

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias  
Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria



Ibarra - 2011

# “ EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SILICIO EN EL SEGUNDO AÑO DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL”



**Director:** Ing. Germán Terán T.

**Autores:** Javier Colimba L. y Alvaro Morales A.



**CAPÍTULO I.**  
**INTRODUCCIÓN**

# PROBLEMÁTICA.

- Disminución de los rendimientos.
- Utilización desmedida de agroquímicos.
- Dificultad para el ingreso a mercados internacionales.

# JUSTIFICACIÓN.

- Necesidad de generar nuevas tecnologías.
- Utilización de productos amigables con el ambiente.
- Avanzar hacia una agricultura ecológica.

# OBJETIVOS.

## GENERAL:

- Determinar los efectos que produce el silicio como complemento en la fertilización edáfica y foliar en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol, tanto en el rendimiento como en la sanidad de las plantas.

# OBJETIVOS.

## ESPECÍFICOS:

- Cuantificar los días transcurridos desde la floración hasta la cosecha.
- Contabilizar el número de frutos cuajados por inflorescencia.
- Evaluar el porcentaje de severidad de antracnosis en los frutos, de manera que se pueda verificar la resistencia mecánica que genera el silicio en las plantas.
- Determinar rendimiento
- Realizar un análisis económico, para poder saber cual de los tratamientos es el más rentable.
- Comparar el contenido de manganeso entre los frutos de los tres mejores tratamientos con frutos de la zona.

# HIPOTESIS.

- La incorporación del silicio como complemento de la fertilización en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), no incide en el rendimiento ni en la sanidad de las plantas.

