas y sobre todo a mis maestros quienes fueron el pilar de mi formación profesional, por esos conocimientos que me fueron impartidos y que me han sido de mucho ayuda al momento de desenvolverme en el ámbito profesional.

Muestro mis más sinceros agradecimientos al Ing. Patricio Vaca, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza para mi desarrollo profesional, ya que a más de ser mi mentor también lo considero un gran amigo, porque sus consejos y su sabiduría que me han sido de mucha ayuda para desenvolverme en el ámbito laboral.

Al Ing. José Haro y a la empresa FERMAGRI por haberme dado la confianza y el apoyo para poder llevar a cabo mi proyecto de investigación.

También extendo un cordial agradecimiento al Ing. Galo Chiriboga, que gracias a su generosidad y su constante apoyo con el desarrollo de nuevas tecnologías, logré alcanzar un objetivo más en mi vida.

Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

## ÍNDICE

CARÁTULA	
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. EL CACAO EN EL ECUADOR.....	3
2.2. EL CULTIVO DE CACAO .....	3
2.3. EL CACAO CCN-51.....	4
2.4. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE CACAO.....	5
2.4.1. Moniliasis.....	5
2.4.2. Mazorca negra.....	6
2.4.3. Cherelle wilt.....	7
2.4.4. Escoba de bruja .....	8
2.5. EL SILICIO .....	9
2.5.1. Función del silicio.....	9
2.5.2. El silicio en la planta.....	10
2.5.3. Ventajas de la aplicación del silicio.....	10

2.6. FITOSIL.....	11
2.6.1. Propiedades Físico-Químicas.....	12
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Ubicación del lugar de investigación. ....	13
3.1.1. Ubicación Política. ....	13
3.1.2. Ubicación geográfica.....	13
3.1.3. Ubicación Ecológica.....	13
3.2. MATERIALES .....	14
3.3. MÉTODOLOGÍA .....	14
3.3.1. Diseño experimental .....	14
3.3.1.1. Factores a probar.....	14
3.3.1.2. Tratamientos a comparar.....	14
3.3.1.3. Tipo de diseño. ....	15
3.3.1.4. Repeticiones o bloques. ....	15
3.3.1.5. Características de la UE.....	15
3.3.1.6. Croquis del diseño .....	15
3.3.2. Análisis estadístico. ....	16
3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza.....	16
3.3.2.2. Coeficiente de variación. ....	16
3.3.2.3. Análisis funcional.....	17
3.3.2.4. Relación costo-beneficio.....	17
3.3.3. Variables a medir.....	17
3.3.3.1. Porcentaje de mazorcas sanas. ....	17
3.3.3.2. Porcentaje de chereles sanos.....	17
3.3.3.3. Incidencia de moniliasis .....	18
3.3.3.4. Incidencia de Mazorca negra.....	18

3.3.3.5.	Incidencia de escoba de bruja.....	18
3.3.3.6.	Incidencia de Cherelle wilt .....	19
3.3.3.7.	Índice de mazorcas.....	19
3.3.3.8.	Cosecha de mazorcas.....	19
3.3.3.9.	Análisis del índice de semilla .....	20
3.3.4.	Métodos específicos de manejo del experimento.....	20
3.3.4.1.	Fase de implantación.....	20
3.3.4.2.	Fase de aplicación de los tratamientos.....	21
3.3.4.3.	Control de malezas.....	22
3.3.4.4.	Podas.....	22
3.3.4.5.	Marcación de plantas .....	22
3.3.4.6.	Fase de evaluación de los tratamientos.....	23
III.	RESULTADOS.....	23
4.1.	Análisis foliar.....	23
4.2.	Porcentaje de mazorcas sanas. ....	27
4.3.	Porcentaje de chereles sanos.....	39
4.4.	Incidencia de mazorcas con moniliasis. ....	45
4.5.	Incidencia de mazorca Negra. ....	53
4.6.	Incidencia de cherelle wilt.....	64
4.7.	Incidencia de escoba de bruja.....	70
4.8.	Producción de cacao.....	74
4.9.	Índice de semilla .....	83
4.10.	Índice de mazorca .....	84
4.11.	Mazorcas afectadas por enfermedades vasculares vs precipitación .....	85
4.12.	Temperatura vs cherelle wilt.....	86
4.13.	Relación costo-beneficio.....	87

IV.	DISCUSIÓN.....	88
5.1.	Análisis foliar.....	88
5.2.	Mazorcas sanas. ....	88
5.3.	Porcentaje de chereles sanos.....	89
5.4.	Incidencia de mazorcas con moniliasis. ....	89
5.5.	Incidencia de mazorca negra. ....	90
5.6.	Incidencia de cherele wilt.....	90
V.	CONCLUSIONES.....	90
VI.	RECOMENDACIONES.....	92
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	92

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Propiedades fisico-químicas de Fitosil.....	12
Cuadro 2. Tratamientos del ensayo “Efecto del silicio en el manejo fitosanitario del cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L. Cv. CCN-51) en época lluviosa” .....	14
Cuadro 3. Esquema de análisis de varianza .....	16
Cuadro 4. Matriz para la toma de datos en campo .....	23
Cuadro 5. Análisis foliar inicial vs mejores tratamientos. ....	23
Cuadro 6. Resumen del ADEVA sobre el mazorcas sanas.....	27
Cuadro 7. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	28
Cuadro 8. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la segunda fecha de muestreo. ....	29
Cuadro 9. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la quinta fecha de muestreo. ....	30
Cuadro 10. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la sexta fecha de muestreo. ....	31
Cuadro 11. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la séptima fecha de muestreo. ....	32
Cuadro 12. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la octava fecha de muestreo. ....	33
Cuadro 13. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	34
Cuadro 14. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	35
Cuadro 15. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	36
Cuadro 16. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	37
Cuadro 17. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	38
Cuadro 18. Resumen del ADEVA del porcentaje de chereles sanos. ....	39
Cuadro 19. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	39

Cuadro 20. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	40
Cuadro 21. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	41
Cuadro 22. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	42
Cuadro 23. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	43
Cuadro 24. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	44
Cuadro 25. Resumen del ADEVA para la variable incidencia de mazorcas con moniliasis ...	45
Cuadro 26. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	46
Cuadro 27. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la quinta fecha de muestreo. ....	47
Cuadro 28. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la sexta fecha de muestreo. ....	48
Cuadro 29. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	49
Cuadro 30. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	50
Cuadro 31. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	51
Cuadro 32. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	52
Cuadro 33. Tabla resumen del ADEVA correspondiente a la variable incidencia de mazorca negra. ....	53
Cuadro 34. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	54
Cuadro 35. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la segunda fecha de muestreo. ....	55
Cuadro 36. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la tercera fecha de muestreo. ....	56

Cuadro 37. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la séptima fecha de muestreo. ....	57
Cuadro 38. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la octava fecha de muestreo. ....	58
Cuadro 39. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	59
Cuadro 40. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	60
Cuadro 41. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	61
Cuadro 42. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	62
Cuadro 43. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	63
Cuadro 44. Resumen del ADEVA correspondientes a la variable incidencia de cherelle wilt.	64
Cuadro 45. Análisis de varianza de incidencia de cherelle wilt correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	64
Cuadro 46. Análisis de varianza de incidencia de cherelle wilt correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	65
Cuadro 47. Análisis de varianza de incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	66
Cuadro 48. Análisis de varianza de incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	67
Cuadro 49. Análisis de varianza de incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	68
Cuadro 50. Análisis de varianza de incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	69
Cuadro 51. Resumen del ADEVA de incidencia de escoba de bruja.....	70
Cuadro 52. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la octava fecha de muestreo. ....	71
Cuadro 53. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	72

Cuadro 54. Análisis de varianza de incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	73
Cuadro 55. Análisis de varianza para la variable producción. ....	74
Cuadro 56. Análisis de varianza de producción de cacao correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	74
Cuadro 57. Análisis de varianza de producción de cacao correspondiente a la segunda fecha de muestreo. ....	75
Cuadro 58. Análisis de varianza de producción de almendras de cacao correspondiente a la tercera fecha de muestreo. ....	76
Cuadro 59. Análisis de varianza de producción de almendras de cacao correspondiente a la cuarta fecha de muestreo. ....	77
Cuadro 60. Análisis costo beneficio vs cada tratamiento. ....	87

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del diseño del experimento. ....	16
Figura 2. Comparación del contenido foliar de silicio inicial vs los mejores tratamientos. ....	24
Figura 3. Comparación del contenido foliar de nitrógeno obtenido en el análisis inicial vs los mejores tratamientos. ....	25
Figura 4. Comparación del contenido foliar de fósforo obtenido en el análisis inicial vs los mejores tratamientos. ....	25
Figura 5. Comparación del contenido foliar de potasio obtenido en el análisis inicial vs los mejores tratamientos. ....	26
Figura 6. Comparación del contenido foliar de calcio inicial vs los mejores tratamientos. ....	26
Figura 7. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	28
Figura 8. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la segunda fecha de muestreo. ....	29
Figura 9. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la quinta fecha de muestreo. ....	30
Figura 10. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la sexta fecha de muestreo. ....	31

Figura 11. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la séptima fecha de muestreo. ....	32
Figura 12. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la octava fecha de muestreo. ....	33
Figura 13. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	34
Figura 14. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	35
Figura 15. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la undécima fecha de muestreo. ....	36
Figura 16. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	37
Figura 17. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	38
Figura 18. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	40
Figura 19. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	41
Figura 20. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	42
Figura 21. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	43
Figura 22. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	44
Figura 23. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	45
Figura 24. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	46
Figura 25. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la quinta fecha de muestreo. ....	47
Figura 26. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la sexta fecha de muestreo. ....	48

Figura 27. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	49
Figura 28. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	51
Figura 29. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	52
Figura 30. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	53
Figura 31. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	54
Figura 32. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la segunda fecha de muestreo. ....	55
Figura 33. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la tercera fecha de muestreo. ....	56
Figura 34. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la sexta fecha de muestreo. ....	57
Figura 35. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la octava fecha de muestreo. ....	58
Figura 36. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	59
Figura 37. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	60
Figura 38. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	61
Figura 39. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	62
Figura 40. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	63
Figura 41. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherelle wilt correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	65
Figura 42. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherelle wilt correspondiente a la novena fecha de muestreo. ....	66

Figura 43. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décima fecha de muestreo. ....	67
Figura 44. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	68
Figura 45. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	69
Figura 46. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherelle wilt correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo. ....	70
Figura 47. Prueba de Duncan para la variable incidencia de escoba de bruja correspondiente a la octava fecha de muestreo. ....	71
Figura 48. Prueba de Duncan para la variable incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo. ....	72
Figura 49. Prueba de Duncan para la variable incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo. ....	73
Figura 50. Prueba de Duncan para la variable producción de cacao correspondiente a la primera fecha de muestreo. ....	75
Figura 51. Prueba de Duncan para la variable producción de almendras de cacao correspondiente a la segunda fecha de muestreo. ....	76
Figura 52. Prueba de Duncan para la variable producción de cacao correspondiente a la tercera fecha de muestreo. ....	77
Figura 53. Prueba de Duncan para la variable producción de almendras de cacao correspondiente a la cuarta fecha de muestreo. ....	78
Figura 54. Datos de la precipitación desde enero hasta julio del 2017 en Santo Domingo. ....	78
Figura 55. Producción de almendras vs precipitación durante los meses de febrero hasta julio del 2017. ....	79
Figura 56. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Febrero 2017. ....	80
Figura 57. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Mayo 2017. ....	81
Figura 58. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Junio 2017. ....	81
Figura 59. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Julio 2017. ....	82
Figura 60. Índice de semilla de cada tratamiento. ....	83
Figura 61. Índice de mazorca de cada uno de los tratamientos. ....	84
Figura 62. Mazorcas enfermas vs precipitación correspondiente al periodo Enero-Julio 2017. ....	85
Figura 63. Temperatura vs cherelle wilt en los meses de enero hasta julio del 2017. ....	86

## RESUMEN

La utilización de silicio es alternativa eficaz para elevar la resistencia de la planta a la presencia de factores adversos, contribuye a disminuir incidencias de enfermedades del cultivo, los efectos benéficos del silicio se expresan claramente bajo condiciones de estrés, tal como épocas lluviosas. Esta investigación se realizó en un cultivo de cacao CCN 51 en la Finca “La Floreana”, ubicada en el recinto San Andrés 2, parroquia Luz de América, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas: coordenadas N: 9959159 y E: 692521S, a 343 msnm, temperatura de 25,10 °C, HR 89,25%, velocidad del viento de 1 m/s. El objetivo fue evaluar el efecto del silicio en el manejo fitosanitario del cacao durante la época lluviosa. Los tratamientos consistieron en aplicar silicio vía foliar en diferentes dosis: 0 L/ha, 0,5 L/ha, 1,0 L/ha, 1,5 L/ha, 2,0 L/ha y un testigo. Se utilizó un DBCA, cuatro repeticiones por tratamiento. Por unidad experimental seleccionándose dos plantas a evaluarse cada quince días, la aplicación de 1,5 litros de fitosil genera efectos positivos en el porcentaje de mazorcas y chereles sanos en etapa invernal, comparándose al resto de tratamientos, en todas las evaluaciones este fue el tratamiento con menor presencia de enfermedades, obtuvo el mejor rendimiento, con 29,83 quintales/ hectárea, resultado superior al tratamiento testigo que alcanzo 13,78 quintales, se logró reducir considerablemente la incidencia de escoba de bruja usando dosis superiores 1,5 L/ha de silicio, en cuanto a la relación costo-beneficio, T3 tuvo el mejor resultado, obteniendo una rentabilidad de \$202,66, contrario de T0 (0,0 L/ha de Fitosil) que fue de \$33,46, dichos resultados corresponden a los recursos monetarios empleados en 180 plantas.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **CACAO CCN 51**
- **MONILIA CACAO**
- **PHYTOPHTHORA CACAO**
- **FITOSIL CACAO**

## ABSTRACT

The use of silicon is an effective alternative to increase the resistance of the plant to the presence of adverse factors, contributes to reduce incidences of crop diseases, the beneficial effects of silicon are clearly expressed under stress conditions, such as rainy seasons. This research was carried out in a CCN 51 cocoa crop in the "La Floreana" farm, located in the San Andrés 2 enclosure, Luz de América parish, Santo Domingo de los Tsáchilas province: coordinates N: 9959159 and E: 692521S, a 343 msnm, temperature of 25.10 °C, HR 89.25%, wind speed of 1 m / s. The objective was to evaluate the effect of silicon on the phytosanitary management of cocoa during the rainy season. The treatments consisted of applying silicon via foliar in different doses: 0 L / ha, 0,5 L / ha, 1,0 L / ha, 1,5 L / ha, 2,0 L / ha and a control. One DBCA was used, four repetitions per treatment. By experimental unit selecting two plants to be evaluated every fifteen days, the application of 1.5 liters of phytosil generates positive effects in the percentage of healthy ears and chereles in winter stage, comparing to the rest of treatments, in all the evaluations this was the treatment with less presence of diseases, it obtained the best yield, with 29,83 quintals / hectare, a result superior to the control treatment that reached 13,78 quintals, the incidence of witch's broom was significantly reduced using doses higher than 1,5 L / ha of silicon, in terms of cost-benefit, T3 had the best result, obtaining a profitability of \$ 202,66, contrary to T0 (0,0 L / ha of Fitosil) which was \$ 33.46, said results correspond to the monetary resources used in 180 plants.

### KEYWORDS:

- **CACAO CCN 51**
- **MONILIA CACAO**
- **PHYTOPHTHORA CACAO**
- **FITOSIL CACAO**

**“EFECTO DEL SILICIO EN EL MANEJO FITOSANITARIO DEL  
CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L. Cv. CCN-51) EN ÉPOCA  
LLUVIOSA”**

**I. INTRODUCCIÓN.**

Entre México, Guatemala y Honduras, la utilización del cacao data de 2 000 años AC. Estudios recientes demuestran que al menos una variedad de *Theobroma cacao* tiene su origen en la Alta Amazonía y que ha sido utilizada en nuestra la región por más de 5 000 años. La cultura del cacao en Ecuador es antigua, a la llegada de los españoles a la costa del Pacífico, ya se observaban grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y utilización de esta especie en la región costera, antes de la llegada de los europeos (Anecacao, 2015).

Cuando los españoles llegaron a América, los granos de cacao eran usados como moneda y para preparar una deliciosa bebida y, un siglo después, las semillas fueron llevadas a Europa donde desarrollaron una receta añadiéndole vainilla y dulce. Fue a finales del siglo XIX que, luego de varias experimentaciones, los suizos lograron producir el primer chocolate de leche, empezando así una industria mundial. En la segunda mitad del siglo XVI, este rentable negocio atrajo el interés de empresarios guayaquileños y, en 1 600, ya se tenían las primeras cosechas, siempre a orillas de los afluentes río arriba de Guayaquil, por lo que es conocido en el mundo como Cacao de Arriba. Existen registros de que Ecuador produce cacao desde 1 780, pero en 1 911 llegó a ser uno de los mayores exportadores. Hoy, la mayor parte del cacao exportado por Ecuador corresponde a una mezcla de Nacional y Trinitarios

introducidos en 1 930 y 1 940, se define como Complejo Tradicional (Guerrero, 2013).

En el año de 1 830, se lo conoce como “Gran Cacao”, ya que muchas familias acaudaladas se dedicaban a su cultivo. Vinces y Los Ríos son los principales productores. En el año de 1 880 la producción de cacao fue (15 000 Tm), y se triplica (40 000 Tm) para 1 900 y 1 920 (Soria, 2011). En 1 890, Ecuador es el mayor exportador mundial de cacao. Los primeros bancos del país se crean gracias a la base sólida que ofrece el cacao como motor económico nacional (Anecacao, 2015).

En Ecuador se cultivan dos tipos de cacao; la variedad nacional, reconocido a nivel mundial por su aroma, y la variedad CCN-51, que es reconocido por sus altos rendimientos en cuanto a producción (ProEcuador, 2016).

El cacao es afectado por enfermedades que inciden directamente en el rendimiento del cultivo, como la Moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par), Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* Aime & Phillips), cuyos efectos causan hasta el 60% de la pérdida de producción en el cultivo (Pico *et al.*, 2012).

Con el objetivo de implementar nuevas opciones para el control y prevención de plagas y enfermedades en el cultivo de cacao, se debería prestar mayor énfasis en el uso de insumos que mejoren la respuesta inmune de la planta. Se considera importante el uso de activadores naturales como el Silicio (Si), puesto que muchas investigaciones lo señalan como compuesto estructural de las paredes celulares, que refuerza el tejido epidérmico de hojas y raíces (Sephur, 2009). Las acumulaciones de sílice en los tejidos actúan como una barrera física a la penetración de las hifas de los hongos y en el caso de insectos, dañan su aparato bucal (Ruiz, 2014).

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. EL CACAO EN EL ECUADOR**

En el país existen dos clases de cacao: el cacao CCN-51 y el nacional. El Ecuador cuenta con la más alta aportación de cacao fino de aroma en el mercado mundial con un 63%. En el año 2011, Ecuador se hizo acreedor a una distinción por la alta calidad de los granos de cacao producidos (Guerrero, 2013).

El cacao fino y de aroma posee propiedades organolépticas reconocidas a nivel mundial por las industrias que se dedican a la elaboración de los chocolates más refinados, debido a que este se distingue por su alto grado de pureza, pero sobre todo su sabor y fragancia que lo hacen único. La producción de cacao en el Ecuador solo representa el 5% en relación a lo producido a nivel mundial (Anecacao, 2015).

El 25% del cacao exportado por el Ecuador corresponde a la producción de variedades como el CCN 51, mientras el otro 75% es cacao fino y de aroma. Ecuador es el país mejor posicionado en Sudamérica en cuanto a la producción de cacao fino, seguido por países como México, Panamá y Venezuela (Anecacao, 2015).

### **2.2. EL CULTIVO DE CACAO**

#### **3.3.1. Generalidades**

Es un cultivo originario de Centroamérica y Sudamérica, antes de que este se expandiera a nivel mundial. Pero según estudios realizados, el origen exacto del cacao es la zona amazónica de Brasil (Cruz, 2008).

El género *Theobroma* en el alfabeto griego significa alimento para los dioses (Ecured, 2016).

### **3.3.2. Ecología**

El cultivo de cacao necesita de una humedad relativa superior al 70%, además de una alta tasa de precipitación y sobre todo una temperatura que oscile de 18 a 32 °C, por lo tanto este cultivo es apto para las zonas de la franja ecuatorial. Por lo general el cacao puede desarrollarse en ambientes sombríos, y gracias a esto pueden conservar la humedad necesaria para llevar a cabo sus procesos fisiológicos, pero el exceso de humedad en el cultivo también puede ser una limitante, ya que esto puede desencadenar en una alta incidencia de enfermedades, por lo tanto la humedad y la cantidad de horas luz, son factores esenciales en el manejo de este cultivo (ICCO, 2013).

### **2.3. EL CACAO CCN-51.**

El cacao CCN-51 se desarrolló en Ecuador el 22 de junio del 2005, a través de un acuerdo ministerial, cuyo objetivo era aumentar la productividad del cultivo. Gracias a esto el Ministerio de Agricultura brindó un apoyo total en la producción, comercialización y exportación de este cacao (Anecacao, 2015). En zonas donde las condiciones son las más idóneas para el desarrollo de este cultivo, puede empezar a producir a partir de los 24 meses después de haber sido sembraron y sobre todo los rendimientos pueden superar los 50 qq/ha. Las zonas donde hay mayor predominancia de este cultivo son las provincias del Guayas, Manabí, El Oro y Los Rios. En el mercado internacional el Ecuador compite con grandes potencias como Camerún y Brasil En el mercado externo el país compite con la producción cacaotera de países como Camerún y Brasil (El Universo, 2005).

## **2.4. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE CACAO**

### **2.4.1. Moniliasis**

#### **2.4.1.1. Descripción.**

Su agente causal es el hongo *Moniliophthora roreri*. Esta enfermedad es capaz de infectar a las mazorcas de cacao de forma muy rápida, dicho proceso de infección puede tardar hasta dos horas. Los primeros síntomas de esta enfermedad son abultamientos en la mazorca de cacao, donde posteriormente aparecen manchas de un aspecto acuoso que se dispersa progresivamente hasta cubrir gran parte del fruto y finalmente logra observar un micelio blanco de aspecto polvoso que cubre la zona afectada, que después atravesará por un proceso de esporulación dispensando la enfermedad por todo el cultivo con la ayuda del viento, el agua y los insectos. (Agrocalidad, 2010).

La diseminación de esta enfermedad es favorecida por condiciones ambientales donde la humedad relativa es mayor al 90%. Además la germinación de sus esporas se debe a las altas precipitaciones y a temperaturas de 22 a 30 °C. Por tal motivo la mayor proliferación de esta enfermedad ocurre en la época lluviosa (Estrella y Cedeño, 2012).

Un fruto que ya se encuentra esporulando puede contener de 6 billones de conidias. La moniliasis es la principal enfermedad que afecta el cultivo de cacao, ya que puede disminuir hasta un 40% en el rendimiento de las cosechas (Yáñez, 2004).

#### **2.4.1.2. Manejo.**

Para controlar esta enfermedad es recomendable retirar las mazorcas afectas antes de que comiencen a esporular, de tal forma que se disminuya considerablemente la incidencia de la enfermedad. Otra de las alternativas para disminuir esta incidencia son las labores de poda y sobre todo la regulación de la sombra en el cultivo. Dichas labores se deben realizar con el objetivo las de reducir las fuentes del inóculo y proporcionar a la planta condiciones libres de estrés, los cual se reflejara en una cosecha sana y abundante (Valenzuela, 2012).

#### **2.4.2. Mazorca negra.**

##### **2.4.2.1. Descripción.**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora sp.*, la misma que puede presentarse en cualquier edad de la mazorca, el principal síntoma de esta enfermedad es una mancha de aspecto oscuro que avanza progresivamente hasta cubrir gran parte de la superficie de la mazorca. Esta enfermedad afecta en menor escala a la cosecha final, debido a que la almendra no resulta muy afectada debido a que el ataque se produce desde la parte exterior hacia el centro de la mazorca (Agrocalidad, 2010).

La mayor diseminación de *Phytophthora* ocurre en la época lluviosa, ya que en esta época hay mayor humedad relativa y una variación brusca de la temperatura ambiental. Las esporas de este hongo se propagan por las corrientes de agua, viento, salpicaduras de agua, hormigas, etc. También puede ocurrir un contagio al haber un contacto directo entre mazorcas sanas y enfermas. Esta enfermedad puede originar pérdidas de hasta un 30% en el cultivo de cacao (CATIE, 2009).

#### **2.4.2.2. Manejo.**

Las labores culturales son de gran importancia para disminuir la incidencia de *Phytophthora sp.* Un programa de control se basa en: reducir la humedad de la plantación, eliminar cada semana los frutos con síntomas de infección, eliminar plantas infectadas y desinfectar las herramientas utilizadas. Para disminuir la incidencia de esta enfermedad se debe aplicar fungicidas a base de cobre, óxido cuproso e hidróxido de cobre a 3 y 4% para aplicaciones de alto volumen a intervalos de 10 a 21 días de acuerdo a la cantidad de fruto, su edad y cuando las condiciones atmosféricas favorezcan la presencia de la enfermedad (Dominguez, 2015).

#### **2.4.3. Cherelle wilt.**

##### **2.4.3.1. Descripción.**

Es una afección en la cual el cherel se seca totalmente a causa de una afección fisiológica que se produce en la planta a partir de un estrés causado por cambios bruscos de temperatura. Son más susceptibles los chereles con una longitud por debajo de los 3 cm (Agrocalidad, 2010). Existen un sin número de factores que afectan al número final de frutos, uno de estos es el “Cherelle wilt” o muerte prematura. Estos destruyen los frutos en su etapa temprana y puede reducirlos en un 20 a 90% debido a un problema de regulación fisiológico del número de frutos como consecuencia de condiciones ambientales adversas que agravan la competencia entre los frutos en desarrollo y con otras funciones de la planta (Zambrano, 2015).

#### **2.4.4. Escoba de bruja.**

##### **2.4.4.1. Descripción.**

La enfermedad Escoba de Bruja es causada por el hongo *Crinipellis perniciosa*. Apareció por primera vez en Surinam en el año 1 895. Actualmente, se encuentra distribuida en Bolivia, Ecuador, Brasil, Surinam, Perú, Venezuela, Trinidad, Colombia y Panamá. Esta enfermedad puede reducir la producción de las explotaciones hasta en más de un 70% (IDIAF, 2014).

##### **2.4.4.2. Sintomatología.**

El síntoma característico es el crecimiento de yemas axilares en ramas principales y secundarias con brotes vegetativos atrofiados en forma de abanico. En las ramas, la infección ocasiona agrietamiento sobre la producción de hojas nuevas o chupones. Aparecen frutos sin semillas, de apariencia dura y seca que se momifican (IDIAF, 2014).

##### **2.4.4.3. Medidas de control.**

.Planificar la limpieza anual del cultivo. Remover tejidos afectados por escoba de bruja (frutos, ramas, cojines florales, etc.). Los cojines florales con escoba de bruja removerlos con un pedazo de corteza, evitando comprometer la madera del árbol. Los frutos enfermos removidos deben ser separados junto con todo el material enfermo que se tenga en sitios adecuados, para evitar la dispersión del agente causal (Senasa, 2015).

## **2.5. EL SILICIO**

Dentro de los minerales naturales de la tierra se encuentra el silicio que está ubicado en segundo lugar como elemento más abundante dentro de la corteza terrestre; es decir se lo encuentra en gran cantidad, pero dicho elemento solo puede ser asimilado por la planta en forma de ácido Monosilícico. Por lo general en las plantas dicotiledóneas se adhieren pequeñas cantidades de silicio, logrando acumular menos del 0.5% en sus tejidos. En cambio las plantas monocotiledóneas logran acumular valores más altos en sus tejidos; entre un 5 al 10% de silicio, lo que es más alto que los valores normales de nitrógeno o potasio (Bloodnick, 2017).