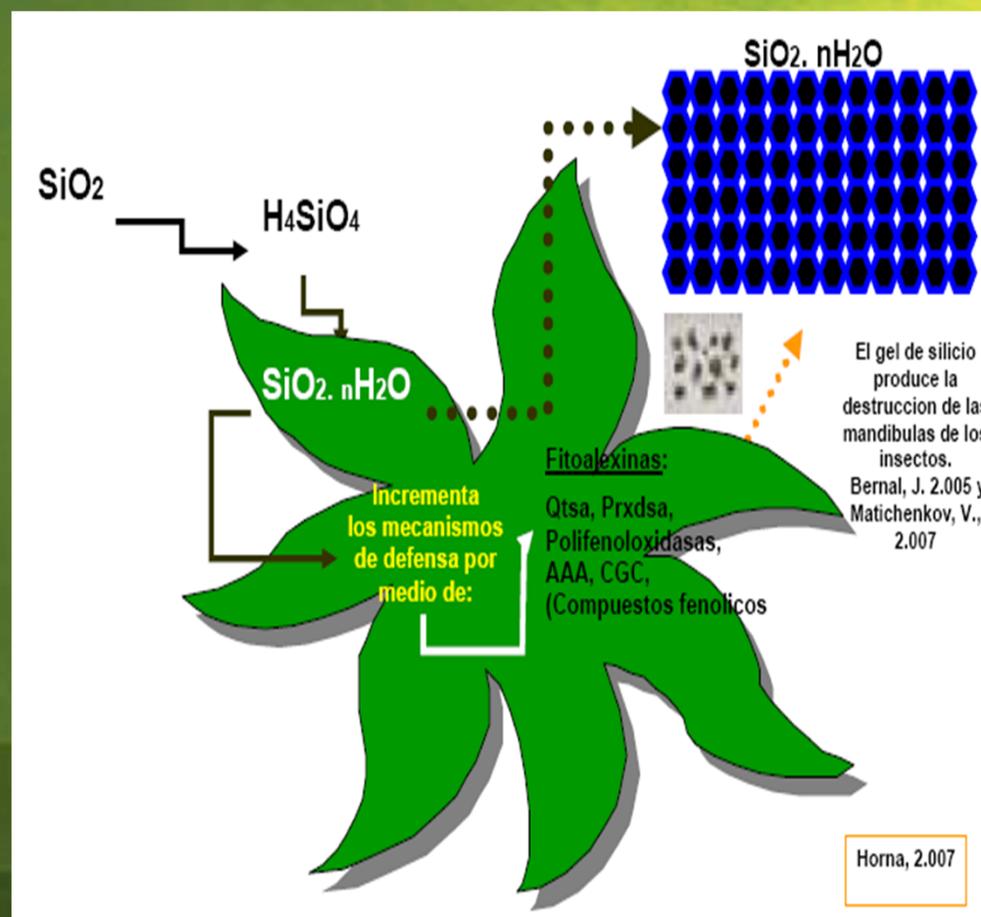


**CAPÍTULO II.**  
**REVISIÓN DE**  
**LITERATURA**

# CONTENIDO

- **CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL.**

- **EL SILICIO.**
  - En la planta
  - En el suelo





**CAPÍTULO III.**

**MATERIALES Y**

**MÉTODOS**

# CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

- **UBICACIÓN.**

Altitud: 2420msnm

Lat: 0° 20`45,26" Norte

Long: 78° 11`57,16" Oeste

- **CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS.**

Temperatura: 17,1°C

Humedad relativa: 61,3%

Precip: 750 – 1000 mm/año

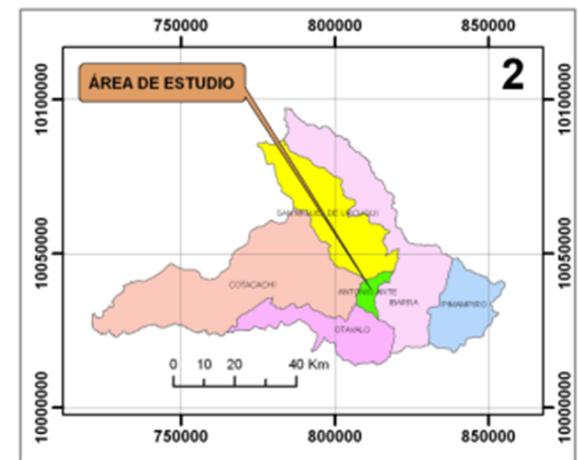
- **CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS.**

Mollisol: Prf. > 1m; buen drenaje; pH neutro; sin grado de erosión; sin toxicidad y muy fértil.

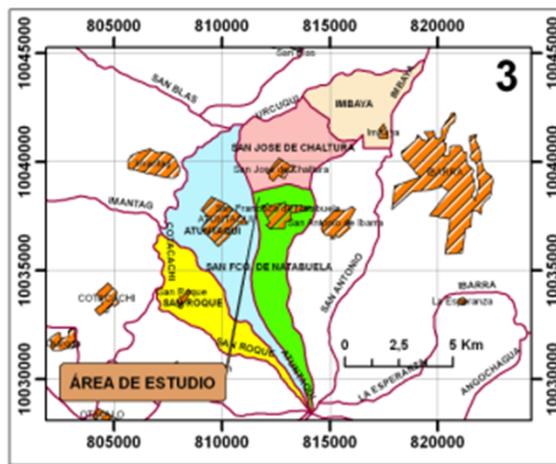
UBICACIÓN EN EL ECUADOR



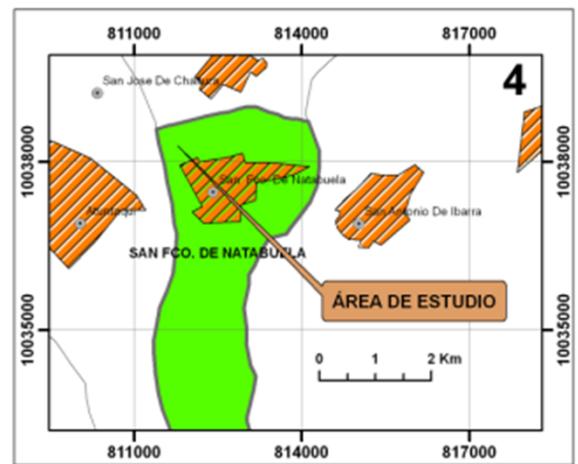
UBICACIÓN EN LA PROVINCIA DE IMBABURA



UBICACIÓN EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE



UBICACIÓN EN LA PARROQUIA DE NATABUELA



# MATERIALES Y EQUIPOS.

## • MATERIALES.

Herramientas (pala, azadón, tijeras de podar, barreno, baldes, carretilla, martillo)

Letreros

Cinta de tela, color rojo y amarillo

Estacas

Piola

## • EQUIPOS.

De medición:

(GPS., higrotermómetro, flexómetro, balanza)