### **2.5.1. Función del silicio.**

Cuando la planta se encuentra en un estado de estrés el silicio tiende a beneficiar ya que se ha comprobado que ayuda en el sistema de defensa de la planta; mejorando la tolerancia a sequías y retrasa la defoliación prematura de algunos cultivos que no se riegan, también ayuda en la resistencia a toxicidad por micronutrientes y otros metales (aluminio, cobre, zinc, cobalto, hierro, manganeso, entre otros). También se ha comprobado que este elemento da un refuerzo extra al tallo interno y externo. Por ejemplo, las investigaciones expusieron que cuando el arroz y el trigo cuentan con deficiencia de silicio, sus tallos se atenúan y colapsan bajo la lluvia o el viento (un estado llamado encorvamiento) y las flores de Pascua tratadas con silicio han expuesto una reducción en la cantidad de tallos rotos. El silicio se lo ha hecho conocer como un tipo de escudo resistente contra ataque a patógenos de hongos. En el caso de cenicienta y de phytophthora, el ataque de estas enfermedades fue retrasado en zinnias, rosas, girasoles, pepinos (todos con cenicienta) y gerberas (con

phytophthora) tratados con silicio, pero después de entre 1 a 3 semanas, tanto las plantas tratadas con silicio como las que no, tenían la misma cantidad de enfermedad. Aun no se conoce al 100% el mecanismo de acción del silicio dentro de los beneficios mencionados por lo que se necesitan más investigaciones para comprobarlos (Bloodnick, 2017).

### **2.5.2. El silicio en la planta.**

El silicio asimilable para la planta ingresa en forma de  $H_4SiO_4$  y  $H_3SiO_4$ . Es movilizado a través de los tejidos conductores de la planta, utilizando como vehículo el agua de transpiración en el xilema (Alvarez & Osorio, 2014). Cualquier planta o vegetal que se desarrolle sobre la corteza terrestre contiene cantidades proporcionadas de Si en sus tejidos, pero la concentración de Si de la parte aérea de las plantas varía ampliamente entre las especies o el medio en el que se haya desarrollado (Alvarez & Osorio, 2014).

### **2.5.3. Ventajas de la aplicación del silicio.**

Con investigaciones se ha demostrado que para cultivos agrícolas como arroz, trigo, cañas de azúcar, etc. Hay beneficios en cuanto al uso de silicio, y más aún si se cultivan en tierras de baja calidad, sin embargo para cultivos en invernadero solo existen estudios limitados que logran comprobar dichos beneficios.

El tomate por ejemplo, no es acumulador de silicio, y tuvo un incremento de su florecimiento y de su conjunto de frutas cuando se le añadió silicio adicional. Sin

embargo, los estudios de cenicilla y toxicidad de nutrientes demostraron que no hubo una baja importante de ninguna de las dos en ninguno de los cultivos no acumuladores tratados con silicio. En cultivos no acumuladores y tal vez en cultivos intermedios; los insumos como el agua, el fertilizante y los sustratos, pueden proveer la cantidad suficiente de silicio. Si esto no es así, los cultivos acumuladores intermedios pueden beneficiarse de mejoramientos adicionales con silicio. Desgraciadamente, la mayoría de los laboratorios no realizan pruebas de silicio, por lo que se desconoce si los insumos de un horticultor ya suple la cantidad suficiente de silicio utilizable para el correcto desarrollo de los cultivos (Bloodnick, 2017).

Para que el silicio se acumule en los tejidos de la planta en forma de fitolitos, esta tiene que ser depositada en forma de partículas minerales microscópicas que se forman cuando el silicio llega dentro y alrededor de las células de la planta en el tejido de la epidermis y en las paredes celulares (Alvarez & Osorio, 2014).

Como se mencionó al principio el silicio ayuda a la planta a persistir en muchos tipos de estrés abiótico, tales como salinidad, toxicidad por metales, desbalance nutricional, sequía, radiación, alta temperatura, congelamiento y luz ultravioleta, y reduce el impacto de predadores de la planta (Quero, 2009).

## **2.6. FITOSIL**

Es un producto que presenta una alta concentración de Silicio soluble, el cual contiene Fosfitos de Potasio, Calcio y Magnesio, que actúan sistémicamente dentro de la planta y tienen movimiento basipétalo y acropétalo, teniendo acción fungicida

para el grupo de los Oomicetos. Estimula la producción de defensas y mejora la respuesta de la planta al ataque de plagas y enfermedades (Fermagri, 2015).

### 2.6.1. Propiedades Físico-Químicas

A continuación se presenta un cuadro representativo de las características físicas y químicas de Fitosil.

Cuadro 1. Propiedades físico-químicas de Fitosil

Parámetro	Contenido
Silicio soluble (SiO <sub>2</sub> )	255 g/litro
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	200 g/litro
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	80 g/litro
Calcio (Ca)	15 g/litro
Magnesio (Mg)	8 g/litro
Cobre (Cu)	0,5 g/litro
Zinc (Zn)	2 g/litro
Vitamina B1	1 g/litro
pH de la solución al 10%	4
Densidad a 20 °C	1,35 g/ml

El fósforo no actúa como nutriente en sus primeras etapas luego de la aplicación. La forma fosfito P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va transformándose a la forma nutriente P<sub>2</sub>O<sub>4</sub> lentamente (puede demorar hasta 3-4 meses) por tanto el fosfito podría acumularse en los tejidos solamente cuando se sobre dosifica el producto o las aplicaciones son

demasiado frecuentes. Los demás iones acompañantes (Calcio, Potasio y Magnesio) si actúan como nutrientes de forma inmediata (Fermagri, 2015).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Ubicación del lugar de investigación.**

#### **3.1.1. Ubicación Política.**

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón: Santo Domingo

Parroquia: Luz de América

Sector: Recinto San Andrés 2

#### **3.1.2. Ubicación geográfica**

Coordenadas: UTM de la investigación.

Norte: 9959169

Este: 692480

Elevación: 344 m.s.n.m

#### **3.1.3. Ubicación Ecológica**

Ecológicamente el área de estudio de acuerdo a la clasificación de L. Holdridge, la zona ecológica del ensayo corresponde al bosque húmedo subtropical (bh-subtropical) (Sierra, 1999).

Las lluvias se distribuyen a partir de los meses de enero hasta finales de mayo que se considera como la época lluviosa, los meses más secos son entre julio y noviembre. La precipitación media anual es de 2 900 mm/año, la temperatura es de 24,4 °C. El grado de humedad relativa oscila entre 84

% – 90 %, la heliofanía es de 650 horas sol/año en promedio (INAMHI, 2017).

## 3.2. MATERIALES

### 3.2.1. Materiales de Campo

Cintas de color (Marcador), herramientas menores, guantes, mascarilla, vaso dosificador, bomba de mochila (20 L), rotulos de identificación, fundas plásticas, libreta de campo, bolsas de papel, estacas, tijera de podar felco 5 y machete.

### 3.2.2. Equipos

Motoguadaña, balanza, cámara fotográfica, GPS y bomba nebulizadora de motor (20L).

### 3.2.3. Insumos

Fitosil (Silicio soluble), fungicida, fertilizante, herbicida y adherente.

## 3.3. MÉTODOLÓGÍA

### 3.3.1. Diseño experimental

#### 3.3.1.1. Factores a probar

#### 3.3.1.2. Tratamientos a comparar.

Cuadro 2. Tratamientos del ensayo “Efecto del silicio en el manejo fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L. Cv. CCN-51) en época lluviosa”

Tratamiento	Descripción
T <sub>0</sub>	Sin aplicación (Testigo)
T <sub>1</sub>	Fungicida + 0,5L de Fitosil/ha
T <sub>2</sub>	Fungicida + 1,0L de Fitosil/ha
T <sub>3</sub>	Fungicida + 1,5L de Fitosil/ha
T <sub>4</sub>	Fungicida + 2,0 L de Fitosil/ha

### 3.3.1.3. Tipo de diseño.

Para el diseño estadístico de la investigación, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) debido a la presencia de árboles frutales dentro de la plantación que influyen en sombra y humedad a ciertas plantas de cacao.

$$Y_{ij} = \mu + B + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Es la respuesta (variable de interés o variable media)

$\mu$  = Es la media general del experimento

$\tau_i$  = Es el efecto del tratamiento

$B$  = Es el efecto del bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = es el error aleatorio asociado a la respuesta  $Y_{ij}$

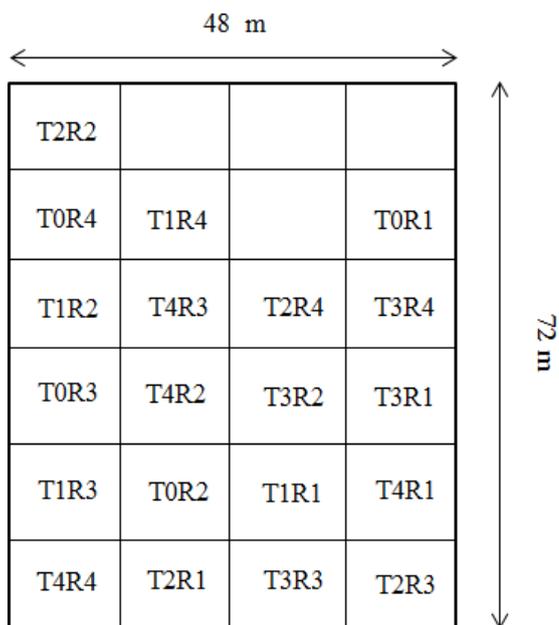
### 3.3.1.4. Repeticiones o bloques.

Para los cinco tratamientos se realizaron cuatro repeticiones.

### 3.3.1.5. Características de la UE.

Número de unidades experimentales:	20
Área de las unidades experimentales:	144 m <sup>2</sup>
Largo:	12
Ancho:	12
Forma de la UE:	Cuadrada
Área total del ensayo:	1 600 m <sup>2</sup>
Largo:	48 m
Ancho:	72 m
Forma del ensayo:	Cuadrado

### 3.3.1.6. Croquis del diseño



. Figura 1. Croquis del diseño del experimento.

### 3.3.2. Análisis estadístico

#### 3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

Cuadro 3. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	
Tratamientos	(t-1)	4
Bloques	(r-1)	3
Error experimental	(t-1)(r-1)	12
Total	19	

#### 3.3.2.2. Coeficiente de variación.

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{X} * 100 =$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

X = Promedio de tratamiento

### **3.3.2.3. Análisis funcional.**

Para el análisis funcional se utilizó la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 0,05%.

### **3.3.2.4. Relación costo-beneficio.**

Para determinar el Relación costo-beneficio se utilizó el cálculo del valor costo/beneficio versus cada tratamiento.

## **3.3.3. Variables a medir.**

### **3.3.3.1. Porcentaje de mazorcas sanas.**

Para cada tratamiento, se partió de una línea base, contando el número de mazorcas sanas, descartando cualquier mazorca enferma y se relacionó con el número total de mazorcas contenidas en la planta. Este valor se expresó en porcentaje según la fórmula:

$$\% \text{ Mazorcas Sanas} = (MB/N) \times 100$$

MB = Número de Mazorcas Sanas

N = Número total de mazorcas

### **3.3.3.2. Porcentaje de chereles sanos.**

Para cada tratamiento, se tomó en cuenta aquellas mazorcas afectadas por Cherele Wilt, y se relacionó con el número total de mazorcas contenidas en la planta. Este valor se expresó en porcentaje según la fórmula:

$$\% \text{ Chereles Sanos} = (c/N) \times 100$$

C = Número de Chereles Sanos

N= Número total de chereles.

### 3.3.3.3. Incidencia de moniliasis

Para cada tratamiento, se partió de una línea base, contando el número de mazorcas que estén afectadas por Moniliasis y se relacionó con el número total de mazorcas contenidas en la planta. Este valor se expresó en porcentaje según la fórmula:

$$IM = (m/N) \times 100$$

IM = Incidencia de Moniliasis (%)

m = Número de mazorcas con Moniliasis

N = Número total de mazorcas

### 3.3.3.4. Incidencia de Mazorca negra

Para cada tratamiento, se tomó en cuenta el número de mazorcas que estén afectadas por Mazorca negra y se relacionó con el número total de mazorcas contenidas en la planta. Este valor se expresó en porcentaje según la fórmula:

$$IN = (n/N) \times 100$$

IN = Incidencia de Mazorca Negra (%)

n = Número de mazorcas con Mazorca Negra

N = Número total de mazorcas

### 3.3.3.5. Incidencia de escoba de bruja

Para cada tratamiento, se tomó en cuenta aquellas plantas afectadas por escoba de bruja y se relacionó con el número total de plantas evaluadas. Este valor se expresó en porcentaje según la fórmula:

Este valor se expresó en porcentaje según la fórmula:

$$IE = (e/pT) \times 100$$

IE = Incidencia de Escoba de Bruja (%)

e = Número de plantas con Escoba de Bruja

pT= Número total de plantas/tratamiento

### **3.3.3.6. Incidencia de Cherelle wilt**

Para cada tratamiento, se tomó en las afecciones por Cherelle Wilt, y se relacionó con el número total de chereles contenidas en la planta. Este valor se expresó en porcentaje según la fórmula:

$$IC = (c/N) \times 100$$

IC = Incidencia de Cherelle Wilt (%)

c = Número de mazorcas con Cherelle Wilt

N= Número total de chereles.

### **3.3.3.7. Índice de mazorcas.**

En primer lugar se procedió a pesar una muestra de semillas fermentadas y secas de 20 mazorcas al azar, donde posteriormente determinó la cantidad de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de granos de cacao secos, dicho procedimiento se realizó para cada uno de los tratamientos evaluados.

### **3.3.3.8. Cosecha de mazorcas**

La cosecha se realizó con intervalos de 15 días y se utilizó tijeras de podar, cortando el pedúnculo lo más alejado del tallo para evitar daños de los cojinetes florales. Se realizó la apertura de las mazorcas tratando de no dañar las almendras y los cascarones de las mazorcas quedaron dentro de la plantación para su descomposición

### **3.3.3.9. Análisis del índice de semilla**

Para la determinación de esta variable se usaron almendras fermentadas, secas y limpias. Se tomaron 100 granos (almendras) como muestra al azar de 20 mazorcas seleccionadas por cada uno de los tratamientos, los cuales se pesaron en una balanza analítica de precisión. Esta determinación se la realizó por triplicado para tener un promedio. Luego se aplicó la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de semilla} = \frac{\text{Peso de la muestra de cacao (g)}}{100 \text{ granos}}$$

Fuente: (Amores, Palacios, Jiménez, & Zhang, 2009)

### **3.3.4. Métodos específicos de manejo del experimento**

#### **3.3.4.1. Fase de implantación**

La investigación da continuidad al trabajo realizado por el Ing. Santiago Bustos. En primer lugar se realizaron labores culturales como deshierbes, podas fitosanitarias, podas de mantenimiento y cosecha de frutos maduros. Cabe recalcar,

que luego de evaluar las mazorcas afectadas por cualquier tipo de patología, estas se eliminaron para continuar con la siguiente fase del ensayo.

Se realizó la aplicación de 250 gramos por planta de Fercacao Gold (15-5-20), con el objetivo de complementar el estado nutricional del cultivo.

#### **3.3.4.2. Fase de aplicación de los tratamientos**

Se continuó con la respectiva aplicación de los tratamientos en la época lluviosa. Todos los tratamientos recibieron el mismo manejo, correspondiente a labores culturales, así como las hace el productor.

La aplicación de los productos en estudio, se efectuó por vía foliar previamente preparado y calibrado el equipo de aspersión para optimizar su aplicación. Considerando adecuadas condiciones ambientales para una eficaz aplicación de los tratamientos.

**Preparación y calibración de Fitosil:** Se continuó usando los mismos volúmenes por planta, en una bomba de mochila de 20 L de capacidad, en la cual se elaboró una solución con 14,5 litros de agua, adicionando a esto Fitosil y un fijador agrícola con la ayuda de un vaso dosificador. Como se trata de distintos tratamientos, se determina a continuación las dosis de Fitosil utilizadas:

- T<sub>1</sub>: 50cc Fitosil
- T<sub>2</sub>: 100cc Fitosil
- T<sub>3</sub>: 150cc Fitosil
- T<sub>4</sub>: 200cc Fitosil

**Aplicación de tratamientos:** Se continuó aplicando los tratamientos cada 21 días, durante 6 meses, esto en base a las experiencias del uso de este producto en

otros cultivos. Además se realizaron aplicaciones de un fungicida (Tebuconazole) cada 30 días en conjunto con la solución de Fitosil, usando una dosis de 2 ml/L.

#### **3.3.4.3. Control de malezas**

Se realizó un control de malezas mecánico con la utilización de la motoguadaña y un control químico con la aplicación de un herbicida sistémico no selectivo de aplicación postemergente, que es recomendado para el control de la mayoría de malezas anuales y perennes, tanto gramíneas como de hoja ancha y ciperáceas, a una dosis de 1,5 L/ha.

#### **3.3.4.4. Podas**

Se realizó podas de mantenimiento con la ayuda de tijeras de podar, eliminando ramas secas, enfermas o desgarradas, plantas parasitas, y despunte de ramas laterales cuando se entrecruzan con árboles vecinos, para obtener una estructura equilibrada, mejorar la entrada de luz y la circulación del aire dentro de la plantación.

Además se hizo la remoción oportuna de frutos enfermos, escobas de bruja y otras afecciones, acompañadas de una regulación de sombra.

#### **3.3.4.5. Marcación de plantas**

Al tratarse de la continuación de una investigación anterior donde estaba marcada una planta por repetición, en el presente ensayo se evaluaron dos plantas por repetición.

Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones y se trataron nueve plantas por repetición, de las cuales se evaluaron dos plantas como parcela neta.

### 3.3.4.6. Fase de evaluación de los tratamientos

Una vez iniciada la investigación, se realizó la medición de las variables cada 15 días. Para la toma de datos respectiva a cada tratamiento, se utilizó el siguiente cuadro para el registro de campo:

Cuadro 4. Matriz para la toma de datos en campo

Información			
Toma de datos N°		Fecha	
TTO		Descripción	
Datos			
# Mazorcas sanas (N)			
# Mazorcas enfermas			
# Mazorcas con Moniliasis (m)			
# Mazorcas con Mazorca negra (n)			
# Mazorcas con Cherelle Wilt (c)			
Presencia de Escoba de Bruja			

Al culminar la investigación se realizó un muestreo de hojas con el objetivo de evaluar el estado nutricional de la planta, dichas muestras fueron enviadas al laboratorio Agrar Projekt en Quito.

## III. RESULTADOS

### 4.1. Análisis foliar

Cuadro 5. Análisis foliar inicial vs mejores tratamientos.

Elemento	Unidad	Rango de Valores		Análisis Inicial	T3	T4
		considerado como "Normal" para Hojas de Cacao				
Nitrógeno total (N)	%	1,90 – 2,50 %		2	2,29	2,12
Fosforo (P)	%	0,13 – 0,25 %		0,15	0,13	0,13

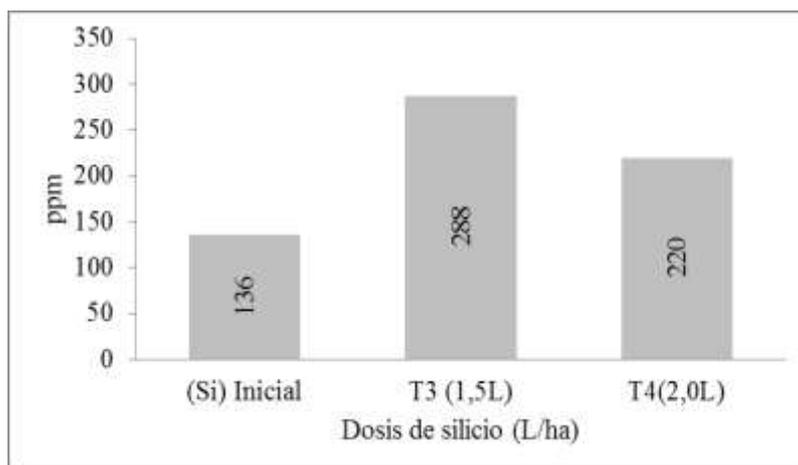
Potasio (K)	%	1,30 – 2,20 %	1,66	1,56	1,5
Magnesio (Mg)	%	0,20 – 0,50 %	0,47	0,55	0,39
Calcio (Ca)	%	0,90 – 1,20 %	1,43	1,78	1,39
Azufre (S)	%	0,17 – 0,20 %	0,19	0,2	0,17
Sodio (Na)	%	0,02 – 0,10 %	0,04	0,09	0,08
Hierro (Fe)	ppm(mg/kg)	60 – 200 ppm	140	103	135
Manganeso (Mn)	ppm(mg/kg)	50 – 300 ppm	70	93,8	74
Cobre (Cu)	ppm(mg/kg)	8 – 12 ppm	6,7	7,1	8,4
Zinc (Zn)	ppm(mg/kg)	20 – 100 ppm	149	61,8	64
Boro (B)	ppm(mg/kg)	25 – 70 ppm	48	69,4	70,6
Silicio (Si)	ppm(mg/kg)		136	288	220

Laboratorio: Agrarprojekt S.A. Certificado por: Dr. Karl Sponagel

En cuanto al análisis inicial de tejido foliar que se realizó previo al inicio de la tesis realizada por el Ing. Santiago Bustos, se tuvo como resultado que las hojas contenían 136 ppm de silicio, el contenido de macronutrientes se encontraba dentro del rango ideal para las plantas cacao, excepto el calcio ya que se encontraba por sobre el 1,20%, que es el rango idóneo.

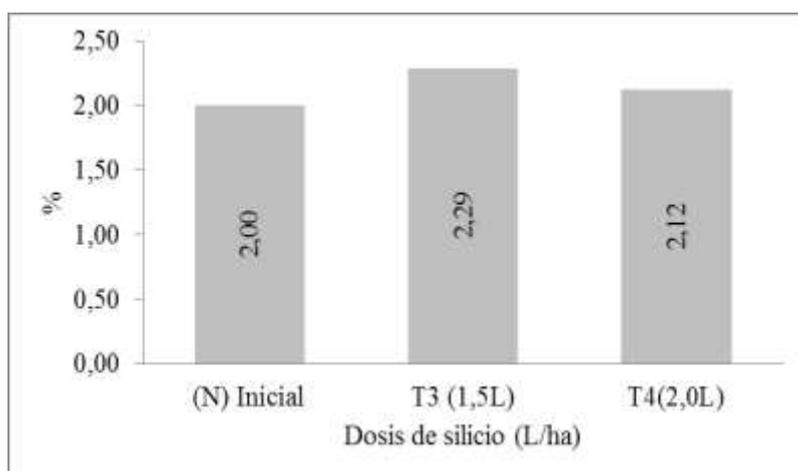
El contenido foliar de micronutrientes también se encontraban en del rango ideal, con excepción del cobre y Zinc, que se hallaban fuera de los rangos normales, con valores de 6,70 y 149,00 ppm respectivamente.

Figura 2. Comparación del contenido foliar de silicio inicial vs los mejores tratamientos.



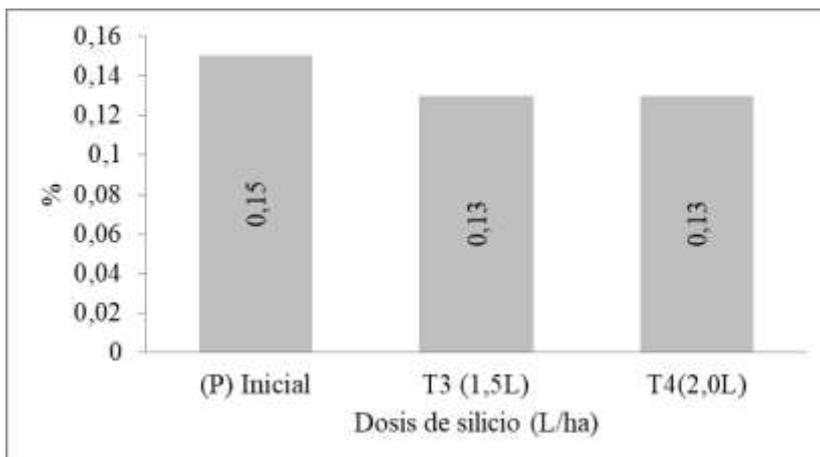
Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el informe de análisis foliar realizado el 02 de septiembre del 2017, vemos que el contenido de silicio en el tejido foliar para T3 es de 288 ppm y T4 de 220 ppm, valores que superan lo obtenido en el análisis inicial, que fue 136 ppm.

Figura 3. Comparación del contenido foliar de nitrógeno obtenido en el análisis inicial vs los mejores tratamientos.



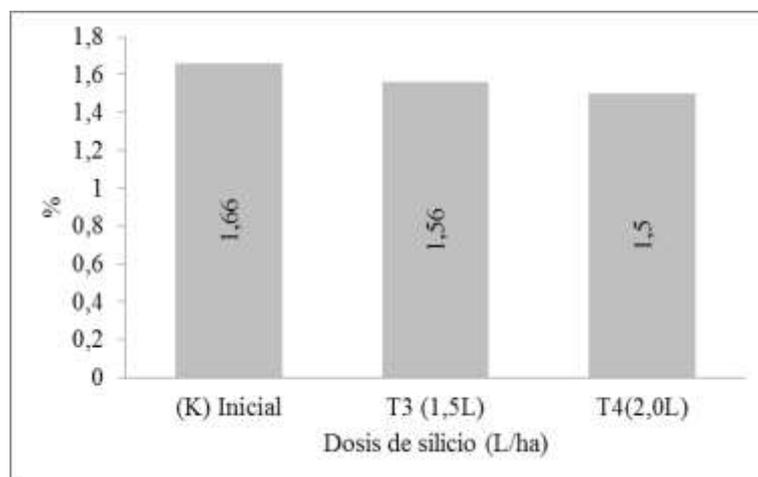
Se logra apreciar que el contenido de nitrógeno en el tejido foliar es idóneo para las plantas de cacao, concluyendo que la absorción de este nutriente es uniforme para los dos tratamientos.

Figura 4. Comparación del contenido foliar de fósforo obtenido en el análisis inicial vs los mejores tratamientos.



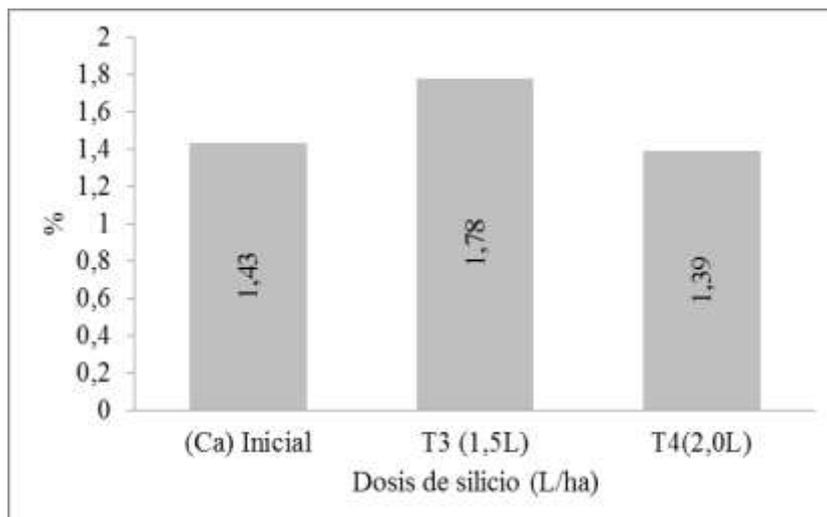
Se puede observar que la absorción de fosforo es similar en los dos tratamientos con un valor de 0,13% para cada uno. Con una alta dosis de silicio el contenido de fosforo disminuye en el tejido foliar.

Figura 5. Comparación del contenido foliar de potasio obtenido en el análisis inicial vs los mejores tratamientos.



En la figura 5 se logra apreciar que el contenido de potasio para el T3 y T4 son bajos, con valores de 1,56% y 1,5% respectivamente, esto es debido a un alto consumo de este macronutriente, ocasionado por que las plantas de cacao se encontraban en una etapa de desarrollo y maduración de mazorcas.

Figura 6. Comparación del contenido foliar de calcio inicial vs los mejores tratamientos.



En cuanto al contenido de calcio se logró observar que los niveles de calcio se encontraban por encima del rango normal para el cultivo de cacao, con un valor de 1,78% para el T3 y 1,39% para e T4.

#### 4.2. Porcentaje de mazorcas sanas.

Cuadro 6. Resumen del ADEVA sobre el mazorcas sanas.

		Cuadrados medios												
Fuentes de variación	G. L.	1.-	2.-	3.-	4.-	5.-	6.-	7.-	8.-	9.-	10.-	11.-	12.-	13.-
Bloque	3	476,32	24,31	174,8	89,39	133,3	16,1	37,01	23,23	56,16	64,16	18,37	25,08	207,5
		ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	Ns	ns	ns	Ns	ns	ns
Dosis de silicio	4	800,43	243,4	376,4	1017	1602	542,9	537,1	401,2	391,1	296,5	734,8	473,01	782,8
		**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**
Error	12	201,63	41,99	146,7	448,8	183,7	109,9	158,9	35,72	79,53	28,86	39,03	18,75	116,3
Total	19													
CV		17,38	7,34	15,38	29,77	18,83	12,86	15,73	7,35	11,69	7,64	9,54	6,76	15,54

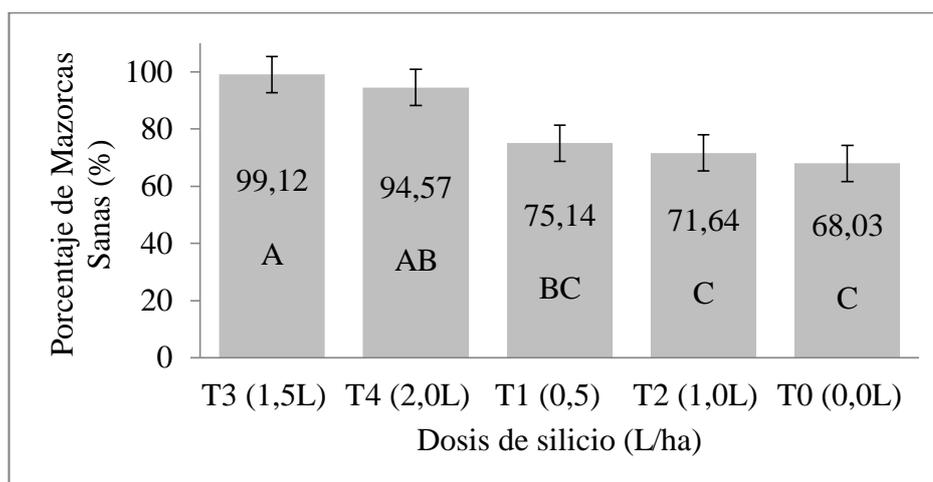
En el cuadro 6 se muestra las trece evaluaciones realizadas durante el ensayo para la variable porcentaje de mazorcas sanas, en la cual se observaron diferencias significativas entre tratamientos a partir de la primera fecha de muestreo hasta el final del ensayo con excepción de la tercera, cuarta y décimo segunda toma de datos.

Cuadro 7. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la primera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	1428,96	3	476,32	2,36	0,12 ns
Tratamiento	3201,73	4	800,43	3,97	0,02 **
Error	2419,57	12	201,63		
Total	7050,26	19			
CV	17,38				

En el análisis de varianza de la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la primera evaluación de datos, se logra apreciar que no hay diferencias significativas en cuanto a bloques con un p-valor de 0,12, por otro lado para los tratamientos se obtuvo un p-valor de 0,02, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 7. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la primera fecha de muestreo.



La prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta cuatro rangos de significancia, en el primer rango se ubica el T3 con una media de 99,12%, en el segundo rango de significancia está el T4 con una media de 94,57%; en el tercer rango está el T1 con una media de 75,14%, en el cuarto rango está el T2 y el

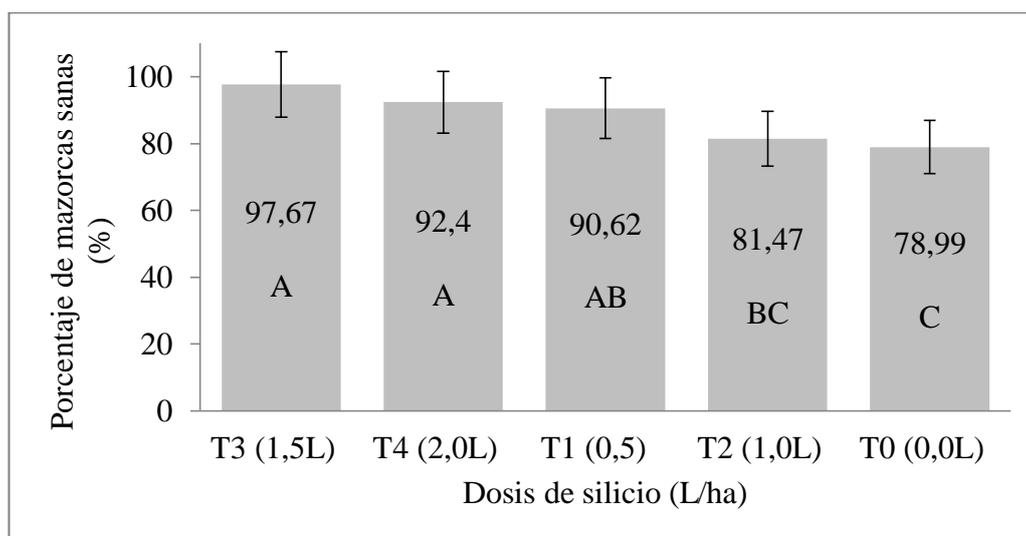
T0 con una media de 71,64% y 68,03% respectivamente, siendo estos los tratamientos que presentaron el menor efecto de las aplicaciones de silicio vía foliar.

Cuadro 8. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la segunda fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	72,94	3	24,31	0,58	0,63 ns
Tratamiento	973,8	4	243,45	5,8	0,01 **
Error	503,83	12	41,99		
Total	1550,57	19			
CV	7,34				

En el ADEVA de porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la segunda toma de datos, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,01, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 8. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la segunda fecha de muestreo.



La prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta cuatro rangos de significancia, en el primer rango se ubican el T3 y T4 con una media de 97,67% y 92,4% respectivamente, en el segundo rango de significancia está el T1 con una media de 90,62%; en el tercer rango está el T2 con una media de

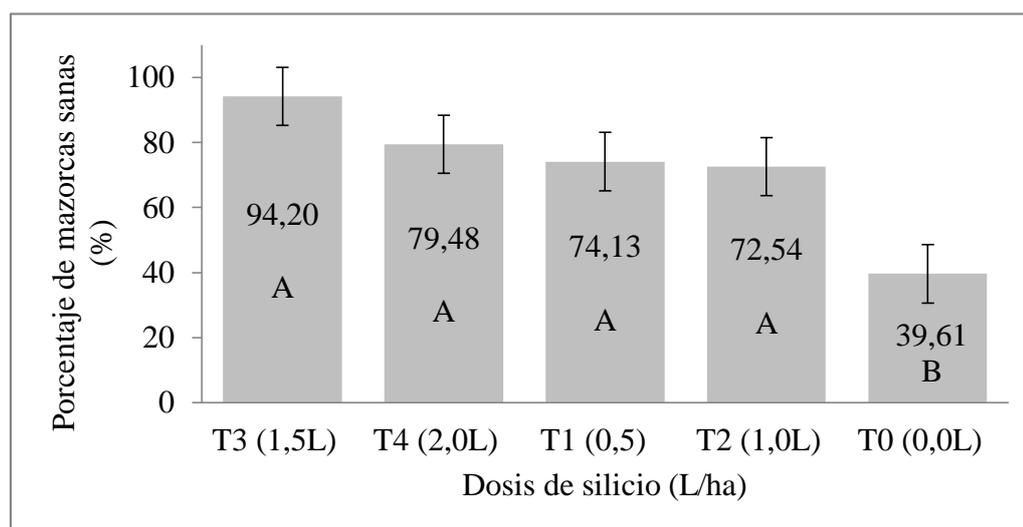
81,47%, en el cuarto rango está el T0 con una media de 78,99%, siendo este el tratamiento que presentó el menor efecto de las aplicaciones de silicio vía foliar.

Cuadro 9. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la quinta fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	399,82	3	133,27	0,73	0,556 ns
Tratamiento	6410,63	4	1602,66	8,72	0,001 **
Error	2204,37	12	183,7		
Total	9014,83	19			
CV	18,83				

En el análisis de varianza correspondiente a la quinta fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,001, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 9. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la quinta fecha de muestreo.



La prueba de Duncan al 0,05% para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta dos rangos de significancia, en el primer rango se ubican el T3, T4, T1 y T2 con una media de 94,2%, 79,48%, 74,13% y 72,54% respectivamente, en el segundo rango de significancia está el T0 con una media de 39,61%, lo anteriormente presentado indica que los tratamientos propuestos en la investigación dan mejores

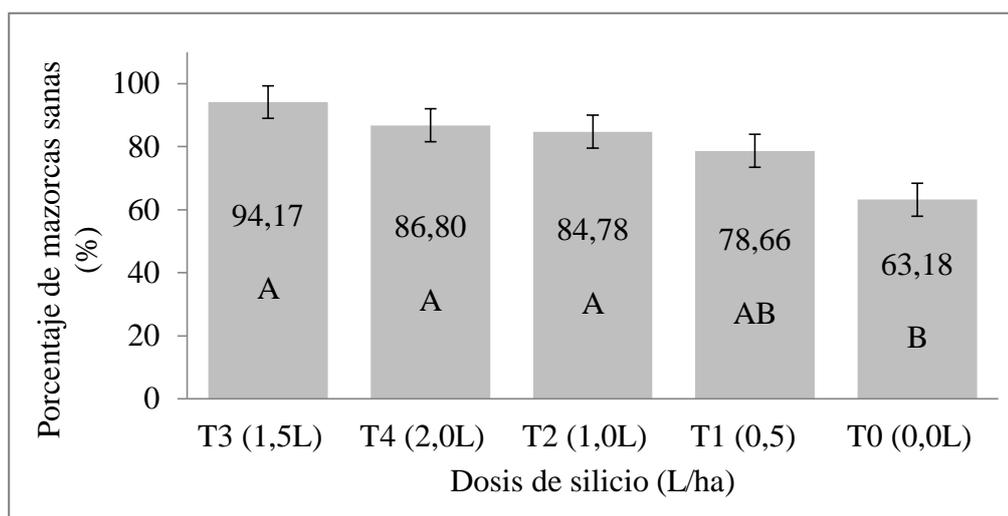
resultados que las labores convencionales que actualmente están utilizando los agricultores.

Cuadro 10. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la sexta fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	48,29	3	16,1	0,15	0,93 ns
Tratamiento	2171,78	4	542,95	4,94	0,01 **
Error	1319,34	12	109,95		
Total	3539,41	19			
CV	12,86				

En el ADEVA correspondiente a la sexta fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,01, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 10. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la sexta fecha de muestreo.



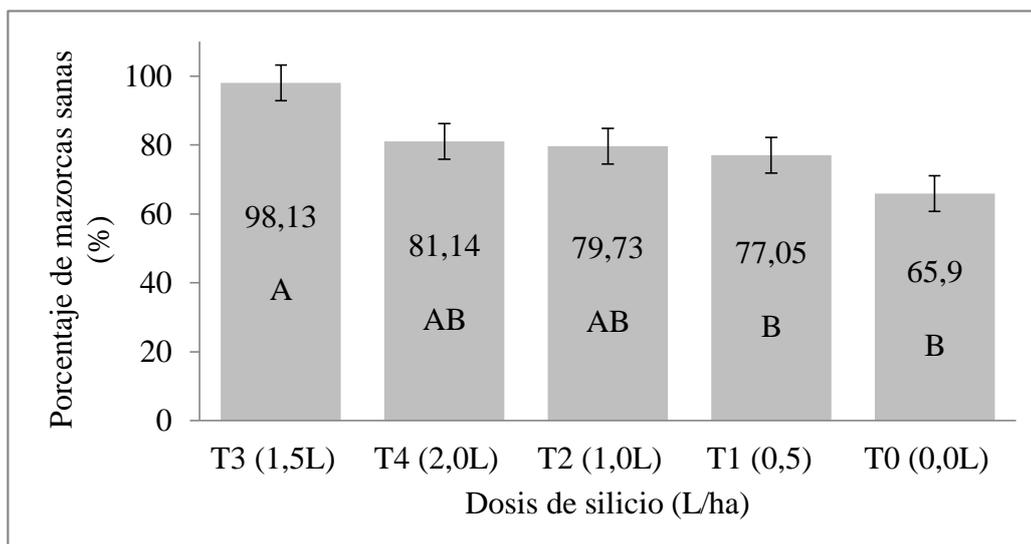
La prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta tres rangos de significancia, en el primer rango se ubican el T3, T4 y T2 con una media de 94,17%, 86,8% y 84,78% respectivamente, en el segundo rango de significancia está el T1 con una media de 78,66%; en el tercer rango está el T0 con una media de 63,18%.

Cuadro 11. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la séptima fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	111,04	3	37,01	0,23	0,87 ns
Tratamiento	2148,37	4	537,09	3,36	0,04 **
Error	1918,54	12	159,88		
Total	4177,95	19			
CV	15,73				

En el ADEVA correspondiente a la séptima fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,04, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 11. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la séptima fecha de muestreo.



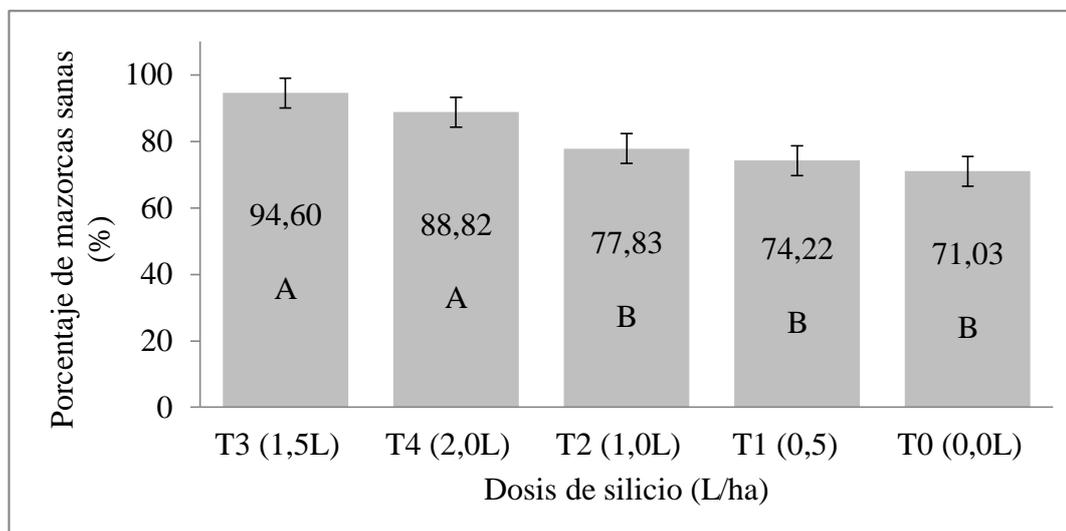
La prueba de Duncan al 0,05% para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta tres rangos de significancia, en el primer rango se ubican el T3 con una media de 98,13%, en el segundo rango está el T4 y T2 con promedios de 81,14% y 79,73% respectivamente; en el tercer está el tratamiento T1 y T0 con una media de 77,05% y 65,90% respectivamente.

Cuadro 12. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la octava fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	69,69	3	23,23	0,65	0,6000 ns
Tratamiento	1604,89	4	401,22	11,23	0,0005**
Error	428,6	12	35,72		
Total	2103,18	19			
CV	15,73				

En el ADEVA correspondiente a la séptima fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,0005, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 12. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la octava fecha de muestreo.



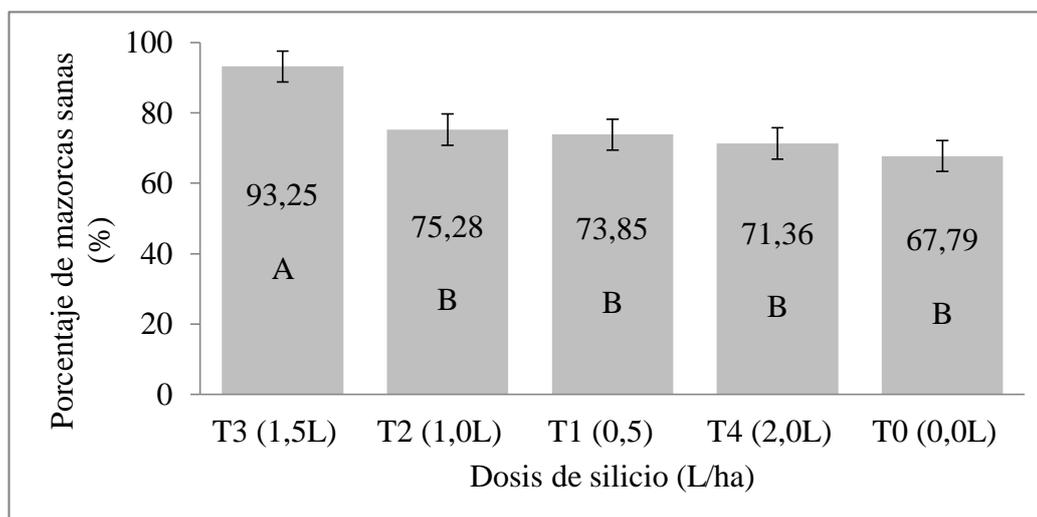
La prueba de Duncan al 0,05% para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta dos rangos de significancia, en el primer rango se ubican el T3 y T4 con una media de 94,6% y 88,82%, en el segundo rango se ubican el T2, T1 y T0 con una media de 77,83%, 74,22% y 71,03% respectivamente, los cuales fueron los valores más bajos del ensayo.

Cuadro 13. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la novena fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	168,47	3	56,16	0,71	0,560 ns
Tratamiento	1564,29	4	391,07	4,92	0,014 **
Error	954,31	12	79,53		
Total	2687,07	19			
CV	11,69				

En el ADEVA correspondiente a la novena fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,014, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 13. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la novena fecha de muestreo.



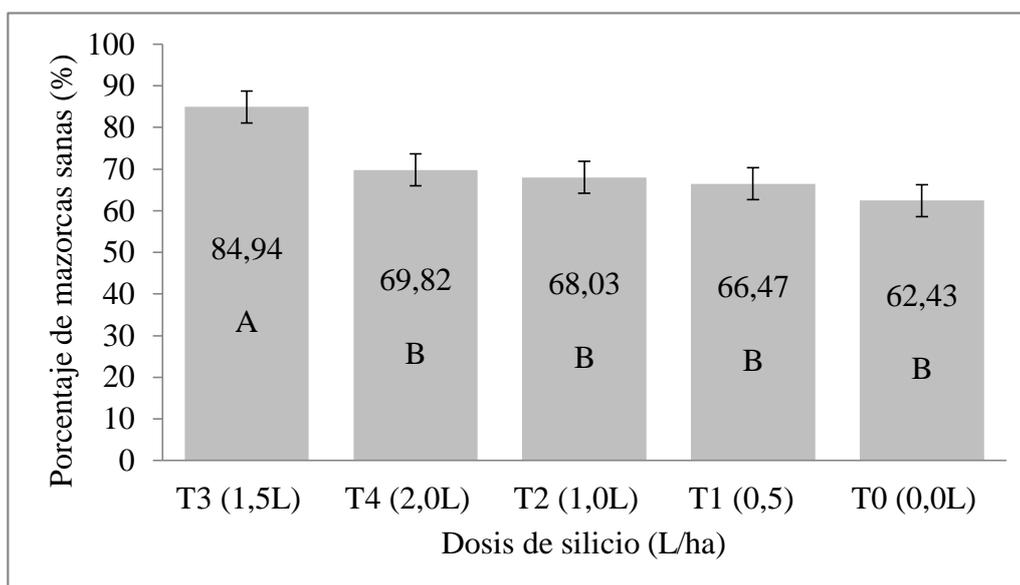
La prueba de Duncan al 0,05% para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta dos rangos de significancia, en el primer rango se ubica el T3 con una media de 93,25%, por lo cual este fue el mejor tratamiento en comparación al resto; en el segundo rango de significancia está el T2, T1, T4 y T0 con una media de 75,28%, 73,85%, 71,36% y 67,79% respectivamente, los mismos que fueron los valores más bajos del ensayo.

Cuadro 14. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décima fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	192,47	3	64,16	2,22	0,13 ns
Tratamiento	1186,12	4	296,53	10,28	0,001 **
Error	346,27	12	28,86		
Total	1724,86	19			
CV	7,64				

En el análisis de varianza correspondiente a la décima fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,001, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 14. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décima fecha de muestreo.



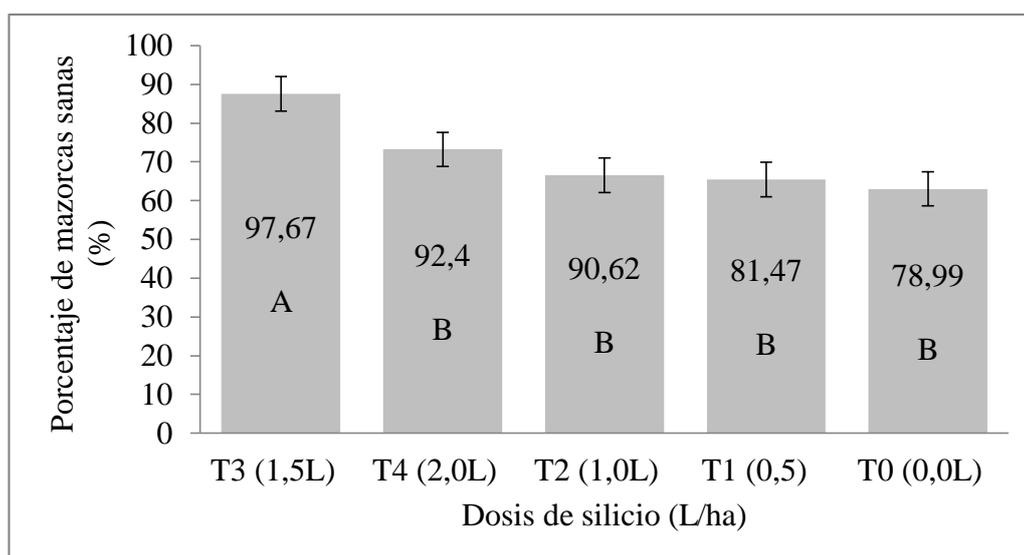
La prueba de Duncan al 0,05% para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta dos rangos de significancia, en el primer rango se ubica el T3 con una media de 84,94%, en el segundo rango de significancia está el T4, T2, T1 y T0 con una media de 69,82%, 68,03%, 66,47% y 62,43% respectivamente, los mismos que fueron los valores más bajos del ensayo.

Cuadro 15. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	55,11	3	18,37	0,47	0,7083 ns
Tratamiento	2939,29	4	734,82	18,83	<0,0001**
Error	468,39	12	39,03		
Total	3462,79	19			
CV	9,54				

En el análisis de varianza correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor menor a 0,0001, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa y a su vez se demuestra que si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 15. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la undécima fecha de muestreo.



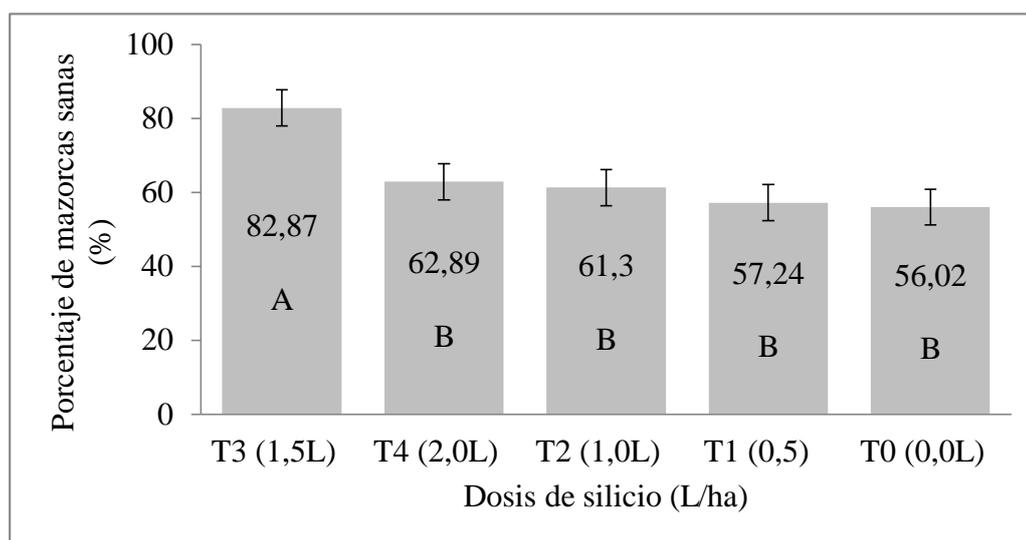
La prueba de Duncan al 0,05% para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta dos rangos de significancia, en el primer rango se ubica el T3 con una media de 97,67%, en el segundo rango de significancia está el T4, T2, T1 y T0 con una media de 92,40%, 90,62%, 81,47% y 78,99% respectivamente, los mismos que fueron los valores más bajos del ensayo.

Cuadro 16. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	75,23	3	25,08	1,34	0,3084 ns
Tratamiento	1895,23	4	473,81	25,27	<0,0001 **
Error	225,04	12	18,75		
Total	2195,51	19			
CV	6,76				

En el análisis de varianza correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor menor a 0,0001, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa y a su vez se demuestra que si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 16. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.



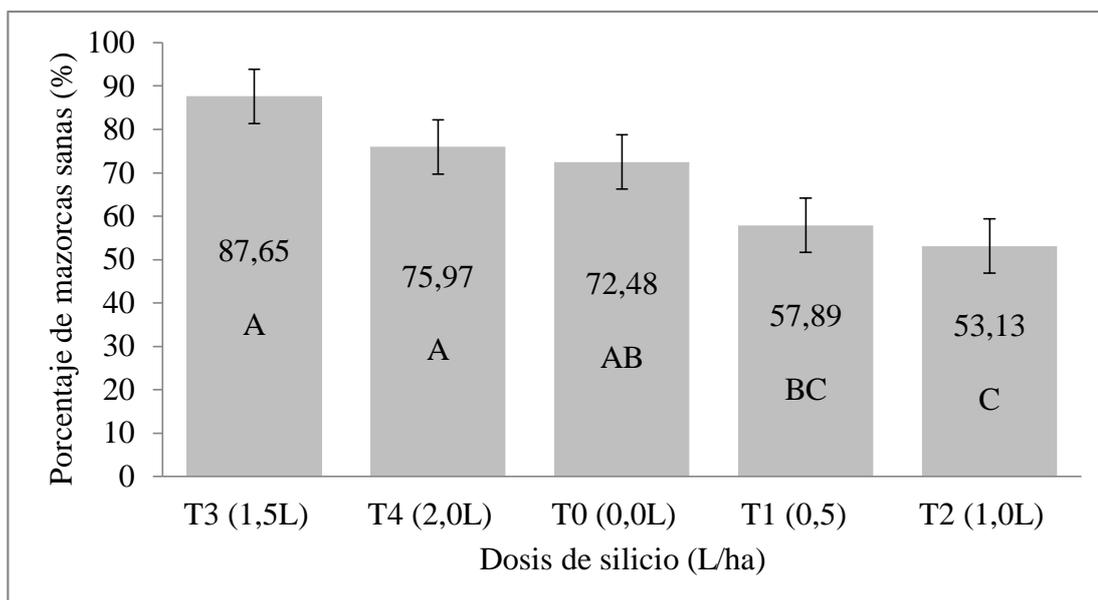
La prueba de Duncan al 0,05% para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta dos rangos de significancia, en el primer rango se ubica el T3 con una media de 82,87%, en el segundo rango de significancia está el T4, T2, T1 y T0 con una media de 62,89%, 61,30%, 57,24% y 56,02% respectivamente, los mismos que fueron los valores más bajos del ensayo.