Cámara fotográfica digital

Computador de escritorio

Bomba de mochila manual

Bomba de motor estacionaria

Equipo de seguridad para fumigación

## INSUMOS.

• Fertilizantes edáficos:

Magnesil. (34% SiO<sub>2</sub> + 32% MgO)

Fosfato mono amónico (11%N-52%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Muriato de Potasio (60%K<sub>2</sub>O)

Nitrato de Magnesio (11%N-15%MgO)

Sulfato de Magnesio (2%K<sub>2</sub>O-21%S-26%MgO)

Sulfato de Amonio (21%N-24%S)

• Fertilizantes foliares:

Zumasil. (22% SiO<sub>4</sub>H<sub>4</sub>)

Siklón (35% Ácido monosilícico)

• Abono orgánico:

gallinaza50% + bovinaza 50%

• Pesticidas

• Insecticidas

• Fungicidas

• Fijadores y reguladores de pH

# MÉTODOS.

## • FACTORES EN ESTUDIO.

### Frecuencias de control químico (C)

C1: cada 21 días

C2: cada 45 días

### Fertilización edáfica (F)

F1: con Silicio (95 N-115 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-115 K<sub>2</sub>O-188MgO-80S-200SiO<sub>2</sub>)

F2: sin Silicio (95 N-115 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-115 K<sub>2</sub>O-188MgO-80S)

### Aplicaciones foliares (A)

A1: con Silicio (Zumsil - Siklón)

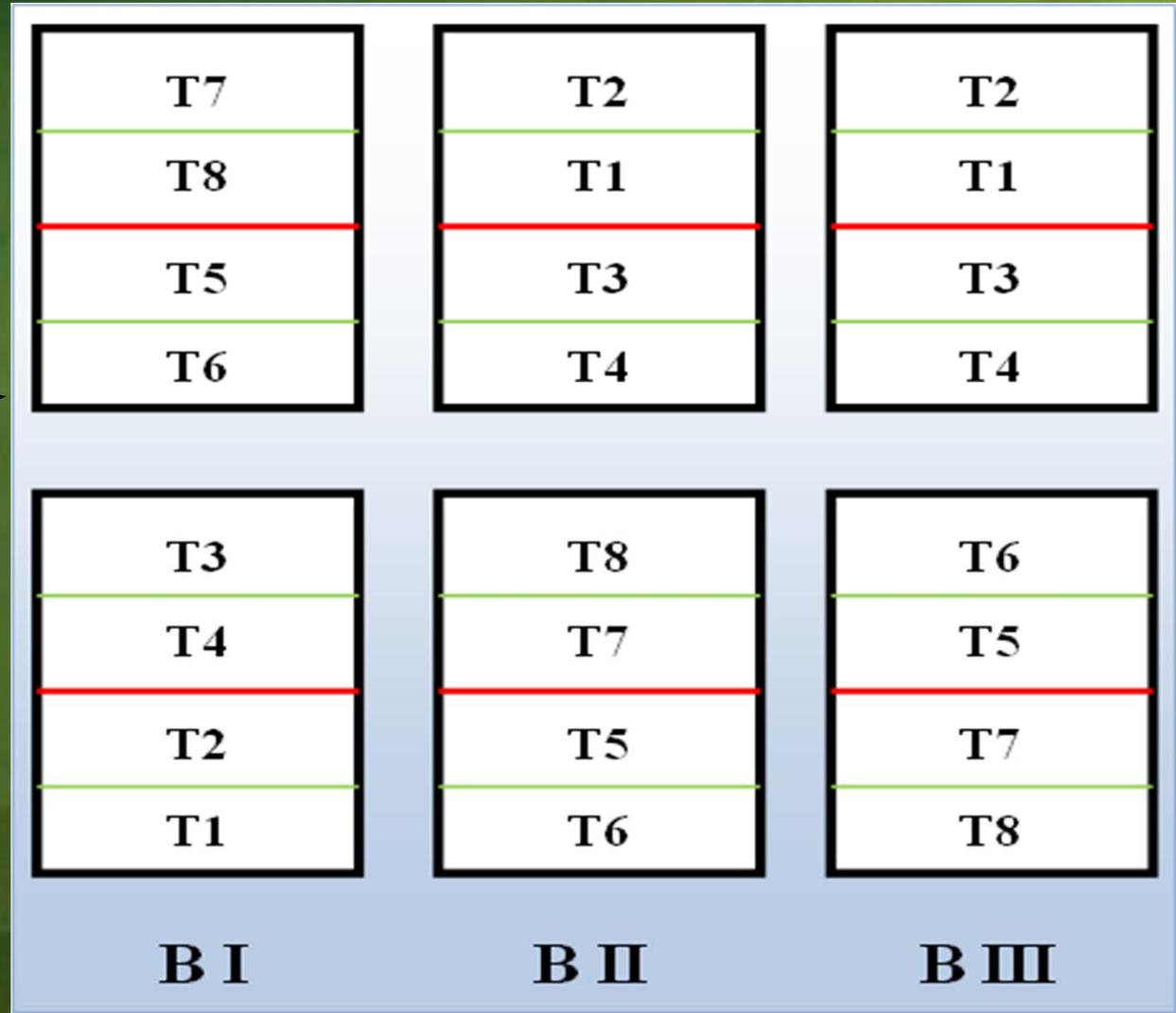
A2: sin Silicio (Ninguno)