Cuadro 17. Análisis de varianza del porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	622,58	3	207,53	1,78	0,200 ns
Tratamiento	3131,22	4	782,8	6,73	0,004 **
Error	1395,98	12	116,33		
Total	5149,78	19			
CV	15,54				

En el análisis de varianza correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor menor a 0,004, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa y a su vez se demuestra que si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 17. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.



La prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas presenta cuatro rangos de significancia, en el primer rango se ubican el T3 y T4 con una media de 87,67% y 75,97% respectivamente, en el segundo rango se encuentra el T0 con una media de 72,48%; en el tercer rango está el T1 con una media de 57,89%, en el cuarto rango se encuentra el T2 con una media de 53,13, siendo este el tratamiento que presentó el menor efecto de las aplicaciones de silicio vía foliar.

### 4.3. Porcentaje de chereles sanos.

Cuadro 18. Resumen del ADEVA del porcentaje de chereles sanos.

Fuentes de variación	G. L.	Cuadrados medios												
		1.-	2.-	3.-	4.-	5.-	6.-	7.-	8.-	9.-	10.-	11.-	12.-	13.-
Bloque	3	354,02 ns	126,5 ns	983,6 ns	436,8 ns	51,54 ns	161,2 ns	127,7 ns	563,2 ns	49,1 ns	23,91 ns	3,77 ns	29,8 ns	105,2 ns
Dosis de silicio	4	1916,2 **	1547 ns	549,0 Ns	723,5 ns	114,7 ns	211,6 ns	143,2 ns	63,37 ns	400,2 **	351,6 **	393,1 **	260,32 **	1276 **
Error	12	386,54	1248	463,8	503,1	90,03	137,9	70,42	185,31	88,23	45,36	32,03	46,23	141,6
Total	19													
CV		25,31	55,72	27,53	25,43	10,31	12,85	9,95	17,7	11,44	9,16	7,95	9,93	20,46

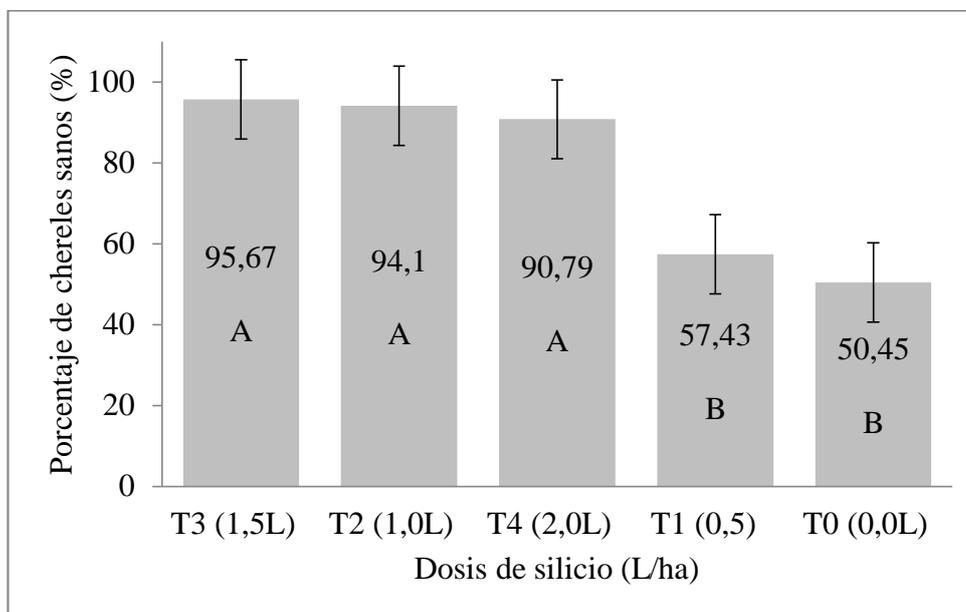
En el cuadro 18 se muestra el resumen general de los cuadrados medios del análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de chereles sanos, donde se puede apreciar que a partir de la primera fecha de muestreo y la novena si se logra observar significancia estadística. Por otro lado a partir de la segunda evaluación hasta la octava no se logra observar diferencias significativas debido a la alta producción de chereles.

Cuadro 19. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la primera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	1062,06	3	354,02	0,92	0,46 ns
Tratamiento	7664,9	4	1916,22	4,96	0,013 **
Error	4638,53	12	386,54		
Total	13365,5	19			
CV	25,31				

De acuerdo a los resultados obtenidos de porcentaje de chereles sanos, correspondiente a la primera fecha de muestreo, se puede apreciar que si existe diferencias entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor de 0,013, por lo tanto rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Figura 18. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la primera fecha de muestreo.



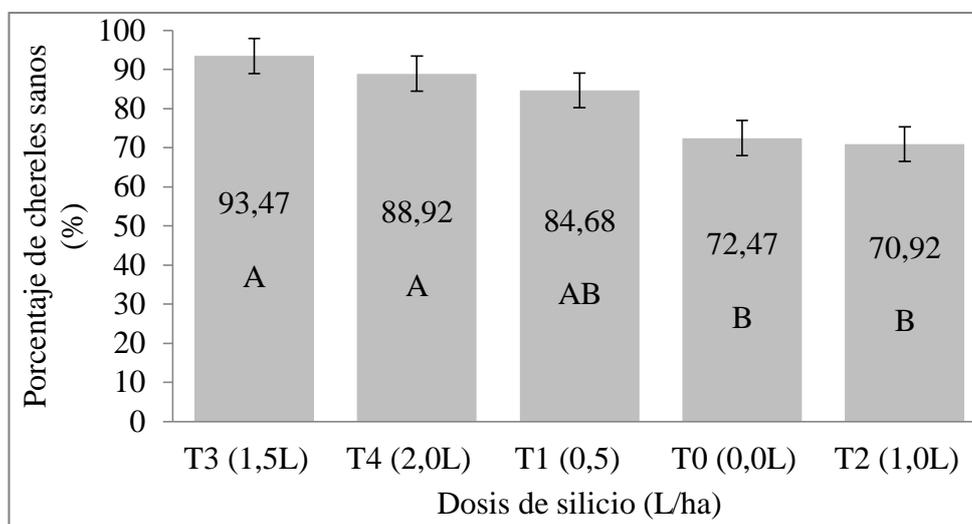
La prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos presenta dos rangos de significancia, en el primer rango se ubican el T3, T2 y T4 con una media de 95,67%, 94,1% y 90,79% respectivamente, en el segundo rango de significancia se encuentra el T1 y T0 con promedios de 57,43% y 50,43% siendo estos los tratamientos que presentaron una baja incidencia de chereles sanos. Esta evaluación se llevó a cabo una semana después de la primera aplicación de Fitosil.

Cuadro 20. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la novena fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	147,3	3	49,1	0,56	0,65 ns
Tratamiento	1600,8	4	400,2	4,54	0,018 **
Error	1058,8	12	88,23		
Total	2806,9	19			
CV	11,44				

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de porcentaje de chereles sanos, en la novena fecha de muestreo se observaron diferencias entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor de 0,018, por lo tanto rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Figura 19. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la novena fecha de muestreo.



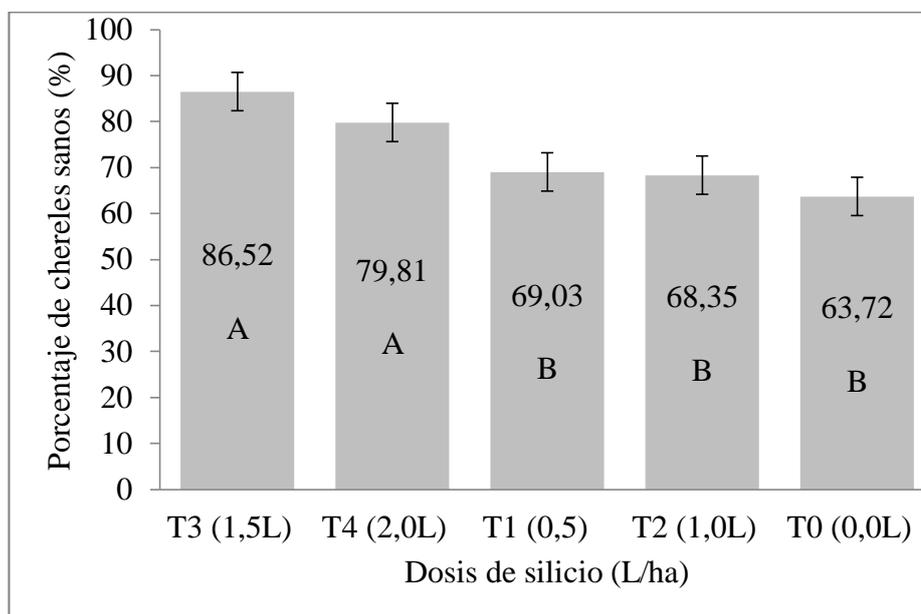
En la presente figura se muestra la prueba de significancia correspondiente a la variable porcentaje de chereles sanos, donde se logra apreciar que el mejor tratamiento fue el T3 con una media de 93,47%, el cual consistía en una aplicación por vía foliar de 1,5 litros de fitosil por hectárea, seguido de T4 que consistía en una dosis de silicio de 2 litros por hectárea, donde se obtuvo un promedio de 88,82% de chereles sanos.

Cuadro 21. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décima fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	71,74	3	23,91	0,53	0,67 ns
Tratamiento	1406,4	4	351,6	7,75	0,0025 **
Error	544,3	12	45,36		
Total	2022,44	19			
CV	9,16				

En el cuadro 21 se muestra el análisis de varianza correspondiente a la décima fecha de muestreo, donde se logró que si existe diferencias entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor de 0,0025, por lo tanto rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Figura 20. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas correspondiente a la décima fecha de muestreo.



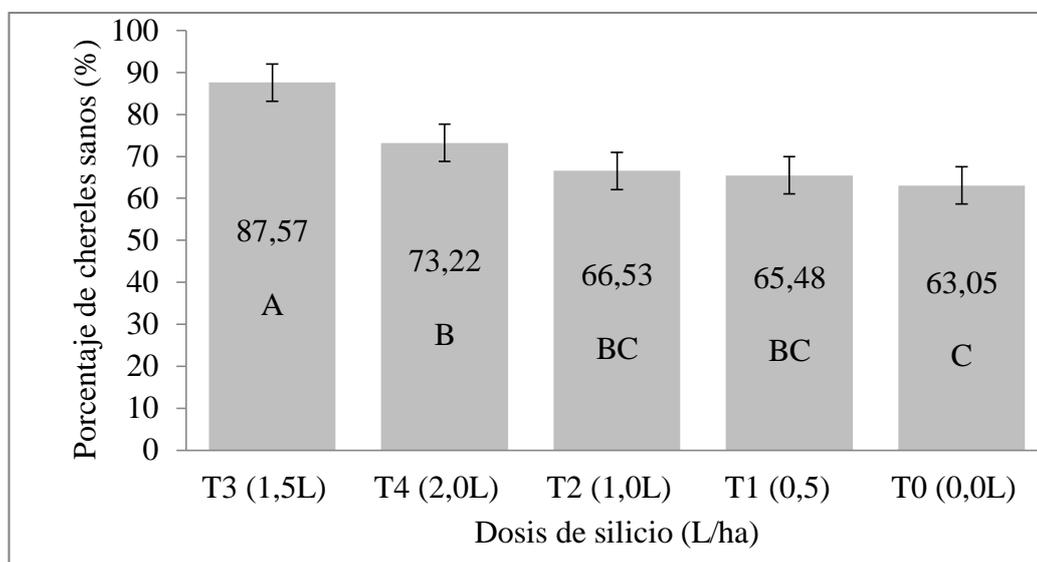
La presente figura correspondiente a la prueba de significancia para la variable porcentaje de chereles sanos, muestra que el T3 fue el tratamiento que presentó la mejor respuesta ante la aplicación de silicio con una dosis de 1,5 litros por hectárea vía foliar, donde se obtuvo un promedio de 86,52% de chereles sanos.

Cuadro 22. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	11,31	3	3,77	0,12	0,94 ns
Tratamiento	1572,23	4	393,06	12,27	0,0003 **
Error	384,36	12	32,03		
Total	1967,9	19			
CV	7,95				

El cuadro 22 correspondiente al análisis de varianza de la décimo primera fecha de muestreo se logró determinar que si existe diferencias entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor de 0,0003, por lo tanto rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Figura 21. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.



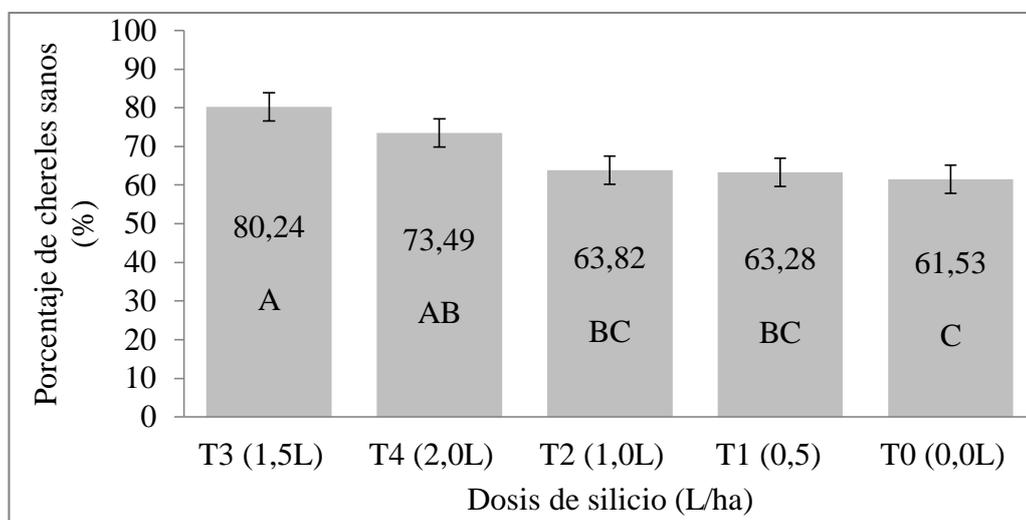
En la presente figura se puede apreciar la prueba de significancia de Duncan aplicada a la variable porcentaje de mazorcas sanas, donde se puede observar que el T3 con una dosis de 1,5 litros por hectárea de fitosil, sobresalió en comparación al resto de tratamientos, ya que se obtuvo una media de 87,57%, seguido del T4 con una media de 73,22% de mazorcas sanas, el cual consistía de la aplicación foliar de fitosil con una dosis de 2,0 litros por hectárea.

Cuadro 23. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	89,36	3	29,79	0,64	0,60 ns
Tratamiento	1041,29	4	260,32	5,63	0,008 **
Error	554,79	12	46,23		
Total	1685,43	19			
CV	9,93				

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de porcentaje de chereles sanos, en la décimo segunda fecha de muestreo se logró que si existe diferencias entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor de 0,008, por lo tanto rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Figura 22. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.



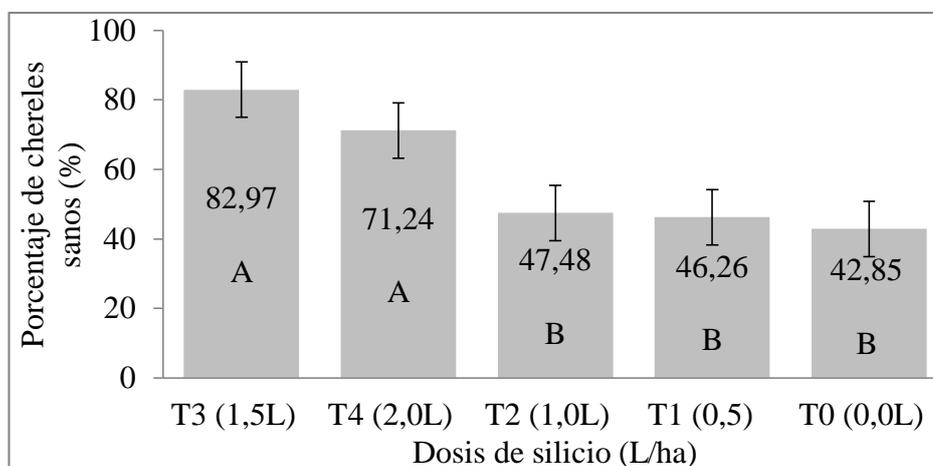
En la presente figura se observa los resultados obtenidos de la prueba de significancia aplicada a la variable porcentaje de mazorcas sanas, donde se logra apreciar que el T3 con una dosis de 1,5 litros por hectárea de fitosil, sobresalió en comparación al resto de tratamientos, ya que se obtuvo una media de 84,24%, seguido del T4 con una media de 73,49% de mazorcas sanas, el cual consistía de la aplicación foliar de fitosil con una dosis de 2,0 litros por hectárea.

Cuadro 24. Análisis de varianza del porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	315,68	3	105,23	0,74	0,5466
Tratamiento	5106,33	4	1276,58	9,02	0,0013
Error	1698,93	12	141,58		
Total	7120,95	19			
CV	20,46				

El cuadro 24 del ADEVA correspondiente a la décimo tercera toma de datos, muestra que si existe diferencias entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor de 0,0013, por lo tanto rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Figura 23. Prueba de Duncan para la variable porcentaje de chereles sanos correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.



En la prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas se observa que el T3 es el que presento una mejor respuesta en comparación al resto de tratamientos, donde se obtuvo una media de 82,97%, cuya dosis de fitosil era de 1,5 litros por hectárea, seguido del T4 donde se logró obtener una media de 71,24%, en dicho tratamiento se utilizó una dosis de fitosil de 2,0 litros por hectárea.

#### 4.4. Incidencia de mazorcas con moniliasis.

Cuadro 25. Resumen del ADEVA para la variable incidencia de mazorcas con moniliasis

		Cuadrados medios												
Fuentes de variación	G. L.	1.-	2.-	3.-	4.-	5.-	6.-	7.-	8.-	9.-	10.-	11.-	12.-	13.-
Bloque	3	125,55	13,51	30,94	47,66	66,08	48,39	9,50	19,26	3,00	13,26	12,66	13,75	22,81
		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	Ns	Ns	Ns	ns
Dosis de silicio	4	371,01	7,52	24,38	135,7	1291	260,1	102,8	61,09	66,33	108,7	169,4	138,3	94,04
		**	ns	ns	ns	**	**	ns	Ns	ns	**	**	**	**
Error	12	92,03	7,42	28,13	52,22	182,7	58,03	40,77	8,09	31,87	10,53	14,99	19,15	14,32
Total	19													
CV		95,41	144,6	124,2	133,9	66,52	67,75	81,3	38,45	55,96	23,48	24,9	26,53	35,39

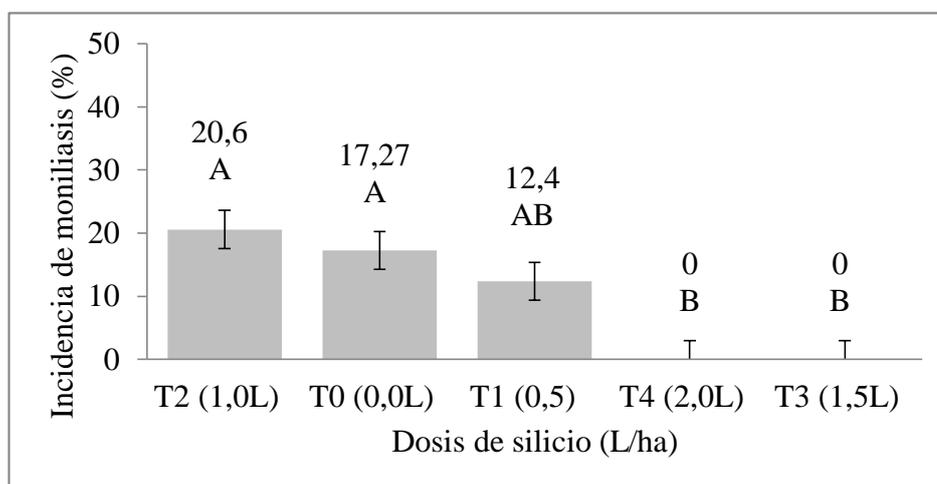
El presente cuadro muestra una recopilación de los cuadrados medios de los análisis de varianza, obtenidos de la variable incidencia de mazorcas con moniliasis. De las trece evaluaciones realizadas, solo en siete se pudo observar diferencias significativas durante la duración del ensayo.

Cuadro 26. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la primera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	376,65	3	125,55	1,36	0,30 ns
Tratamiento	1484,04	4	371,01	4,03	0,026 **
Error	1104,38	12	92,03		
Total	2965,07	19			
CV	95,41				

En el análisis de varianza de la variable incidencia de mazorcas con moniliasis correspondiente a la primera evaluación de datos, la cual realizó una semana después de la primera aplicación de Fitosil. Se logra apreciar que no hay diferencias significativas en cuanto a bloques, ya que se obtuvo un p-valor de 0,30, por otro lado para los tratamientos se obtuvo un p-valor de 0,026, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa.

Figura 24. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la primera fecha de muestreo.



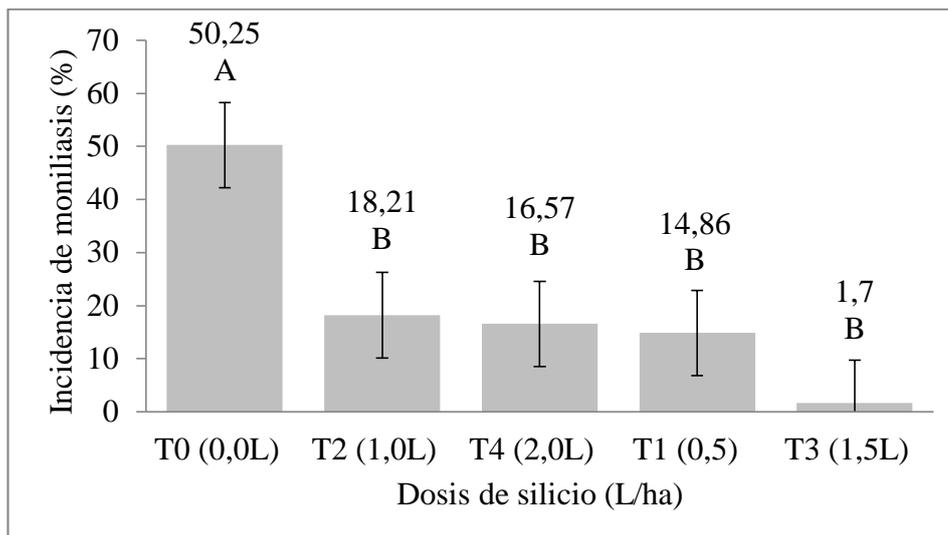
La prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorcas con moniliasis presenta tres rangos de significancia, en el primer rango se ubica el T2 y T0 con una media de 20,60% y 12,27%, en el segundo rango está T1 con una media de 12,40%; en cuanto al tercer rango está T4 y T3, donde no hubo incidencia de moniliasis, siendo estos los tratamientos que presentaron el mayor efecto de las aplicaciones de silicio vía foliar.

Cuadro 27. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la quinta fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	198,25	3	66,08	0,36	0,7818
Tratamiento	5164,38	4	1291,1	7,07	0,0036
Error	2191,97	12	182,66		
Total	7554,6	19			
CV	66,52				

En el ADEVA de incidencia de mazorcas con moniliasis correspondiente a la quinta toma de datos, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,0036, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 25. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la quinta fecha de muestreo.



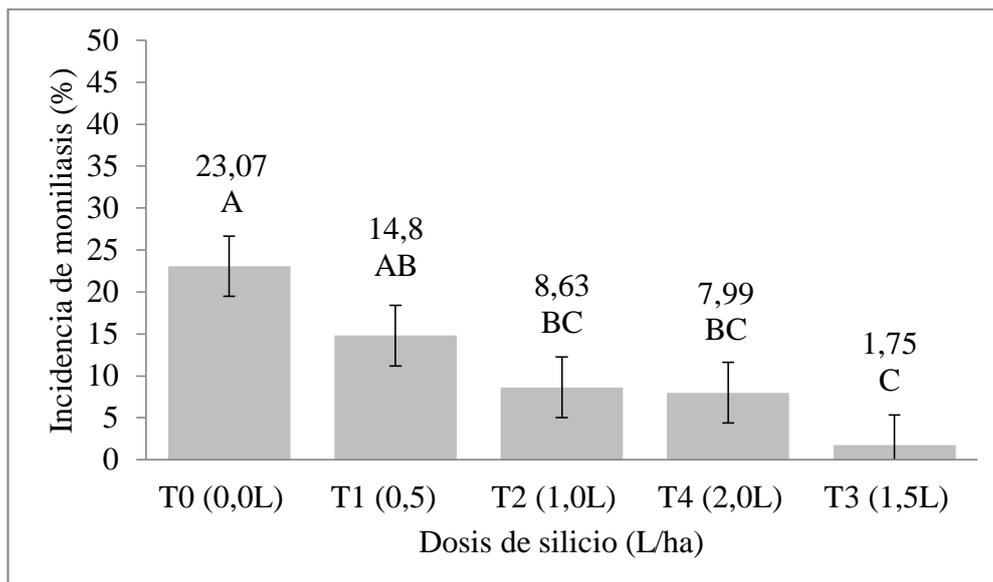
En la presente figura de la prueba de Duncan aplicada para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la quinta toma de datos, se logra apreciar que el T0 fue el tratamiento que presentó la mayor incidencia de esta enfermedad, ya que se obtuvo una media de 50,25%, por otro lado el tratamiento que tuvo la incidencia más baja de moniliasis fue el T3 con una media de 1,27%.

Cuadro 28. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la sexta fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	145,17	3	48,39	0,83	0,50 ns
Tratamiento	1040,3	4	260,07	4,48	0,019 **
Error	696,33	12	58,03		
Total	1881,8	19			
CV	67,75				

En el análisis de varianza correspondiente a la sexta fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,019, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 26. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la sexta fecha de muestreo.