# • TRATAMIENTOS.

Trat.	Código	Frecuencia de control químico	Fertilización Edáfica kg/ha						Aplicaciones foliares, Siclón
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	SiO <sub>2</sub>	
1	C1F1A1	21 días	95	115	115	188	80	200	3cc/lt.
2	C1F1A2	21 días	95	115	115	188	80	200	0cc/lt.
3	C1F2A1	21 días	95	115	115	188	80	0	3cc/lt.
4	C1F2A2	21 días	95	115	115	188	80	0	0cc/lt.
5	C2F1A1	45 días	95	115	115	188	80	200	3cc/lt.
6	C2F1A2	45 días	95	115	115	188	80	200	0cc/lt.
7	C2F2A1	45 días	95	115	115	188	80	0	3cc/lt.
8	C2F2A2	45 días	95	115	115	188	80	0	0cc/lt.

# • DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas (DPSD) bajo una distribución de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones.



# • CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.

- Repeticiones: 3
- Tratamientos: 8
- Unidades experimentales: 24

## Características de la unidad experimental:

Largo:	5,0 m
Ancho:	4,0 m
Área:	20,0 m <sup>2</sup>

## Densidad de plantación:

Distancia entre surcos:	1,60 m
Distancia entre plantas:	1,50 m
Nº de plantas / unidad experimental:	9

- Área neta del experimento: 480 m<sup>2</sup>
- Área total del experimento: 1776 m<sup>2</sup>

# • ANÁLISIS ESTADÍSTICO

F.V.	G.L.
Bloques	2
F. de control químico (C)	1
Error (a)	2
Fertilización Edáfica (F)	1
F. de control químico x F. edáfica	1
Error (b)	4
Aplicaciones foliares (A)	1
F. de control químico x A. foliares	1
F. edáfica x A. foliares	1
F. control químico x F. Edáfica x A. foliares	1
Error (c)	8
Total	23

En los casos que se detectaron diferencias significativas se utilizó la prueba del DMS al 5%

C.V. (a) %

C.V. (b) %

C.V. (c) %

- **VARIABLES A EVALUARSE.**

1. Días desde la floración hasta la cosecha.



## 2. Frutos cuajados por inflorescencias.



1 fruto



2 frutos



3 frutos



### 3. Porcentaje de severidad de antracnosis en los frutos



# 4. RENDIMIENTO.



## 5. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Se realizó el análisis de costos para cada tratamiento utilizando como unidad costo/ha/ciclo. Se utilizó la metodología del análisis de presupuesto parcial del CIMMYT.



- **MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

**TOMA DE MUESTRA DE SUELO**



**PODA FITOSANITARIA**



## DELIMITACIÓN DEL ENSAYO



## CONTROL DE MALEZAS

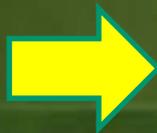
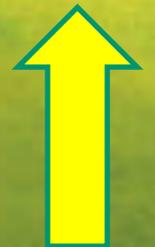


# ELABORACIÓN DE CORONAS Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA



Cantidad de fertilizante gr / planta

Fertilización	Magnesil	M.A.P.	muriato de potasio	sulfato de amonio	nitrate de magnesio	sulfato de magnesio
F1	147	56	48	83	0	0
F2	0	56	45	0	157	91