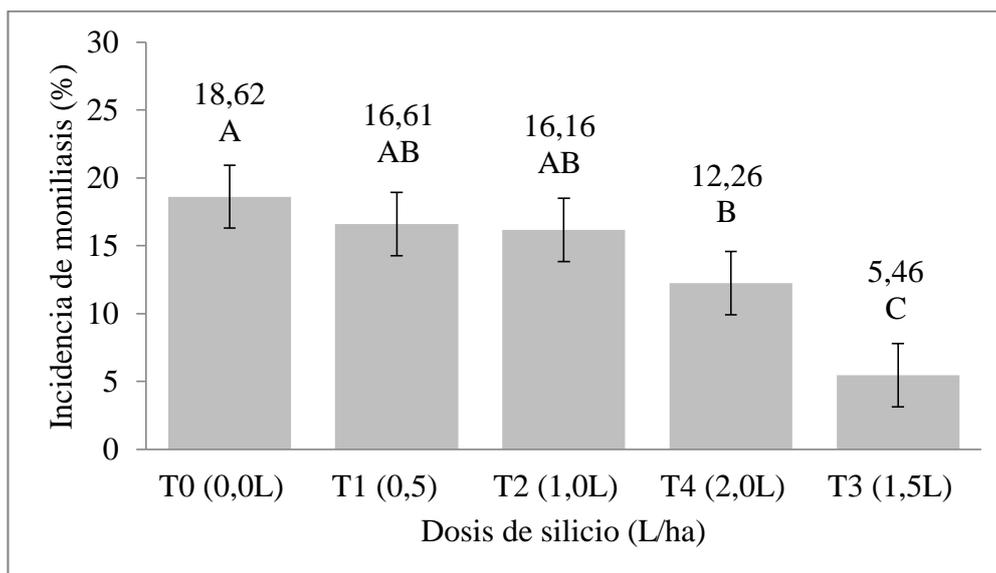
La prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de moniliasis es el T0 con una media de 23,07%, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en comparación a los demás fue el T3 con una media de 1,75%, el cual consistía en la aplicación de 1,5 litros de silicio por hectárea vía foliar.

Cuadro 29. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décima fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	39,78	3	13,26	1,26	0,3322
Tratamiento	434,71	4	108,68	10,32	0,0007
Error	126,37	12	10,53		
Total	600,85	19			
CV	23,48				

En el ADEVA correspondiente a la décima fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,01, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 27. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décima fecha de muestreo.



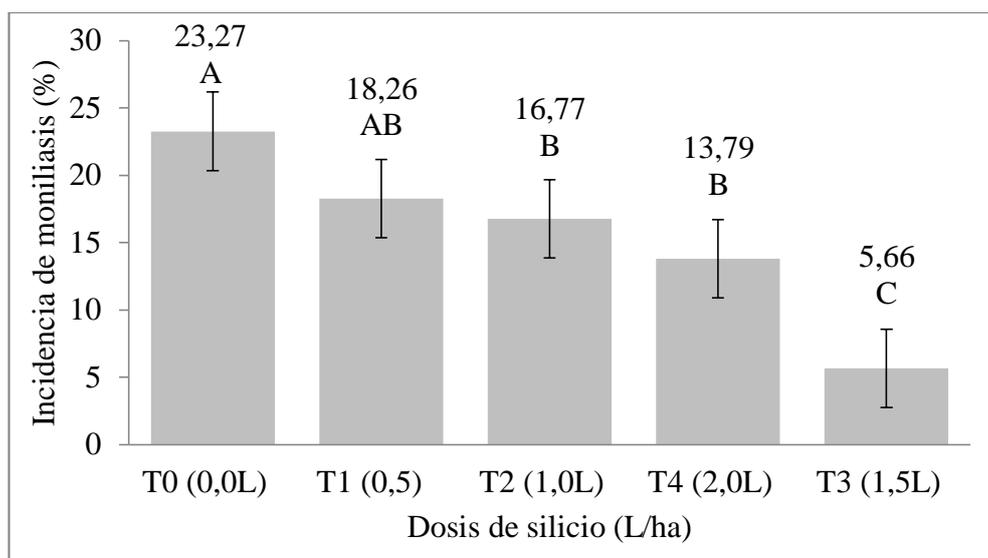
En la presente figura de la prueba de Duncan aplicada para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la quinta toma de datos, se logra apreciar que el T0 fue el tratamiento que fue más susceptible al ataque de esta enfermedad, ya que arrojó un promedio de 18,62%, por otro lado el tratamiento que tuvo la incidencia más baja de moniliasis fue el T3 con una media de 5,46%, dicho tratamiento consistía en la aplicación de 1,5 litros de silicio por hectárea vía foliar.

Cuadro 30. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	37,98	3	12,66	0,84	0,4956 ns
Tratamiento	677,51	4	169,38	11,3	0,0005 **
Error	179,94	12	14,99		
Total	895,43	19			
CV	24,9				

En el ADEVA correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,0005, en conclusión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 28. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.



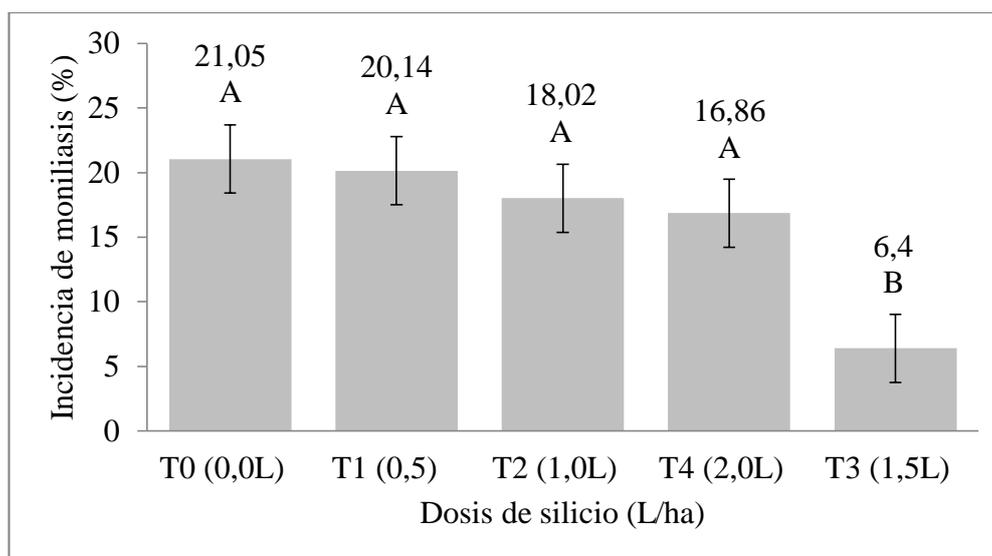
En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de moniliasis es el T0 con una media de 23,27%, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en comparación a los demás fue el T3 con una media de 5,66%, el cual consistía en la aplicación de 1,5 L/ha de silicio vía foliar.

Cuadro 31. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	41,25	3	13,75	0,72	0,56 ns
Tratamiento	553,32	4	138,33	7,22	0,003 **
Error	229,8	12	19,15		
Total	824,36	19			
CV	26,53				

En el ADEVA correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,003, en conclusión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 29. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.



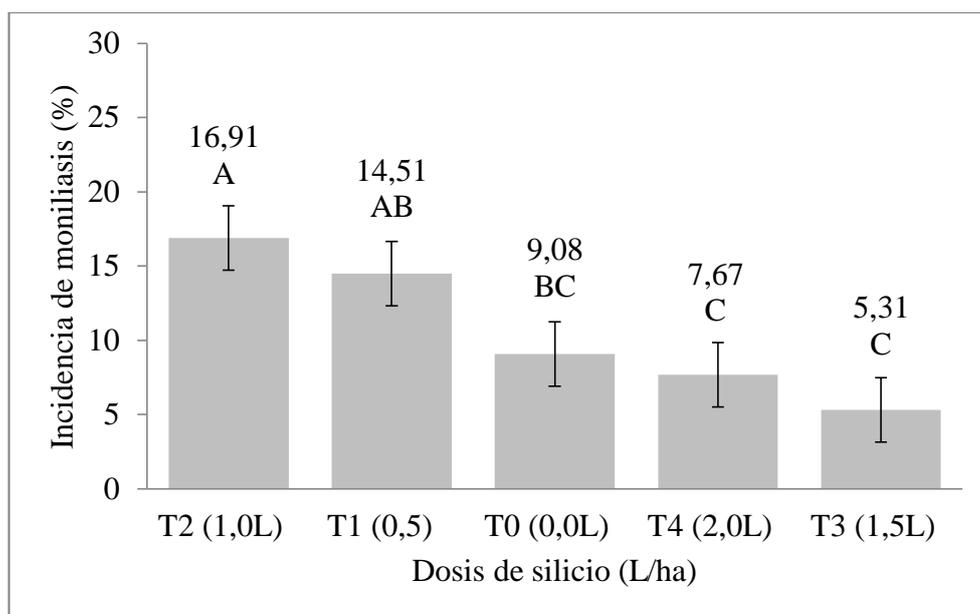
En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de moniliasis es el T0 con una media de 21,05%, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en comparación a los demás fue el T3 con una media de 6,40%.

Cuadro 32. Análisis de varianza de incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	68,44	3	22,81	1,59	0,24 ns
Tratamiento	376,15	4	94,04	6,57	0,004 **
Error	171,88	12	14,32		
Total	616,47	19			
CV	35,39				

En el ADEVA correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,004, en conclusión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 30. Prueba de Duncan para la variable incidencia de moniliasis correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de moniliasis es el T0 con una media de 16,91%, en cambio el tratamiento que presentó la mayor eficiencia en comparación a los demás fue el T3 (1,5 L/ha) con una media de 5,31%.

#### 4.5. Incidencia de mazorca Negra.

Cuadro 33. Tabla resumen del ADEVA correspondiente a la variable incidencia de mazorca negra.

		Cuadrados medios												
Fuentes de variación	G. L.	1.-	2.-	3.-	4.-	5.-	6.-	7.-	8.-	9.-	10.-	11.-	12.-	13.-
Bloque	3	134,06 **	11,87 ns	89,11 ns	62,69 ns	46,84 ns	30,88 ns	10,76 ns	5,06 ns	69,78 ns	20,09 Ns	0,56 Ns	9,78 ns	97,54 ns
Dosis de silicio	4	121,88 **	171,1 **	317,3 **	475,6 **	46,32 ns	57,31 ns	186,3 **	152,3 **	160,3 **	54,15 **	234,6 **	100,3 **	340,2 **
Error	12	36,40	32,13	68,21	311,4	47,89	39,35	59,44	13,60	18,77	12,27	17,67	12,20	55,22
Total	19													
CV		73,16	57,34	48,64	78,50	89,99	86,65	65,56	32,63	31,85	22,11	22,18	17,96	37,37

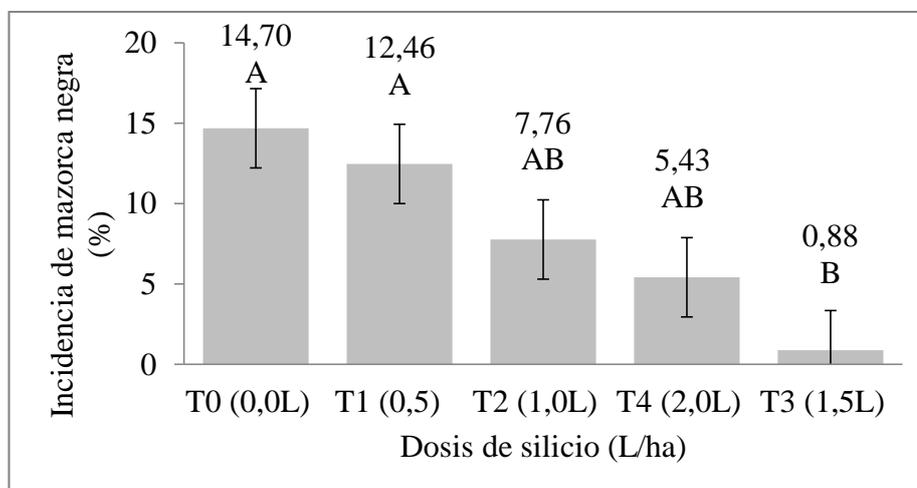
En el presente cuadro se muestra un resumen de los cuadrados medios, correspondientes los análisis de varianza realizados para la variable incidencia de mazorca negra, donde se logra observar que si existen diferencias significativas en casi todas las evaluaciones realizadas, a excepción de la quinta y sexta toma de datos.

Cuadro 34. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la primera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	402,19	3	134,06	3,68	0,04 **
Tratamiento	487,52	4	121,88	3,35	0,04 **
Error	436,77	12	36,4		
Total	1326,48	19			
CV	73,16				

En el análisis de varianza de la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la primera evaluación de datos, la misma que se realizó una semana después de la primera aplicación de los tratamientos. Se logra apreciar que si hay diferencias significativas en cuanto a bloques, ya que se obtuvo un p-valor de 0,04, por otro lado para los tratamientos se obtuvo un p-valor de 0,04, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa.

Figura 31. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la primera fecha de muestreo.



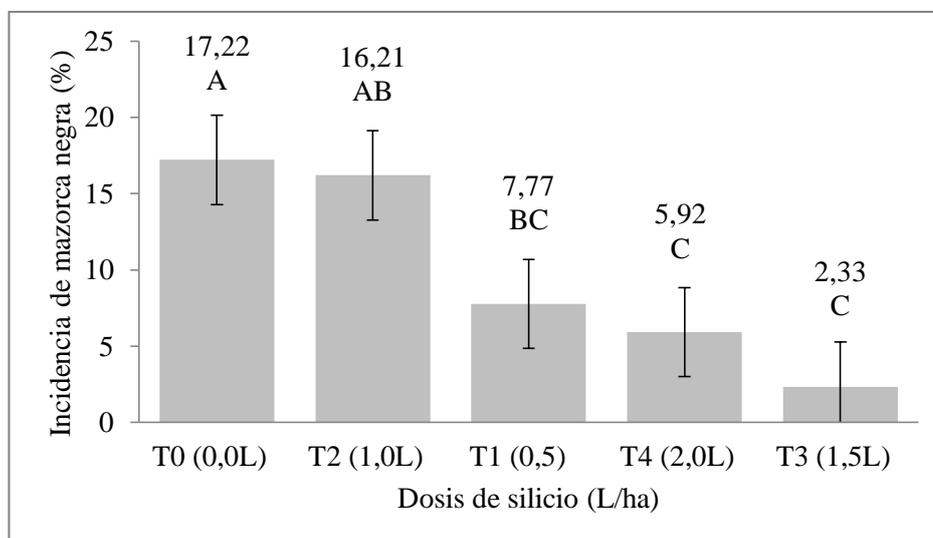
La prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra presenta tres rangos de significación, en el primer rango se ubican el T0 y T1 con una media de 14,70% y 12,46% respectivamente, en el segundo rango está el T1 y T4 con una media de 7,76% y 5,43% respectivamente; en el tercer rango está el T3 con una media de 0,88%, siendo este el tratamiento que presentó el mayor efecto de las aplicaciones de silicio vía foliar con una dosis de 1,5 litros por hectárea.

Cuadro 35. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la segunda fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	35,62	3	11,87	0,37	0,77 ns
Tratamiento	684,32	4	171,08	5,32	0,01**
Error	385,55	12	32,13		
Total	1105,49	19			
CV	57,34				

En el ADEVA de incidencia de mazorca negra correspondiente a la segunda toma de datos, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,01, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 32. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la segunda fecha de muestreo.



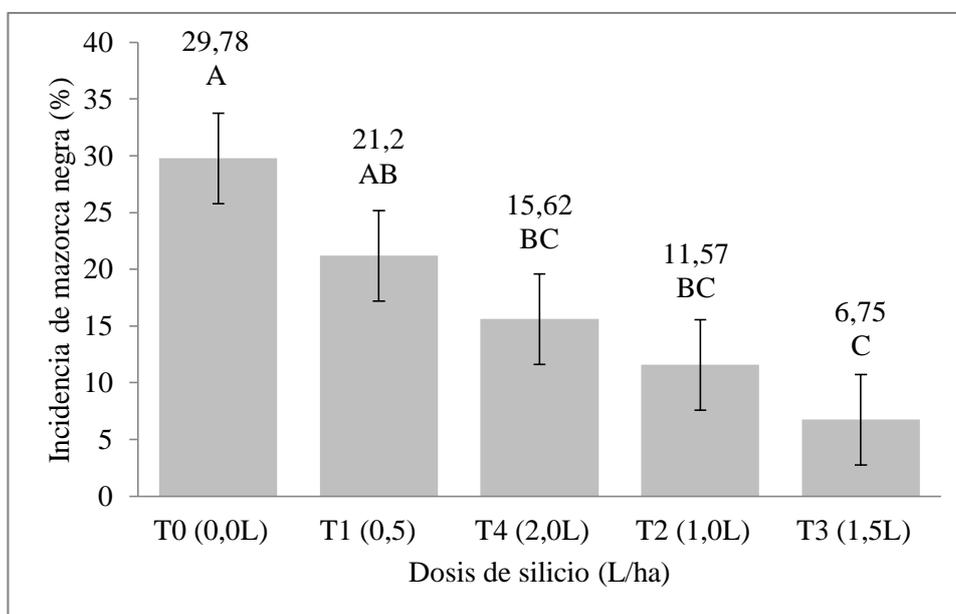
En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T0 con una media de 17,22%, en cambio el tratamiento que presentó la mayor respuesta a la aplicación de silicio foliar fue el T3 (1,5 L/ha) con una media de 2,33%.

Cuadro 36. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la tercera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	267,33	3	89,11	1,31	0,317 ns
Tratamiento	1269,35	4	317,34	4,65	0,016**
Error	818,51	12	68,21		
Total	2355,18	19			
CV	48,64				

En el ADEVA correspondiente a la tercera fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,016, en conclusión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 33. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la tercera fecha de muestreo.



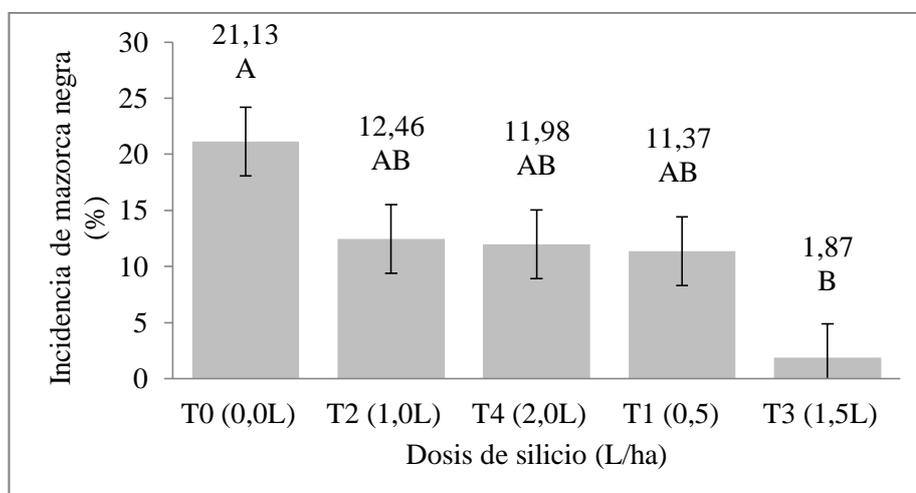
En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T0 con una media de 29,78%, en cambio el tratamiento que presentó la mayor resistencia al ataque de esta enfermedad fue el T3 con una media de 6,75%, el cual consistía en la aplicación de 1,5 litros de silicio por hectárea vía foliar.

Cuadro 37. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la séptima fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	32,28	3	10,76	0,18	0,90 ns
Tratamiento	745,22	4	186,3	3,13	0,04 **
Error	713,34	12	59,44		
Total	1490,83	19			
CV	65,56				

En el ADEVA correspondiente a la séptima fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,04, en conclusión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 34. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la sexta fecha de muestreo.



La prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra presenta tres rangos de significación, en el primer rango se ubica el T0 con una media de 21,13%,

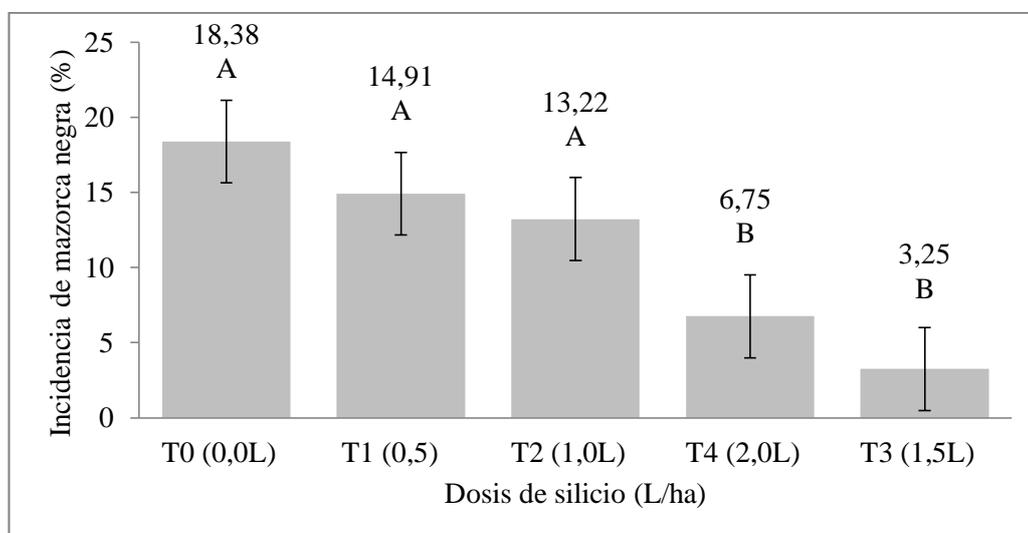
en el segundo rango de significación está el T2, T4 y T1 con una media de 12,46%, 11,98% y 1,87% respectivamente; en el tercer rango de significación está el T3 con una media de 1,87%, siendo este el tratamiento que presentó el mayor efecto de las aplicaciones de silicio vía foliar con una dosis de 1,5 litros por hectárea.

Cuadro 38. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la octava fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	15,19	3	5,06	0,37	0,7745 ns
Tratamiento	609,38	4	152,35	11,2	0,0005 **
Error	163,2	12	13,6		
Total	787,77	19			
CV	32,63				

En el ADEVA correspondiente a la octava fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,0005, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 35. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la octava fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T0 con una media de

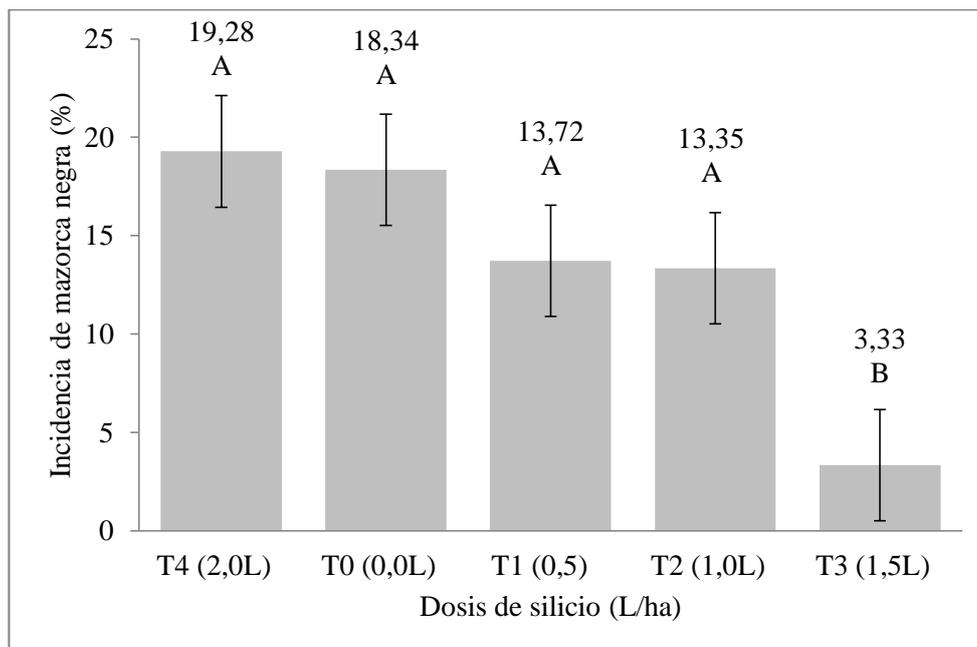
18,38%, seguido del T1 y T2 con promedios de 14,91% y 13,22%, por otro lado los tratamientos que presentaron la incidencia más baja en comparación al resto fueron el T4 y T3 con una media de 6,75% y 3,25% respectivamente.

Cuadro 39. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la novena fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	209,33	3	69,78	3,72	0,0423 ns
Tratamiento	641,32	4	160,33	8,54	0,0017 **
Error	225,29	12	18,77		
Total	1075,95	19			
CV	31,85				

En el ADEVA correspondiente a la novena fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,0005, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 36. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la novena fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T4 con una media de

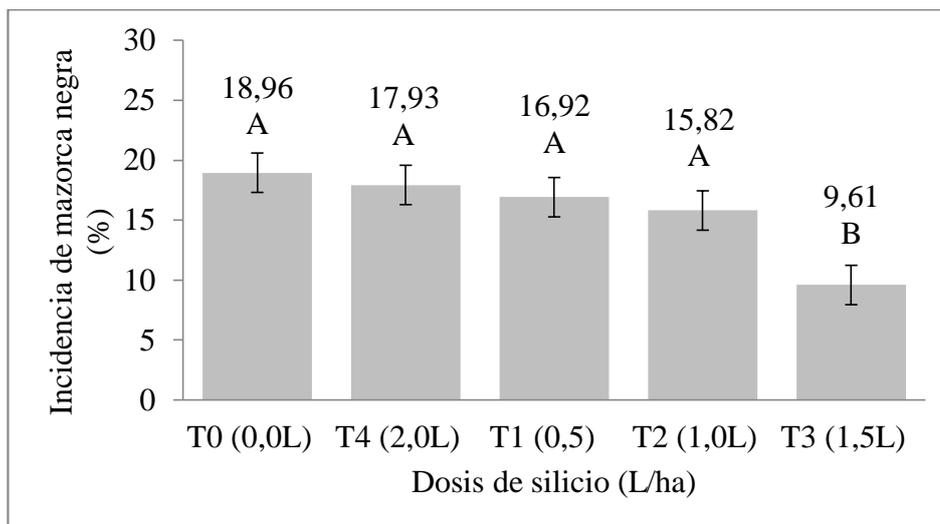
19,28%, en cambio el tratamiento que presentó la menor susceptibilidad al ataque de mazorca negra fue el T3(1,5 L/ha) con una media de 3,33%.

Cuadro 40. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décima fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	60,28	3	20,09	1,64	0,23 ns
Tratamiento	216,6	4	54,15	4,41	0,02 **
Error	147,3	12	12,27		
Total	424,18	19			
CV	22,11				

En el ADEVA correspondiente a la décima fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,02, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 37. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décima fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T0 con una media de 18,96%, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en

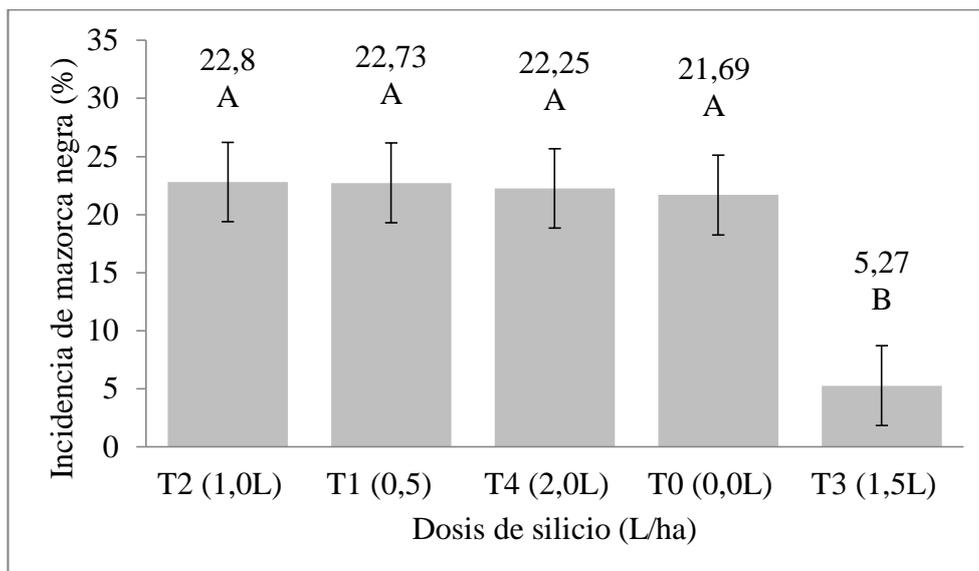
comparación a los demás fue el T3 con una media de 9,61%, el cual consistía en la aplicación de 1,5 L/ha de fitosil.

Cuadro 41. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	1,67	3	0,56	0,03	0,9921 ns
Tratamiento	938,27	4	234,57	13,28	0,0002**
Error	212	12	17,67		
Total	1151,95	19			
CV	22,18				

En el ADEVA correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,0002, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 38. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T2 con una media de

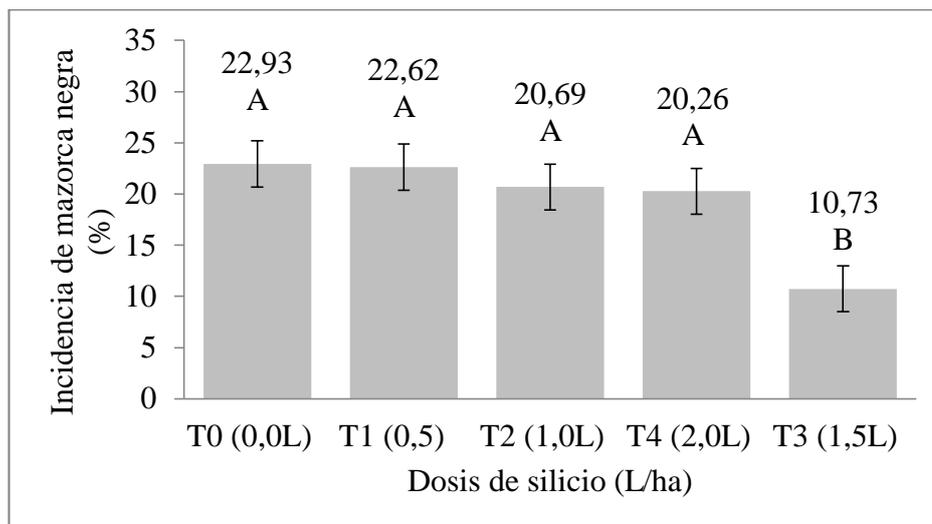
29,78%, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en comparación a los demás fue el T3 con una media de 5,27%.

Cuadro 42. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	29,35	3	9,78	0,8	0,516 ns
Tratamiento	401,41	4	100,35	8,23	0,002 **
Error	146,37	12	12,2		
Total	577,14	19			
CV	17,96				

En el ADEVA correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,002, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 39. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T0 con una media de

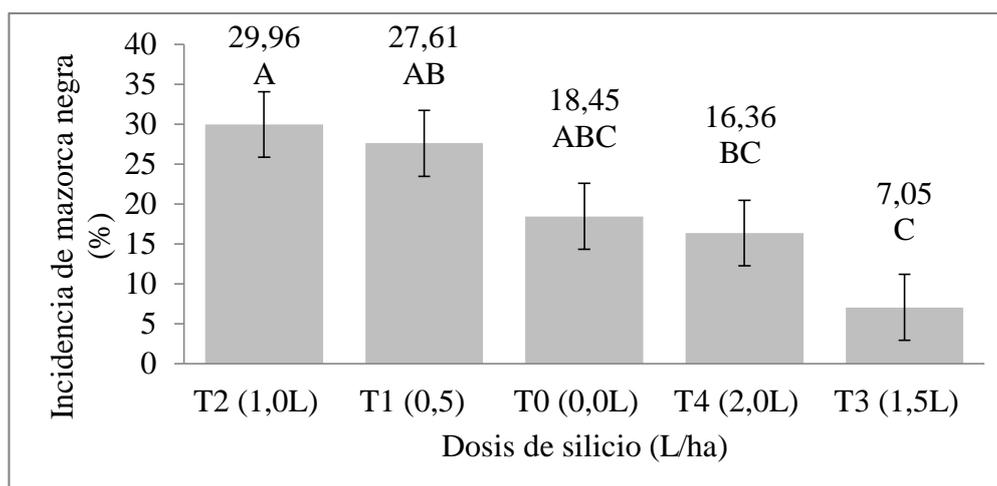
22,93%, por otro el tratamiento que presentó la menor afectación de esta enfermedad fue el T3 (1,5 L/ha) con una media de 10,73%.

Cuadro 43. Análisis de varianza de incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	292,63	3	97,54	1,77	0,207 ns
Tratamiento	1360,87	4	340,22	6,16	0,006**
Error	662,68	12	55,22		
Total	2316,18	19			
CV	37,37				

En el ADEVA correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,006, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 40. Prueba de Duncan para la variable incidencia de mazorca negra correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de mazorca negra es el T0 con una media de 29,96%, en cambio el tratamiento que presentó la más baja incidencia de esta enfermedad en comparación al resto, fue el T3 con un promedio de 7,05%.

#### 4.6. Incidencia de cherville wilt.

Cuadro 44. Resumen del ADEVA correspondientes a la variable incidencia de cherville wilt.

Fuentes de variación	G. L.	Cuadrados medios												
		1.-	2.-	3.-	4.-	5.-	6.-	7.-	8.-	9.-	10.-	11.-	12.-	13.-
Bloque	3	354,02 ns	126,5 ns	983,6 Ns	436,8 Ns	51,52 ns	161,2 ns	127,7 ns	563,2 ns	49,1 ns	23,89 Ns	3,77 Ns	29,77 ns	105,4 ns
Dosis de silicio	4	1296,00 **	1547 ns	549,0 ns	723,5 Ns	114,7 ns	211,6 ns	143,2 ns	63,37 ns	400,2 **	351,6 **	393,1 **	260,4 **	1276 **
Error	12	386,54	1248	463,8	503,2	90,03	137,9	70,42	185,3	88,23	45,37	32,03	46,23	141,6
Total	19													
CV		88,11	96,56	98,93	189,9	119,6	136,9	56,63	58,90	52,44	25,4	19,63	21,56	28,44

En el presente cuadro se puede observar el análisis de varianza para la variable incidencia de cherville wilt, donde se puede apreciar que en la primera fecha existe diferencia significativa, por otro lado a partir de la segunda fecha hasta la octava, no existió ninguna diferencia entre tratamientos debido a que hubo una alta producción de chereles durante dicha época, por otro lado a partir de la novena fecha hasta la culminación del ensayo si se logró observar significancia estadística.

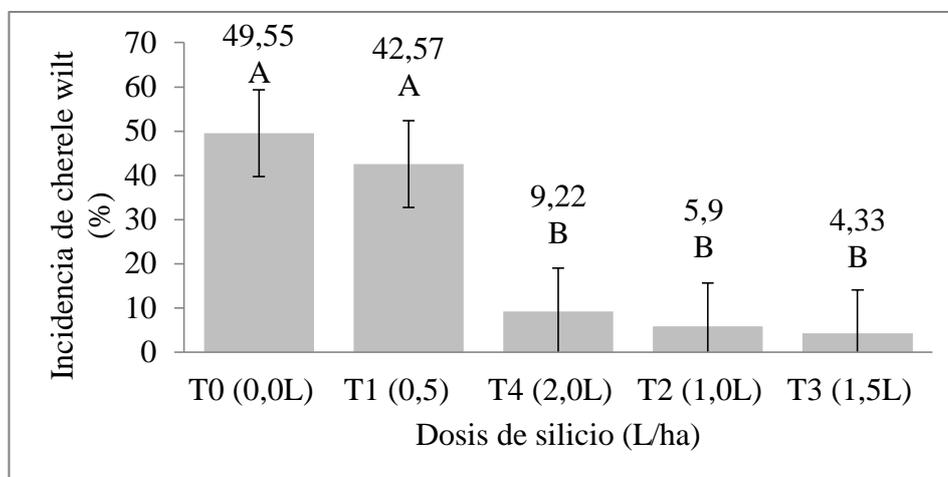
Cuadro 45. Análisis de varianza de incidencia de cherville wilt correspondiente a la primera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	1062,06	3	354,02	0,92	0,462 ns
Tratamiento	7664,9	4	1916,22	4,96	0,013 **
Error	4638,53	12	386,54		
Total	13365,5	19			
CV	88,11				

En el análisis de varianza de la variable incidencia de cherville wilt correspondiente a la primera evaluación de datos que se realizó una semana después de la primera aplicación de los tratamientos, se logra apreciar que no hay diferencias significativas en cuanto a bloques, ya que se obtuvo un p-valor de 0,462, por otro

lado para los tratamientos se obtuvo un p-valor de 0,013, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa.

Figura 41. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherele wilt correspondiente a la primera fecha de muestreo.



En la presente figura de la prueba de Duncan aplicada para la variable incidencia de cherele wilt correspondiente al primer muestreo, se logra apreciar que el T0 fue el tratamiento que presentó mayor afectación en relación al resto de tratamientos, ya que presentó una media de 49,55%, por otro lado el tratamiento que tuvo la incidencia más baja de cherele wilt fue el T3 con una media de 4,33%.

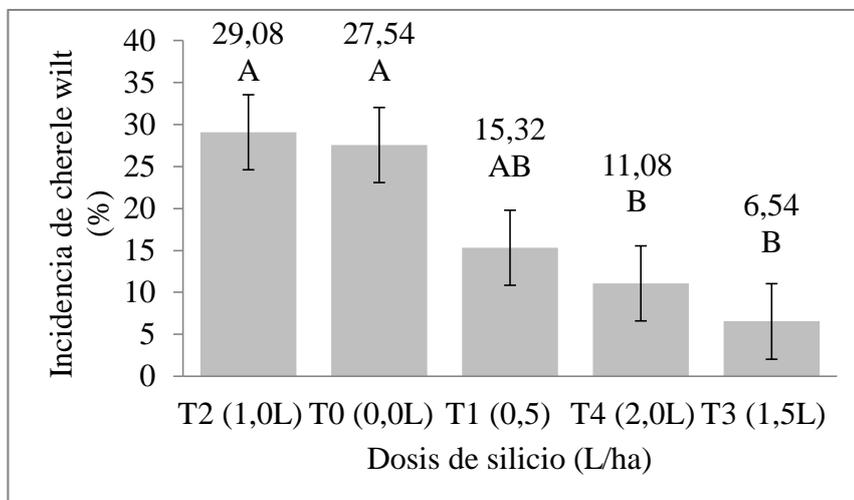
Cuadro 46. Análisis de varianza de incidencia de cherele wilt correspondiente a la novena fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	147,3	3	49,1	0,56	0,653 ns
Tratamiento	1600,8	4	400,2	4,54	0,018 **
Error	1058,8	12	88,23		
Total	2806,9	19			
CV	52,44				

En el ADEVA de incidencia de cherele wilt correspondiente a la novena toma de datos, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,018, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede

obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 42. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherele wilt correspondiente a la novena fecha de muestreo.



En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de cherele wilt es el T0 con una media de 29,08%, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en comparación a los demás fue el T3 con una media de 6,54%.

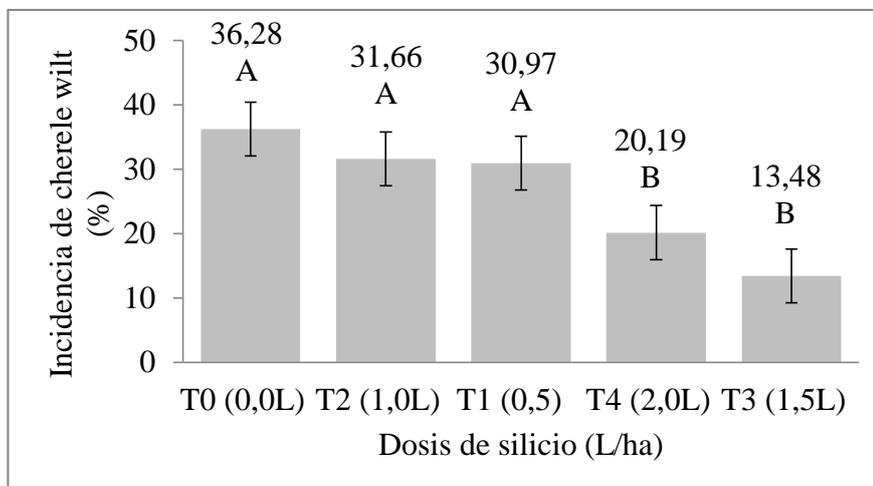
Cuadro 47. Análisis de varianza de incidencia de cherele wilt correspondiente a la décima fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	71,67	3	23,89	0,53	0,6723 ns
Tratamiento	1406,5	4	351,63	7,75	0,0025 **
Error	544,41	12	45,37		
Total	2022,59	19			
CV	25,40				

En el ADEVA de incidencia de cherele wilt correspondiente a la décima toma de datos, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,018, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede

obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 43. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherele wilt correspondiente a la décima fecha de muestreo.



En la presente figura de la prueba de Duncan aplicada para la variable incidencia de cherele wilt en la décima fecha de muestro, se logra apreciar que el T0, T2 (1,0L/ha) y el T1(0,5L/ha) fueron los tratamientos que presentaron la mayor susceptibilidad, de los cuales sus valores fueron 36,28%, 31,66% y 30,97% respectivamente. El tratamiento que presento la menor afectación fue el T3 cuya dosis era de 1,5 L/ha de fitosil.

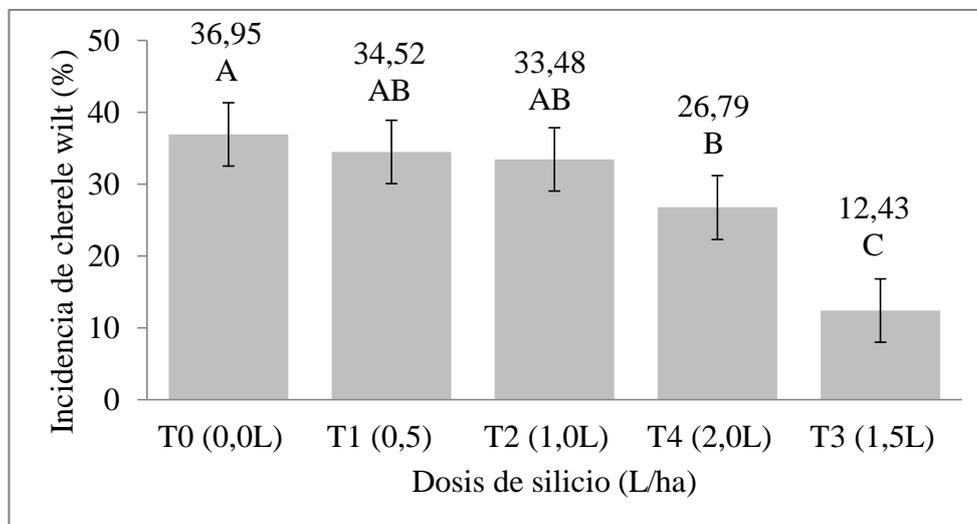
Cuadro 48. Análisis de varianza de incidencia de cherele wilt correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	11,31	3	3,77	0,12	0,9480 ns
Tratamiento	1572,23	4	393,06	12,27	0,0003**
Error	384,36	12	32,03		
Total	1967,9	19			
CV	19,63				

En el ADEVA de incidencia de cherele wilt del presente cuadro, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,0003, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la

hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 44. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherele wilt correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.



En la prueba de Duncan de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de cherele wilt es el T0 con una media de 36,95%, seguido del T1(0,5L/ha) y T2(1,0L/ha) con promedios de 34,52% y 33,48% respectivamente, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en comparación a los demás fue el T3(1,5L/ha) con una media de 12,43%,.

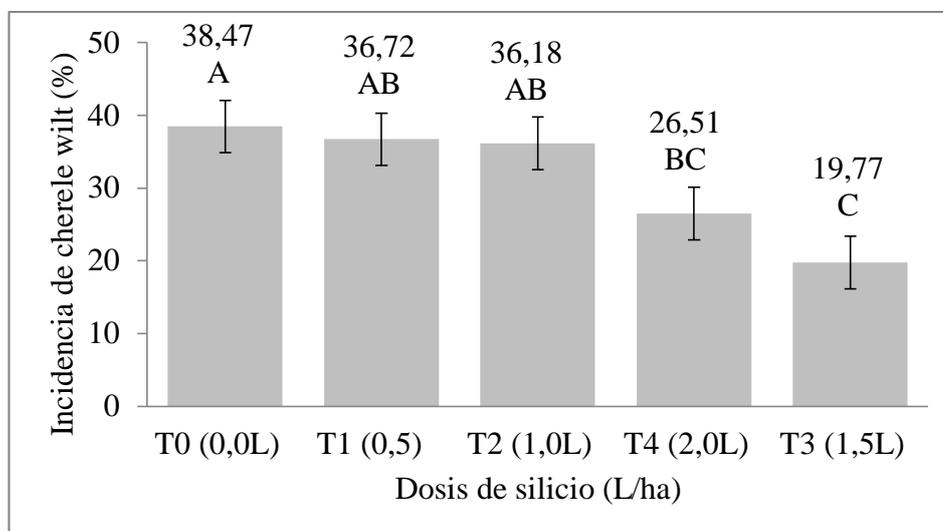
Cuadro 49. Análisis de varianza de incidencia de cherele wilt correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	89,31	3	29,77	0,64	0,601 ns
Tratamiento	1041,39	4	260,35	5,63	0,008 **
Error	554,79	12	46,23		
Total	1685,49	19			
CV	21,56				

En el ADEVA de incidencia de cherele wilt correspondiente a la décimo segunda toma de datos, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,008, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se

puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 45. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherele wilt correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.



La prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de cherele wilt es el T0 con una media de 38,47%, en cambio el tratamiento que presentó la incidencia más baja en comparación a los demás fue el T3 con una media de 19,77%, el cual consistía en la aplicación de 1,5 litros de silicio.

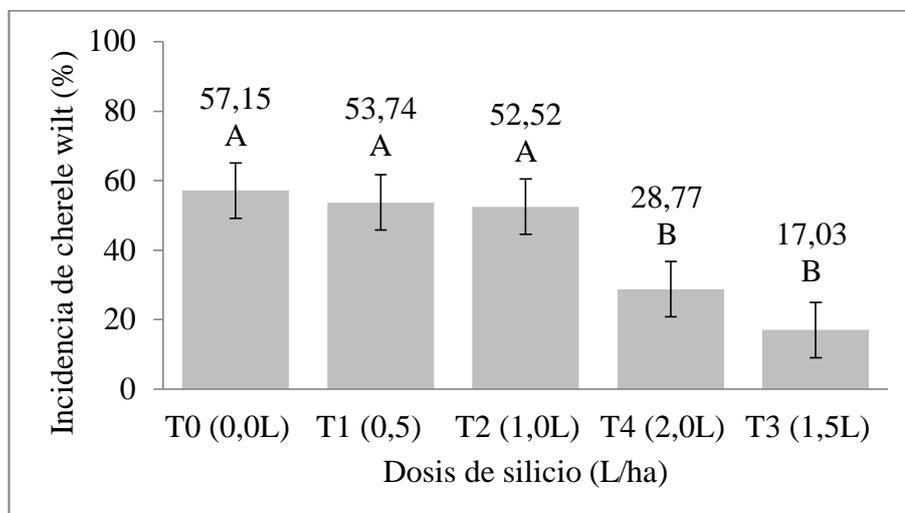
Cuadro 50. Análisis de varianza de incidencia de cherele wilt correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	315,68	3	105,23	0,74	0,5466 ns
Tratamiento	5106,33	4	1276,58	9,02	0,0013**
Error	1698,93	12	141,58		
Total	7120,95	19			
CV	28,44				

En el ADEVA de incidencia de cherele wilt del presente cuadro, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,0013, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la

hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 46. Prueba de Duncan para la variable incidencia de cherele wilt correspondiente a la décimo tercera fecha de muestreo.



La prueba de Duncan para la variable porcentaje de mazorcas sanas mostró que el T0 fue el tratamiento que presentó la mayor incidencia de la enfermedad, ya que se obtuvo una media de 57,15%, por otro lado el tratamiento que tuvo la incidencia más baja de cherele wilt fue el T3(1,5 L/ha) con una media de 17,03%.

#### 4.7. Incidencia de escoba de bruja.

Cuadro 51. Resumen del ADEVA de incidencia de escoba de bruja.

Cuadrados medios

Fuentes de variación	G. L.	1.-	2.-	3.-	4.-	5.-	6.-	7.-	8.-	9.-	10.-	11.-	12.-	13.-
Bloque	3	333,33	125,0	125,0	166,7	458,3	833,3	125,0	1125	458,3	1455	459,2	833,3	791,7
		ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dosis de silicio	4	437,50	1750	937,5	1062	1250	2000	1062	2000	2375	1671	2926	3437	2000
		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	Ns	**	**	ns
Error	12	854,17	1666	854,2	895,8	666,7	833,3	1062	500	875,0	936,4	768,6	520,8	1000
Total	19													
CV		292,26	195,2	233,8	199,5	206,5	192,45	144,8	99,38	169,0	135,4	122,8	91,30	140,5

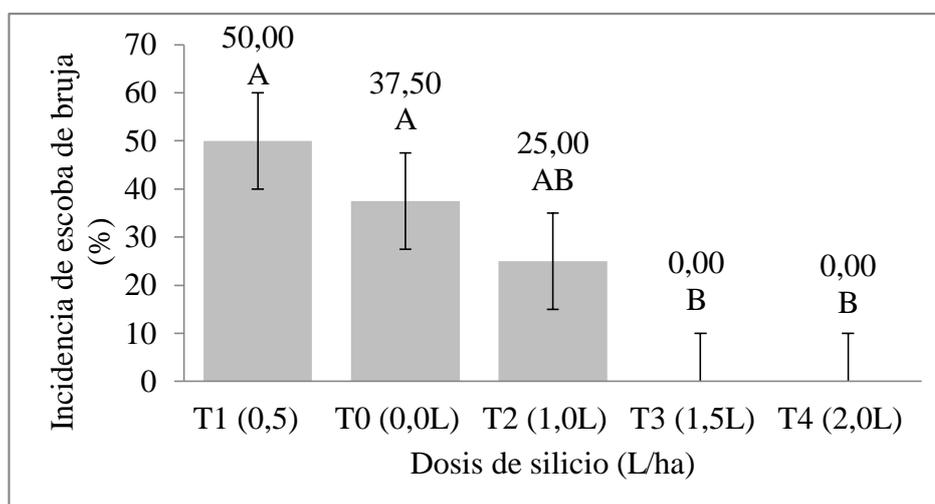
En el presente cuadro se logra apreciar los cuadrados medios correspondiente a la variable incidencia de escoba de bruja, donde se logra observar que solo existen diferencias significativas únicamente en la octava, décimo primera y décimo segunda fecha de muestreo, cabe recalcar que el coeficiente de variación fue muy alto en todos los meses evaluados, debido a que el número de plantas muestreadas fue muy bajo. Morales y Tanguila (2011) menciona que para determinar la incidencia de escoba de bruja y poder tener un alto índice de confiabilidad, se debe evaluar un mínimo de cuatro plantas de cacao, por cada tratamiento.

Cuadro 52. Análisis de varianza de incidencia de escoba de bruja correspondiente a la octava fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	3375	3	1125	2,25	0,13 ns
Tratamiento	8000	4	2000	4,00	0,02**
Error	6000	12	500		
Total	17375	19			
CV	99,38				

En el análisis de varianza correspondiente a la octava fecha de muestreo se observa que si existen diferencias significativas entre tratamientos, donde se obtuvo un p-valor de 0,02, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa. Esta evaluación corresponde a la octava semana de haber hecho la primera aplicación de tratamientos.

Figura 47. Prueba de Duncan para la variable incidencia de escoba de bruja



corresponde a la octava fecha de muestreo.

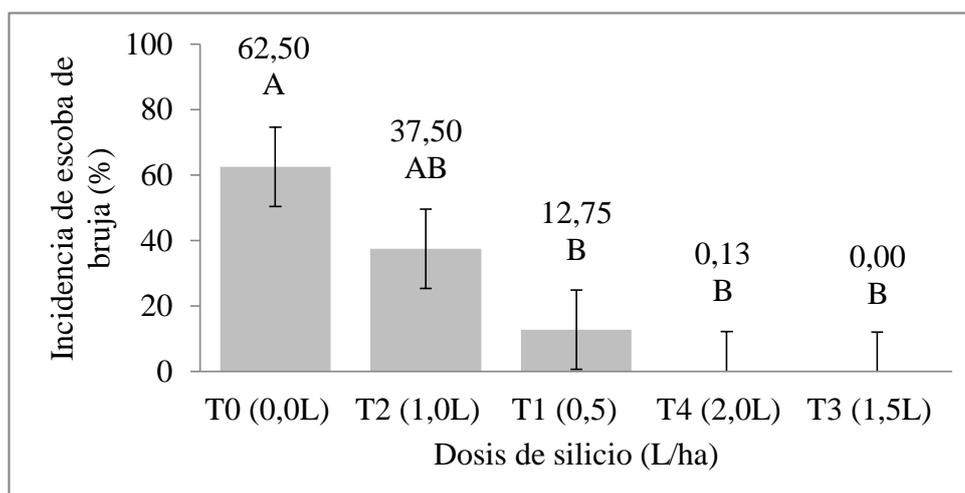
La prueba de Duncan para la variable incidencia de escoba de bruja presenta tres rangos de significación, en el primer rango se ubican el T1(0,5 L/ha) y T0 con una media de 50,00% y 37,50% respectivamente, en el segundo rango de significación está el T2(1,0 L/ha) con una media de 25,00%; en el tercer rango de significación está el T3(1,5L/ha) y T4(2,0 L/ha), estos tratamientos no presentaron incidencia de escoba de bruja, siendo estos los tratamiento que presentaron el mayor efecto de las aplicaciones de silicio vía foliar.

Cuadro 53. Análisis de varianza de incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	1377,64	3	459,21	0,6	0,62 ns
Tratamiento	11707,7	4	2926,93	3,81	0,03 **
Error	9223,3	12	768,61		
Total	22308,64	19			
CV	122,81				

En el ADEVA de incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo primera toma de datos, muestra que el p-valor obtenido fue de 0,03, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 48. Prueba de Duncan para la variable incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.



correspondiente a la décimo primera fecha de muestreo.

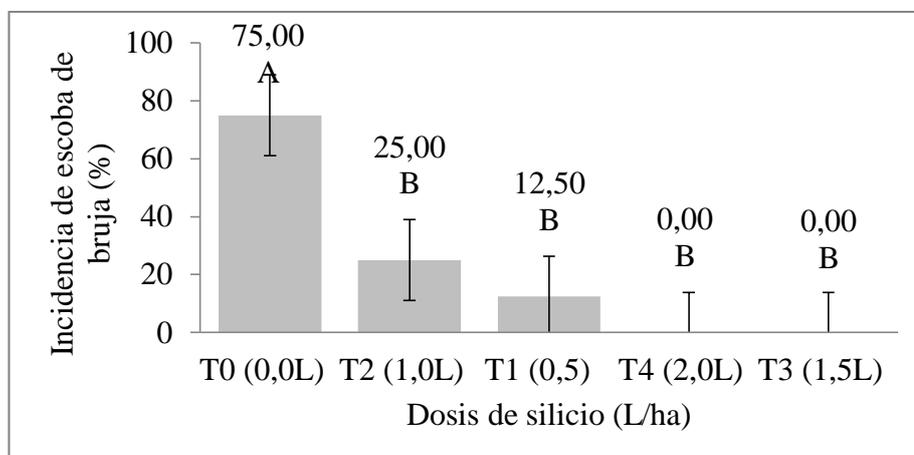
En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor incidencia de escoba de bruja es el T0 con una media de 62,50%, seguido del T2(1,0 L/ha) con una promedio de 37,50%, por otra lado el T4(2,0 L/ha) y T3(1,5 L/ha) fueron los tratamientos que no presentaron incidencia de escoba de bruja.

Cuadro 54. Análisis de varianza de incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	1375	3	458,33	1,00	0,426 ns
Tratamiento	15500	4	3875	8,45	0,002 **
Error	5500	12	458,33		
Total	22375	19			
CV	95,15				

En el ADEVA correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo, se obtuvo un p-valor de 0,002, en conclusión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados.

Figura 49. Prueba de Duncan para la variable incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo segunda fecha de muestreo.



En la presente figura de la prueba de Duncan aplicada para la variable incidencia de escoba de bruja correspondiente a la décimo segunda toma de datos, se

logra apreciar que el T0 fue el tratamiento que presentó la mayor incidencia de esta enfermedad, en el cual se obtuvo una media de 75,00%, por otro lado los tratamientos T4(2,0 L/ha) y T3 (1,5L/ha) fueron los que no presentaron incidencia de escoba de bruja, dichos tratamientos consistían en la aplicación de 2,0 y 1,5 L/ha de silicio.

#### 4.8. Producción de cacao.

Cuadro 55. Análisis de varianza para la variable producción.

Fuentes de variación	G. L.	1.-	2.-	3.-	4.-
Bloque	3	2,78 ns	2,81 ns	0,15 ns	1,81 Ns
Dosis de Silicio	4	18,82 **	14,22 **	11,64 **	18,51 **
Error	12	3,39	1,59	1,94	1,34
Total	19				
CV		27,05	19,38	24,10	15,02

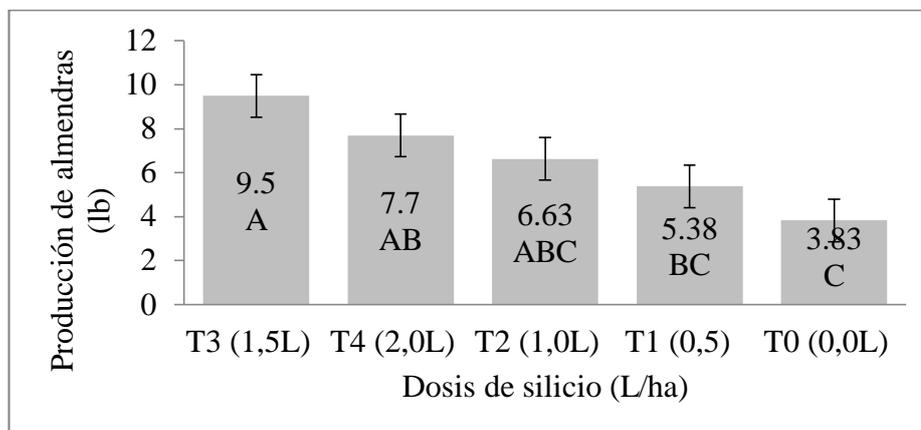
De acuerdo al presente análisis de varianza se logró determinar que si existe diferencias significativas entre tratamientos durante las cuatro evaluaciones realizadas, entonces se puede asegurar que las aplicaciones de silicio si influyen en la producción de granos de cacao, debido a que el silicio contribuyó al aumento de la resistencia de las plantas contra el ataque de patógenos, disminuyendo la incidencia de enfermedades. La primera cosecha se realizó siete semanas después de la primera aplicación de Fitosil, pero cabe recalcar que las plantas también tenían el efecto de las aplicaciones anteriores realizadas por el Ing. Santiago Bustos.

Cuadro 56. Análisis de varianza de producción de cacao correspondiente a la primera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	8,33	3	2,78	0,87	0,483 ns
Tratamiento	75,29	4	18,82	5,9	0,007 **
Error	38,3	12	3,19		
Total	121,91	19			
CV	27,05				

En el análisis de varianza de la variable producción de cacao correspondiente a la primera evaluación de datos, se logra apreciar que no hay diferencias significativas en cuanto a bloques, ya que se obtuvo un p-valor de 0,48, por otro lado para los tratamientos se obtuvo un p-valor de 0,007, por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa.

Figura 50. Prueba de Duncan para la variable producción de cacao correspondiente a la primera fecha de muestreo.



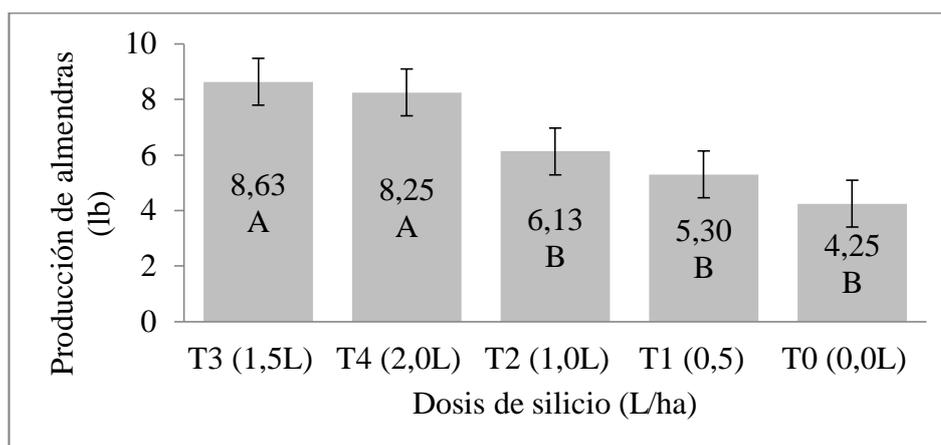
En la presente figura de la prueba de Duncan aplicada para la producción de almendras de cacao correspondiente al primer muestreo, donde dicho resultado de la producción obtenida por cada nueve plantas, que es la cantidad existente por cada una de las repeticiones. Se logra apreciar que el T0 fue el tratamiento donde menos producción se obtuvo, ya que existió una alta tasa de mazorcas enfermas, cuya producción fue de 3,83 libras, por otro lado el tratamiento que tuvo la mayor productividad fue el T3 con una media de 9,50 libras, cuya dosis era de 1,5 litros de fitosil por hectárea, este buen resultado fue gracias a que hubo una alta resistencia al ataque de enfermedades debido a la acción de los fitolitos presentes en los tejidos.

Cuadro 57. Análisis de varianza de producción de cacao correspondiente a la segunda fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	8,42	3	2,81	1,76	0,20 ns
Tratamiento	56,88	4	14,22	8,94	0,001**
Error	19,1	12	1,59		
Total	84,4	19			
CV	19,38				

En el ADEVA de producción de almendra de cacao correspondiente a la segunda toma de datos, muestra que el p-valor obtenido para los tratamientos fue de 0,001, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 51. Prueba de Duncan para la variable producción de almendras de cacao correspondiente a la segunda fecha de muestreo.



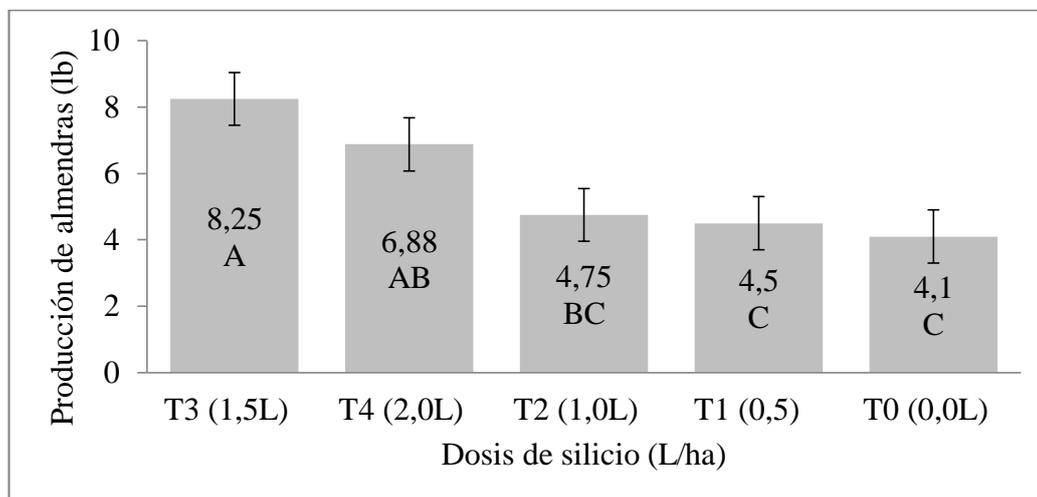
En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presenta la mayor productividad en relación al resto de tratamientos es el T3 con un promedio de 8,63 lb, cuya dosis de aplicación era de 1,5 L/ha de fitosil, seguido del T4 (2,0 L/ha) donde se obtuvo un promedio de 8,25 libras, en cambio el tratamiento que presentó la más baja productividad fue el tratamiento testigo (T0), con un valor de 4,25 libras, debido a que fue el tratamiento que siempre presentó una alta incidencia de enfermedades. Los resultados obtenidos son en base a las nueve plantas existentes en cada repetición.

Cuadro 58. Análisis de varianza de producción de almendras de cacao correspondiente a la tercera fecha de muestreo.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	0,44	3	0,15	0,08	0,972 ns
Tratamiento	46,55	4	11,64	6,01	0,006 **
Error	23,25	12	1,94		
Total	70,24	19			
CV	24,10				

En el ADEVA de producción de almendras de cacao correspondiente a la tercera toma de datos, muestra que el p-valor obtenido para tratamientos fue de 0,006, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 52. Prueba de Duncan para la variable producción de cacao correspondiente a la tercera fecha de muestreo.



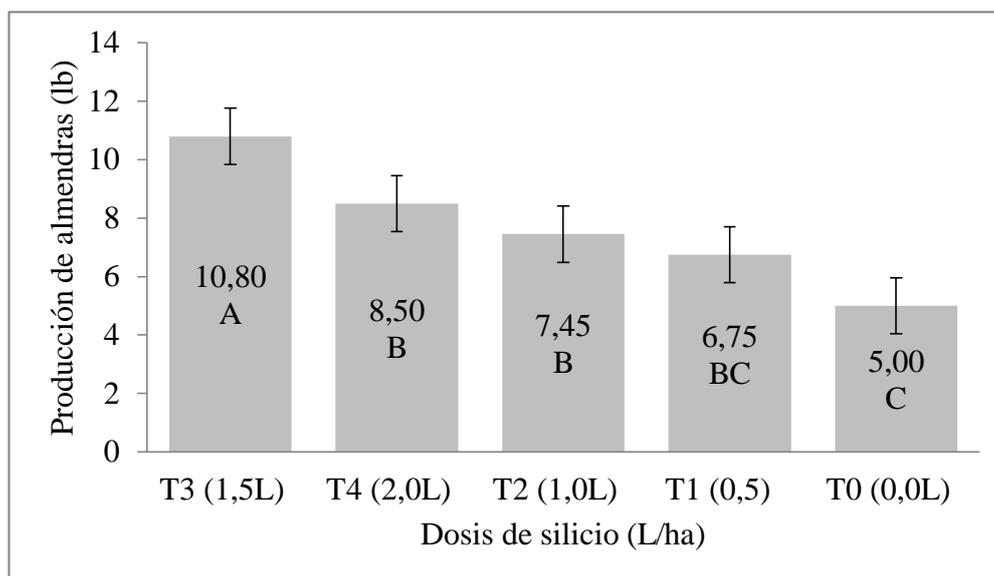
En la prueba de significancia de la presente figura se muestra que el tratamiento que presentó la mayor productividad fue es el T3 (1,5 L/ha) con una media de 8,25 lb, por otro lado el T4, T1 y T2 con dosis de 2,0, 0,5 y 1,0 L/ha de fitosil respectivamente, no respondieron favorablemente ante la aplicación de silicio vía foliar.

Cuadro 59. Análisis de varianza de producción de almendras de cacao correspondiente a la cuarta fecha de muestreo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Frecuencia	p-valor
Bloque	5,42	3	1,81	1,35	0,3046 ns
Tratamiento	74,02	4	18,51	13,84	0,0002 **
Error	16,04	12	1,34		
Total	95,48	19			
CV	15,02				

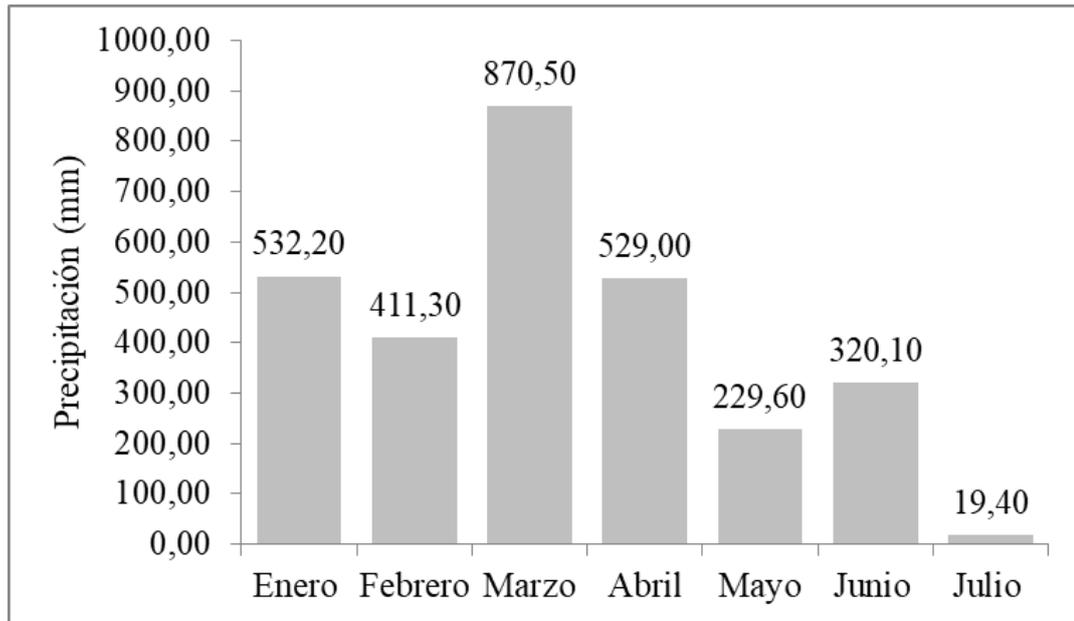
En el ADEVA de producción de almendras de cacao del presente cuadro, muestra que si existe diferencias significativas entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor de 0,0002, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que si se puede obtener diferencias significativas entre tratamientos al aplicar diferentes dosis de silicio foliar.

Figura 53. Prueba de Duncan para la variable producción de almendras de cacao correspondiente a la cuarta fecha de muestreo.



En la prueba de significancia aplicada para la variable producción, muestra que el T3 (1,5 L/ha de Fitosil) presenta una mejor respuesta ante la aplicación de silicio vía foliar, con una media de 10,80 lb, cifra muy superior en comparación al resto de tratamientos donde también se aplicó silicio. El tratamiento testigo fue el que menor producción tuvo, con un valor de 5,00 lb, por lo tanto se determinó que la aplicación de silicio si ejerce un efecto sobre la productividad de las plantas de cacao en la época lluviosa.

Figura 54. Datos de la precipitación desde enero hasta julio del 2017 en Santo Domingo.



Fuente: INAMHI 2017

Elaborado por: Paúl Castillo

Figura 55. Producción de almendras vs precipitación durante los meses de febrero hasta julio del 2017.

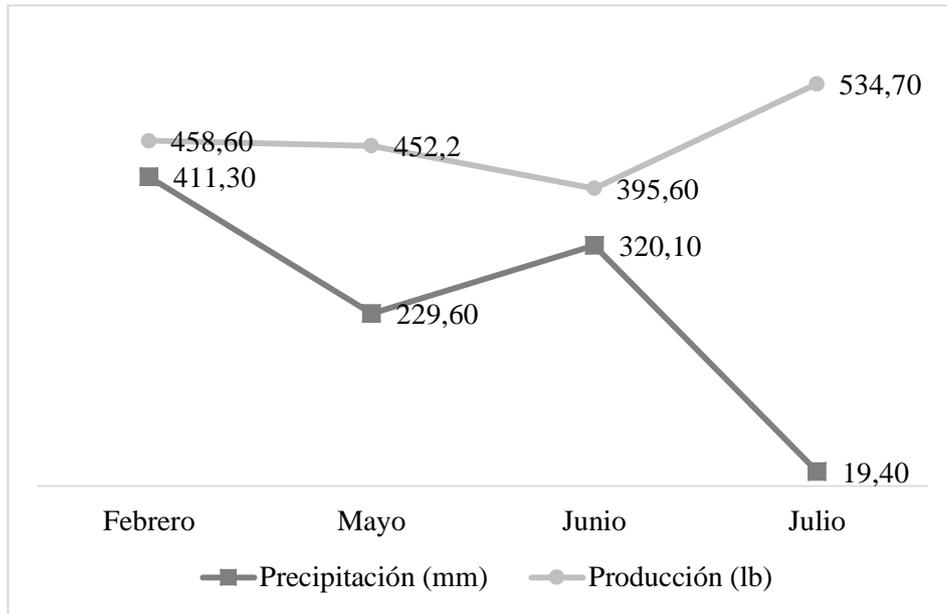
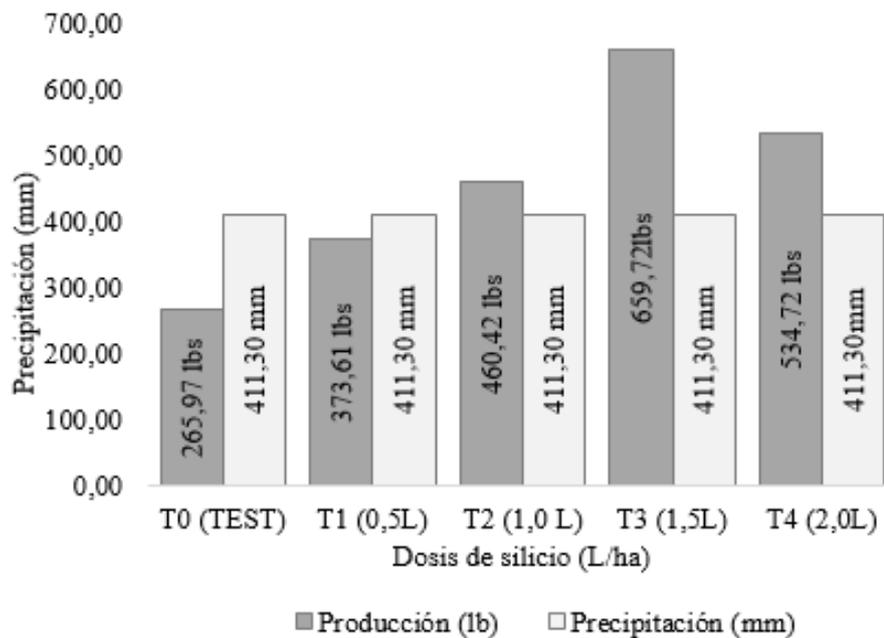


Figura 56. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Febrero 2017.



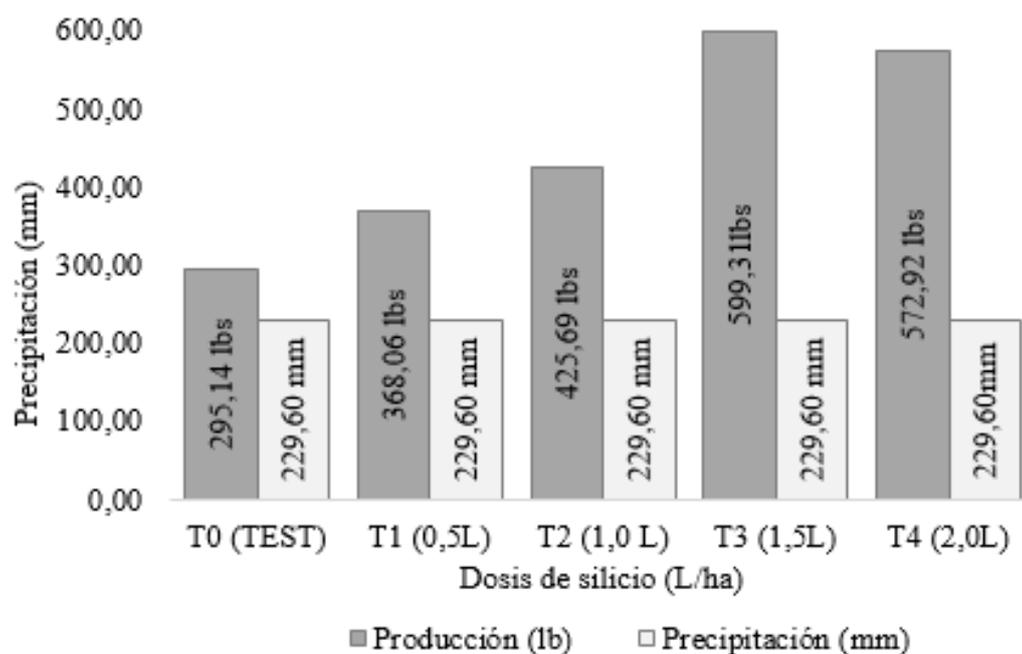
Elaborado por: Paúl Castillo

Fuente: INAMHI, 2017

En la figura 56 se observa que durante el mes de febrero con una precipitación de 411,30 mm, el T0 (0,0 L/ha de silicio) fue el tratamiento que tuvo el promedio de

producción más bajo en comparación con el resto, cuyo valor fue de 265,97 libras por hectárea, en los siguientes meses mientras la precipitación disminuía la producción en el T0 se elevó paulatinamente hasta obtener un promedio 347,22 libras en el mes de julio del 2017, donde la precipitación fue de 19,40 mm tal y como se muestra en la figura 59.

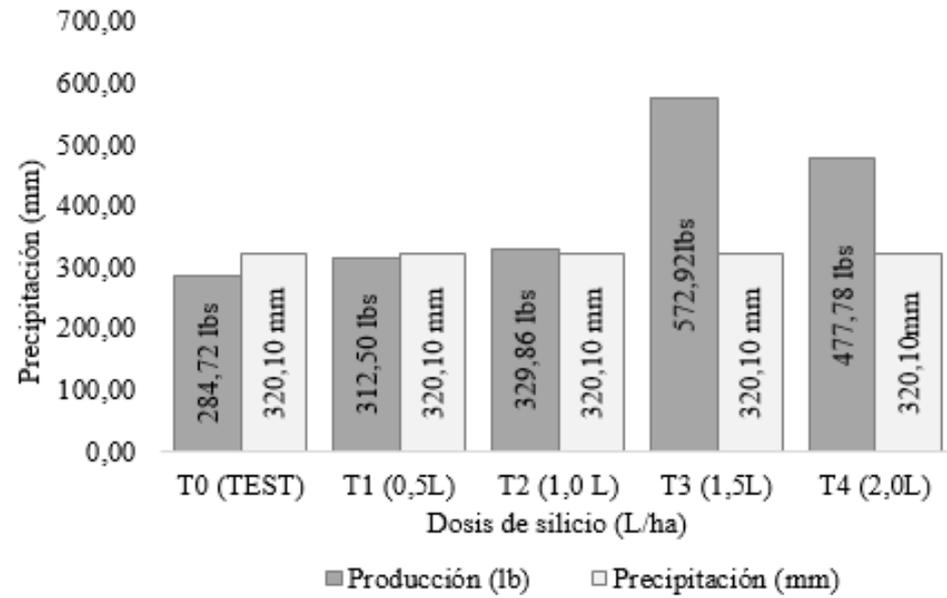
Figura 57. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Mayo 2017.



Elaborado por: Paúl Castillo

Fuente: INAMHI, 2017

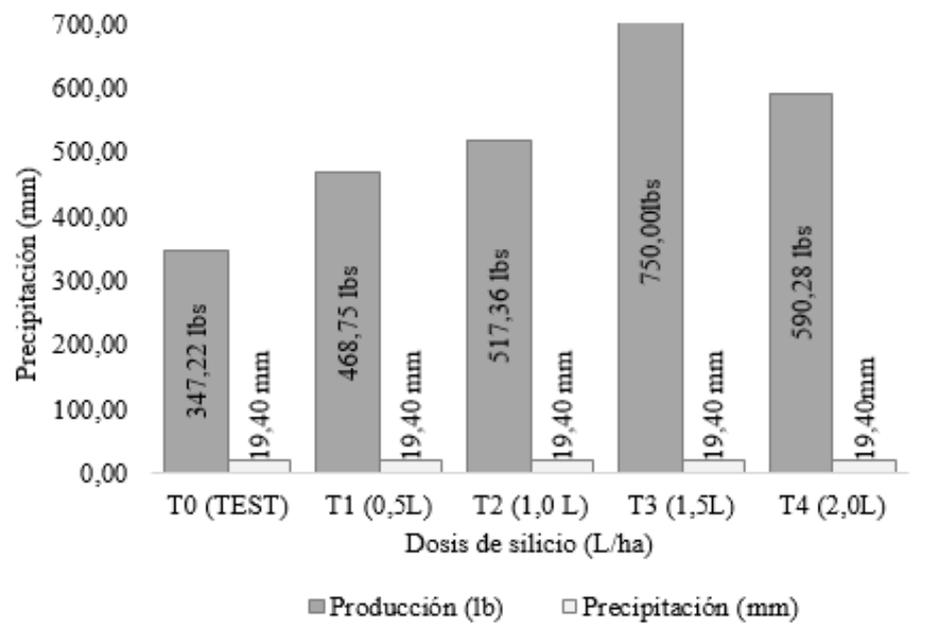
Figura 58. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Junio 2017.



Elaborado por: Paúl Castillo

Fuente: INAMHI, 2017

Figura 59. Producción por hectárea vs precipitación mensual – Julio 2017.



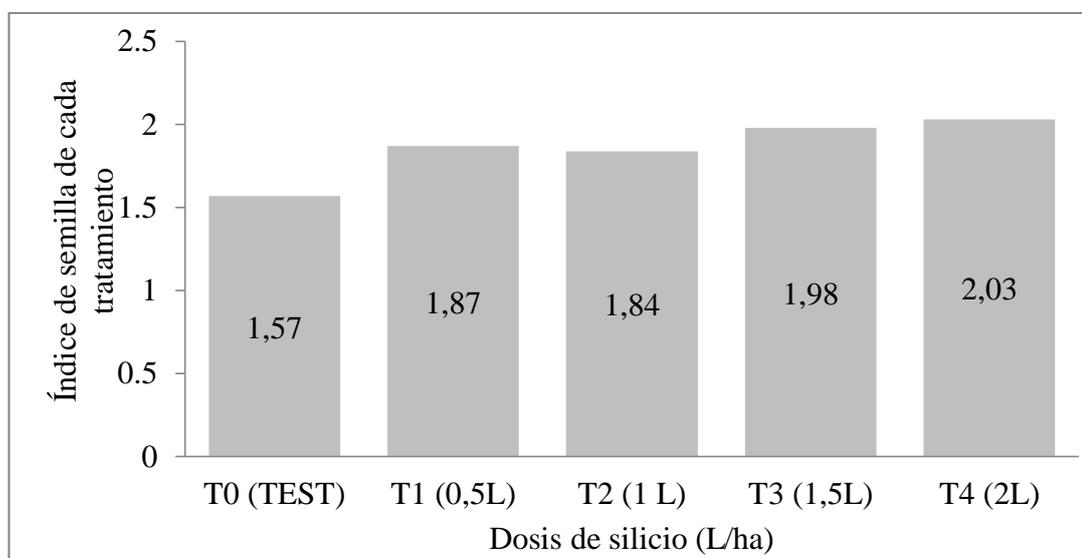
Elaborado por: Paúl Castillo

Fuente: INAMHI, 2017

El T3 (1,5 L/ha de silicio) fue el tratamiento que tuvo los más altos rendimientos productivos durante todos los meses evaluados, ya que durante el mes de febrero donde la precipitación fue de 411,30 mm (la más elevada en comparación al resto de meses en que se cosechó), este tratamiento arrojó un promedio de 659,70 libras, el doble de producción obtenida en el tratamiento testigo. Esta tendencia se mantuvo durante los siguientes meses, llegando a tener un valor de 750,00 libras por hectárea en el mes de julio.

#### 4.9. Índice de semilla

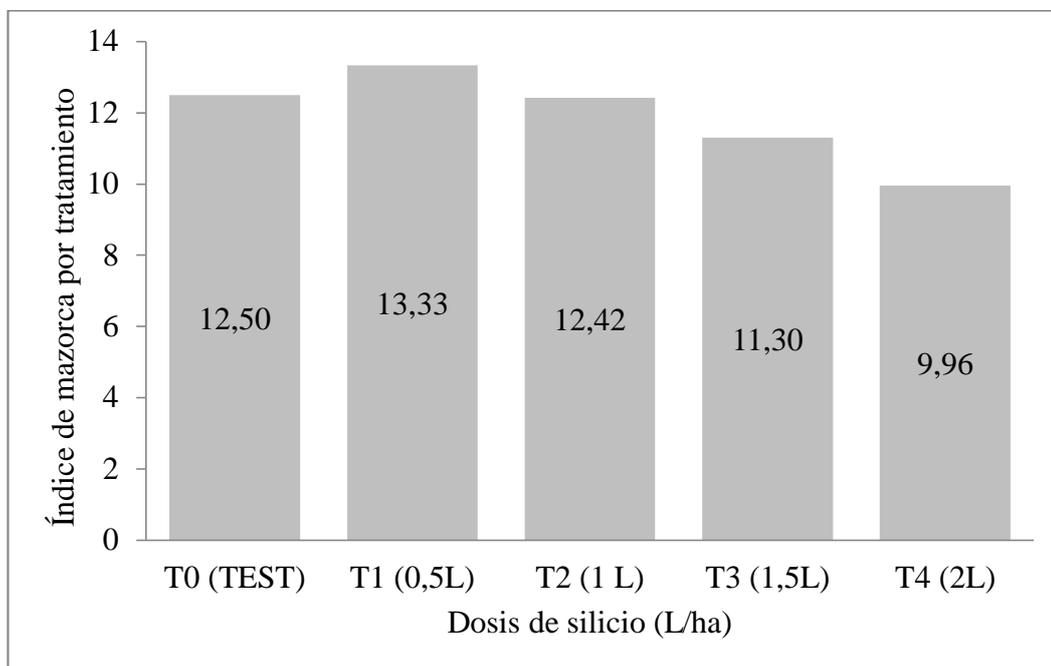
Figura 60. Índice de semilla de cada tratamiento.



La presente figura muestra que la aplicación de silicio influye directamente sobre el peso de las almendras de cacao, por lo tanto se considera que mientras mayor sea la cantidad de silicio aplicado en la planta, el peso de las semillas también aumentará paulatinamente, por tal motivo el T4 (2,0 L/ha de Fitosil) fue el tratamiento con mayor índice de semilla en comparación al resto de tratamientos con un valor de 2,03. Lutheran (2009) menciona que el índice de semilla en cacao es influenciado directamente por factores genéticos, ambientales, edad del cultivo, condiciones de suelo y sobre todo la fertilización.

#### 4.10. Índice de mazorca

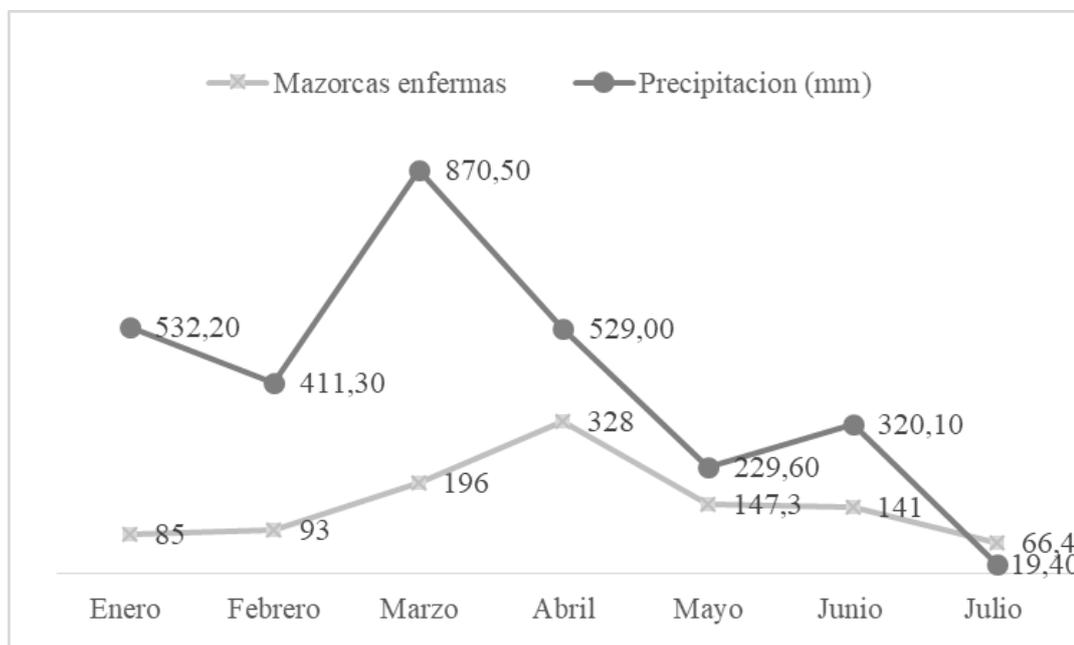
Figura 61. Índice de mazorca de cada uno de los tratamientos.



En la presente figura correspondiente a la variable índice de mazorca, se determinó en los diferentes tratamientos que para obtener un kilogramo de almendras de cacao seco se necesita alrededor de 9 a 13 mazorcas, donde el T1 fue el que presentó un mayor índice de mazorca con un valor de 13,13, mientras que el T4 fue el tratamiento que presentó el menor valor en el ensayo, con un promedio de 9,96 mazorcas necesarias para hacer un kilogramo de cacao seco. Quintana (2015) menciona en una de sus investigaciones, que el índice de mazorca del cacao es de 14 a 17, pero los valores obtenidos son inferiores al rango normal, por tal motivo Solís (2014) indica que el índice de mazorca está influenciado principalmente por las condiciones del ambiente, factores genéticos, y además por la edad de la plantación.

#### 4.11. Mazorcas afectadas por enfermedades vasculares vs precipitación

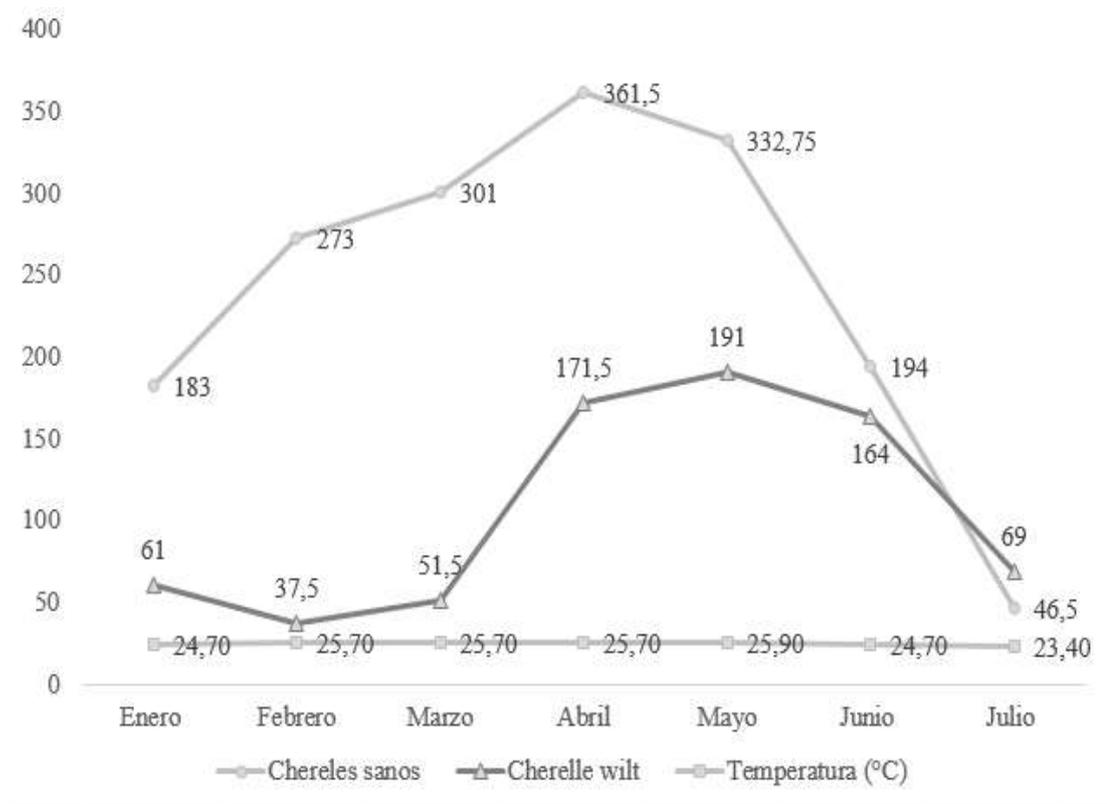
Figura 62. Mazorcas enfermas vs precipitación correspondiente al periodo Enero-Julio 2017.



Los altos niveles de precipitación son causantes del aumento de la humedad relativa en el ambiente, por lo tanto provoca una mayor diseminación de enfermedades por hongos dentro del cultivo, ya que existe un incremento en la esporulación de los mismos. En la figura 62 se puede apreciar que a partir del mes de febrero hasta marzo hay un aumento de mazorcas enfermas, conforme se eleva el nivel de precipitación, donde se obtuvo un valor de 870 mm en el mes de marzo. Por otro lado en los meses siguientes, desde el mes de abril existe un descenso en la afectación, lo que provoca la disminución del número de mazorcas enfermas a 66,4 para el mes de julio.

#### 4.12. Temperatura vs cherelle wilt.

Figura 63. Temperatura vs cherelle wilt en los meses de enero hasta julio del 2017.



En la figura 63 se observa claramente que en los primeros meses hubo una alta producción de chereles, pero a partir del mes de mayo hasta julio disminuyó esta producción. Además cabe recalcar que desde el mes de enero hasta marzo la tasa de afectación por cherelle wilt fue muy baja, debido a que la temperatura ambiental alcanzó los 25,7 °C, en los meses de abril y mayo existió un aumento en el número de chereles afectados, ya que la producción de chereles sanos también fue alta. A partir del mes de julio se presentó una gran cantidad de cherelle wilt en comparación a los sanos, debido a un descenso en la temperatura (23,40 °C). Desde el mes de

enero hasta mayo se puede observar que la temperatura es constante y la muerte de chereles parece no tener relación con la temperatura del ambiente.

#### 4.13. Relación costo-beneficio.

Para la realización de la relación costo-beneficio se tomó en cuenta el valor de \$23 por quintal, que es el precio promedio de cacao en baba en el cantón de Santo Domingo de los Colorados, en los meses desde enero hasta julio del 2017. Los costos estimados para la ejecución de los diferentes tratamientos corresponden a los recursos empleados en 180 plantas.

Cuadro 60. Análisis costo beneficio vs cada tratamiento.

Dosis de Fitosil	Tratamientos				
	T0 (0,0 L/ha)	T1 (0,5 L/ha)	T2 (1,0 L/ha)	T3 (1,5 L/ha)	T4 (2,0 L/ha)
Recursos humanos	85	85	85	85	85
Recursos físicos	21,6	27,8	32,1	36,4	46,5
Imprevistos	18	18	18	18	18
<b>Total</b>	<b>124,6</b>	<b>130,8</b>	<b>135,1</b>	<b>139,4</b>	<b>149,5</b>
Cosecha en fresco (lb)	343,60	438,60	499,20	743,60	626,60
Ingreso total (Precio*cantidades) (\$)	158,06	201,76	229,63	342,06	288,24
<b>Costo/beneficio (\$)</b>	<b>33,46</b>	<b>70,96</b>	<b>94,53</b>	<b>202,66</b>	<b>138,74</b>

Dicho análisis nos muestra que en el T3 (1,5 L/ha de Fitosil) tuvo la mayor rentabilidad económica en comparación con el resto de tratamientos evaluados, donde el valor obtenido fue de \$202,66; este resultado se produjo a causa de la mayor eficiencia productiva obtenida en este tratamiento. En cuanto al T0 se produjo una pérdida económica de ya que el costo/beneficio obtenido fue de \$33,46, dicho resultado se debe a la masiva pérdida de mazorcas por la alta incidencia de monilia y mazorca negra.

## **IV. DISCUSIÓN**

### **5.1. Análisis foliar.**

Es importante resaltar que previo al inicio de la investigación, se realizó una fertilización edáfica a todas las plantas que conforman el ensayo, teniendo en consideración el análisis de suelo realizado anteriormente por el Ing. Santiago Bustos.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el análisis foliar y de suelo se pudo ver que tanto los macronutrientes como los micronutrientes, se encontraban dentro de los rangos normales para las plantas de cacao. Pero cabe recalcar, que dos de los nutrientes esenciales como lo son el fósforo y potasio, se encontraban en menor concentración en el tejido foliar en comparación al análisis inicial. Leiva (2012) menciona que la concentración de un nutriente en la planta está determinada por la demanda de la misma y el estado de la planta, ya que si esta se encuentra en plena producción, existirá una mayor demanda de fósforo y potasio. En cuanto a la concentración de silicio en hojas, se logró evidenciar un aumento del mismo en comparación al análisis foliar inicial, ya que se inició con 136 ppm de silicio en el tejido foliar, pero en el análisis realizado al culminar el ensayo se obtuvo una concentración de 220 ppm en el T4 y 288 ppm en el T3. El cacao es un cultivo que no es considerado un acumulador de silicio en su tejido foliar, ya que no se puede hallar concentraciones de silicio por encima de los 5000 ppm, de acuerdo a lo mencionado por Álvarez y Osorio en sus investigaciones.

### **5.2. Mazorcas sanas.**

El silicio aplicado vía foliar en distintas dosis tiene un considerable efecto benéfico para elevar la resistencia de las plantas de cacao ante la afectación de enfermedades y plagas. Los resultados obtenidos demuestran que con la aplicación de 1,5 litros de Fitosil, se pueden obtener respuestas positivas en los porcentajes de mazorcas sanas durante la etapa invernal, en comparación al resto de tratamientos, en todas las evaluaciones realizadas este fue el tratamiento con menor presencia de enfermedades durante el trabajo realizado. Este mayor

porcentaje de mazorcas sanas se debe a lo expuesto por Quero, (2009) que menciona la bondad del silicio para reducir los ataques de enfermedades, debido a la concentración interna de silicio en forma de fitolitos garantiza resistencia ante el ataque de patógenos, ya que estos tienden a acumularse en la pared celular de la planta formando una barrera natural.

### **5.3. Porcentaje de chereles sanos.**

En el presente ensayo se evidenció un alta producción de chereles, por tal motivo no se obtuvieron diferencias significativas durante los primeros meses, pero dicha producción fue mayor en los tratamientos que se aplicó silicio vía foliar. Bloodnick (2017) menciona que el silicio puede inducir a un incremento en la tasa de floración y por ende una mayor producción de frutos, en plantas que no son acumuladoras de dicho elemento, tales como el cacao. Gudiño (2017) en su investigación señala que el marchitamiento prematuro de chereles es causado por un déficit nutricional en la planta y por condiciones de estrés hídrico.

### **5.4. Incidencia de mazorcas con moniliasis.**

Se logró evidenciar que el silicio funciona como inductor de resistencia en las plantas de cacao y disminuye la susceptibilidad del mismo, T3 (1,5 L/ha de Fitosil) presentó la menor incidencia de moniliasis, demostrando su eficacia incluso en los meses de mayor precipitación (Marzo con 870,50 mm). Catie, (2010) menciona que para disminuir la incidencia de esta enfermedad se deben realizar prácticas agronómicas oportunas como control de malezas podas de formación y sanitarias eliminando mazorcas con presencia de la enfermedad, esto nos va a permitir que se genere una aireación e ingresen rayos solares, ya que al realizar todo esto se crea un ambiente desfavorable para el desarrollo del hongo, permitiendo de esta manera una menor pérdida de mazorcas de cacao y por ende un aumento en la producción. Castellanos (2015) indica que el silicio es capaz de conferir mayor resistencia de la pared, creando una barrera mecánica para proteger a la planta de ataques de plagas y enfermedades.

### **5.5. Incidencia de mazorca negra.**

El tratamiento con menor incidencia de mazorca negra fue T3, que consistía en la aplicación de 1,5 litros de fitosil. Cabe recalcar que el T4 (2,0 L/ha de silicio) fue el tratamiento con índices muy bajos de esta enfermedad durante los primeros meses, pero al aumentar la precipitación, la incidencia de mazorca negra aumentó drásticamente. Ballen (2017) señala que las aplicaciones de silicio en dosis muy elevadas no es el mejor camino a seguir, ya que puede volver a la planta más susceptible al ataque de plagas y enfermedades, esto debido a que el silicio puede brindar los mejores resultados al ser aplicado en dosis adecuadas. Robles (2008) menciona que al realizar únicamente prácticas culturales con el objetivo de combatir totalmente esta enfermedad no es la mejor opción, pero son importantes para disminuir la incidencia, por tal motivo se debe acompañar con opciones alternativas, como los inductores de resistencia.

### **5.6. Incidencia de cherelle wilt**

Como se pudo apreciar en los resultados, solo existieron diferencias significativas en los últimos meses evaluados, debido a que la planta se encontraba en una masiva producción de chereles, lo cual influía directamente al momento de obtener los resultados, pero a partir de mayo T3 (1,5 L/ha de silicio) presentó la menor incidencia de cherelle wilt. Arroyave (2007) indica que esta marchitez prematura es provocada por un desorden fisiológico de la planta, cambios bruscos de temperatura ambiental y por una mala fertilización en el cultivo. Según Gudiño (2017), el cherelle wilt es causado por una competencia de nutrientes, más aun en plantas que tienen una alta producción de chereles, pero además señala que los bioestimulante e inductores de resistencia tienen una influencia directa en la disminución de cherelle wilt.

## **V. CONCLUSIONES**

- El silicio es eficiente contra Oomycetos, entre ellos Phytophthora y tiene un efecto importante como inductor de resistencia en las plantas, creando barreras mecánicas (fitolitos), disminuyendo las enfermedades en la planta, se

cumplió la hipótesis alternativa, el silicio si ejerce un efecto sobre el manejo fitosanitario del cultivo.

- El T3 (1,5 L/ha de Fitosil) fue la dosis de mejores resultados en cuanto a sanidad y producción en comparación al resto de tratamientos evaluados.
- La incidencia de cherville wilt fue mucho menor en T3 (1,5 L/ha de Fitosil) al tener bajas tasas de afección, es mayor la cantidad de chereles que se convertirán en mazorcas durante el ciclo productivo.
- Dosis superiores a 1,5 litros por hectárea de fitosil reducen específicamente la incidencia de escoba de bruja en la planta.
- El uso de silicio incrementó la tasa de floración del cultivo a pesar de no ser una planta acumuladora de silicio, produciéndose un mayor número de mazorcas por planta.
- A mayor dosis de silicio, el índice de mazorca (IM) es menor y el índice de semilla (IS) es mayor en comparación al resto de tratamientos, T4 (2,0 L/ha de silicio) obtuvo los mejores resultados en estas variables, el silicio influye en el peso del grano, obteniéndose un valor de 2,03 en la variable (IS) y 9,96 en (IM).
- El tratamiento con 1,5 L/ha de Fitosil tuvo la mayor producción de almendras por hectárea, con un valor de 29,83 qq/ha, muy superior al testigo (13,78 qq/ha).
- En cuanto a la relación costo-beneficio, T3 tuvo el mejor resultado, obteniendo una rentabilidad de \$202,66, contrario de T0 (0,0 L/ha de Fitosil) que fue de \$33,46. Dichos resultados corresponden a los recursos monetarios empleados en 180 plantas.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para incrementar el número de chereles se recomienda realizar una aplicación de 1,5 L/ha de Fitosil al inicio de la floración cada 30 días desde la formación de los primeros chereles.
- Para incrementar la producción de almendras por hectárea es recomendable realizar tres aplicaciones de Fitosil, complementando con labores culturales oportunas y un buen programa de fertilización en el cultivo.
- Se obtiene mayor eficiencia al asociar Fitosil con un fungicida sistémico (Triazol) para disminuir la incidencia de enfermedades en el cultivo de cacao.
- Es recomendable retirar las mazorcas enfermas de la plantación antes de la esporulación, colocándolas en fundas plásticas para evitar la propagación en el cultivo.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2010). Obtenido de [www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/Finocuidad/Manuales-aplicabilidad/manual-aplicabilidad-cacao-nuevo.pdf](http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/Finocuidad/Manuales-aplicabilidad/manual-aplicabilidad-cacao-nuevo.pdf)
- Alvarez, C., & Osorio, W. (2014). *SILICIO AGRONÓMICAMENTE ESENCIAL*. Medellín: L. Vieco S.A.S.
- Amores, F., Palacios, A., Jiménez, J., & Zhang, D. (2009). *Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nor Oriente de la Provincia de Esmeraldas*. Boletín Técnico N° 135, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quevedo-Los Ríos.

- Anecacao. (2015). Recuperado el 19 de Noviembre de 2016, de <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>
- Aranzazu, F. (2015). Recuperado el 12 de 12 de 2016, de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3742>
- Arroyave, F. (2007). *Efectos de fungicidas y frecuencias de aplicación sobre enfermedades de mazorcas de cacao en época lluviosa*. Portoviejo: UTM.
- Ballén, M. (14 de Diciembre del 2017). Efecto del silicio en plantas de cacao. (P. Castillo, Entrevistador)
- Bloodnick, E. (12 de 09 de 2017). *Promix*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-silicio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Castellanos, E. (2015). *Scientia Agropecuaria* . Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4027772.pdf>.
- Catie. (2010). Recuperado el 2017, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3979e/A3979e.pdf>
- Cruz, E. (2008). Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3078>
- Dominguez, R. (2015). *Universidad Tecnica Estatal de Quevedo*. Obtenido de Manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), considerando parámetros epidemiológicos que permitan reducir el uso de fungicidas: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1287>
- EcuRed. 2016. Cacao. Consultado el 12 de Diciembre de 2016. Disponible en web; link: <http://www.ecured.cu/Cacao>
- El Universo. (2005). Obtenido de <https://www.eluniverso.com/2005/07/19/0001/9/2D498EAC6A2C48F5B794AFA40F1F83E0.html>
- Estrella, E. y J., Cedeño. 2012. Medidas de control de bajo impacto ambiental para mitigar la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif y Par. Evans et al.) en cacao híbrido nacional x trinitario en Santo Domingo de los Tsáchilas. Escuela Politécnica del Ejército – ESPE. Santo Domingo, Ecuador.

- Fermagri, 2015. Ficha técnica Fitosil. Productos solubles. Fermagri Innovación en Fertilizantes. Disponible en web; link: <http://www.fermagri.com/img/productos/20151006141507449.pdf>
- Gudiño, F. (2017). *Efecto de la aplicación de Protormonas sobre la incidencia de cherelle wilt en cacao*. Babahoyo: UTB.
- Guerrero, G. (2013). Recuperado el 19 de Noviembre de 2016, de <http://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html>
- ICCO (International Cocoa Organization). 2013. Growing Cocoa. Consultado el 04 de Febrero de 2016. Disponible en web; link: <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>
- IDIAF. (2014). *Conozca y prevenga las enfermedades devastadoras de cacao*. San Francisco de Macoris: Ventura.
- INAMHI 2017, Boletín agroclimático.
- Leiva, E. (2012). *ASPECTOS PARA LA NUTRICIÓN DEL CACAO Theobroma cacao L.* . Cali: UNAL.
- Lutheran. (21 de 05 de 2009). *cacaomovil*. Obtenido de <http://cacaomovil.com/guia/2/contenido/seleccion-variedad-y-material/>
- Morales, M., & Tanguila, F. (2011). *INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA PARA EL MANEJO Y CONTROL MANUAL DE MONILIA (Monilia roreri), Y ESCOBA DE BRUJA (Crinipellis perniciososa), EN CACAO FINO DE AROMA (Theobroma cacao), EN PRODUCCION EN DOS COMUNIDADES DEL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DEL NAPO*. Ambato: UTC.
- Pico. R. J., D. Calderón, F. Fernández y A Díaz. 2012. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. Guía del Manejo Integrado de Enfermedades de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Amazonía. Joya de los Sachas - Orellana, Ecuador. p. 5-6. Disponible en web; link:

<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/guia-del-manejo-integrado-de-enfermedades-del-cultivo-de-cacao-theobroma-cacao-l-en-la-amazonia.pdf>

ProEcuador. (2016). *Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones*.

Recuperado el 22 de Noviembre de 2016, de

<http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/cacao-y-elaborados/>

Quero, E. 2008. La biosilicificación proceso biológico fundamental en la productividad vegetal. Disponible en web; link:

[http://api.ning.com/files/2ZKVFghWByMzbsJPkRBWf-tqFOGvEi\\*oUgtoXIVRLrsiP\\*IxI6nIvSKIfLHqDIILgp\\*4-fBDrfBhMoItnc0-3nCtKrC7gj8u/2008quero03.pdf](http://api.ning.com/files/2ZKVFghWByMzbsJPkRBWf-tqFOGvEi*oUgtoXIVRLrsiP*IxI6nIvSKIfLHqDIILgp*4-fBDrfBhMoItnc0-3nCtKrC7gj8u/2008quero03.pdf)

Quintana, L. (2015). *Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95*. Bucaramanga: UNAD.

Robles, B. (2008). *Repositorio Espe*. Obtenido de VALIDACIÓN DE BIOPESTICIDAS EN BASE A BACTERIAS EPÍFITAS PARA EL CONTROL DE LA MONILIASIS (Moniliophthora roreri Cif y Par.Evans et al.) EN EL CULTIVO DE CACAO HÍBRIDO CCN 51 EN SANTO DOMINGO, PROVINCIA SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2500/1/T-ESPE-IASA%20II-002061.pdf>

Ruiz, J. (2014). Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de <http://elproductor.com/2014/04/24/importancia-del-silicio-en-la-fertilizacion-de-cultivos-agricolas-y-en-particular-en-la-produccion-bananera/>

Senasa. (2015). *Senasa.gob.ec*. Obtenido de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/escoba-de-bruja/>

Sephu (Sociedad española de productos húmicos S.A.). 2009. El Silicio (Si) como elemento fertilizante y protector de enfermedades y plagas. Boletín N° 028 del 14 de Mayo de 2009. Zaragoza, España. p. 2-3.

Sierra. (1999). Obtenido de <http://es.slideshare.net/guayocordon/el-sistema-de-holdridge>

Solís, J. (2014). *Evaluación agronómica de híbridos de cacao (Theobroma cacao L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis*. Chiapas: Scielo.

Valenzuela, J. (2012). *El cultivo de cacao*. Medellín: CNCH.

Zambrano, M. (2015). Recuperado el 2017, de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/74/1/T-UTEQ-0011.pdf>