## CONTROLES FITOSANITARIOS



## APLICACIÓN FOLIAR DE SILICIO



## COSECHA



## OTRAS ACTIVIDADES:

- ✓ Riegos
- ✓ Limpieza
- ✓ Análisis de contenido de manganeso en los frutos

# CAPÍTULO IV.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN



# 1.DÍAS DESDE LA FLORACIÓN HASTA LA COSECHA

F.V	S. C.	g.l.	C.M.	F. Calc.	F. Tabulada	
					5%	1%
Bloques	8,08	2	4,04	0,03 <sup>ns</sup>	19,0	99,0
Frecuencias de control químico	28,17	1	28,17	0,19 <sup>ns</sup>	18,5	98,5
Error (a)	300,08	2	150,04			
Fertilización edáfica	4,17	1	4,17	0,24 <sup>ns</sup>	7,71	21,2
F. de control x Fertilizaciones	253,50	1	253,50	14,32*	7,71	21,2
Error (b)	70,83	4	17,71			
Aplicaciones foliares	13,50	1	13,50	1,40 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
F. de control x A. foliares	20,17	1	20,17	2,10 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Fertilizaciones x A. foliares	160,17	1	160,17	16,64**	5,32	11,3
Frec. x Fert. x A. foliares	0,17	1	0,17	0,02 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Error ( c )	77,00	8	9,63			
<b>Total</b>		<b>23</b>				
C.V. (a)= 5,8 %						
C.V. (b)= 2,0 %						
C.V. (c)= 1,5 %						
<b>Media</b>	<b>211,4 días</b>					

ns = no significativo

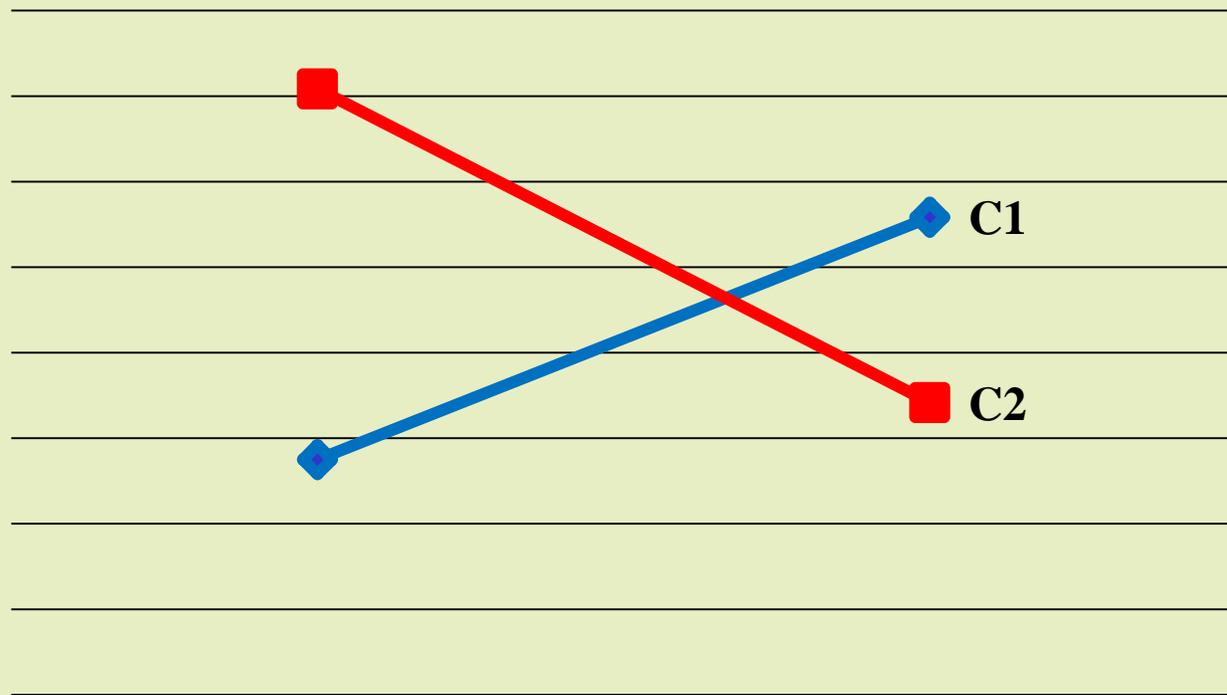
\*= significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

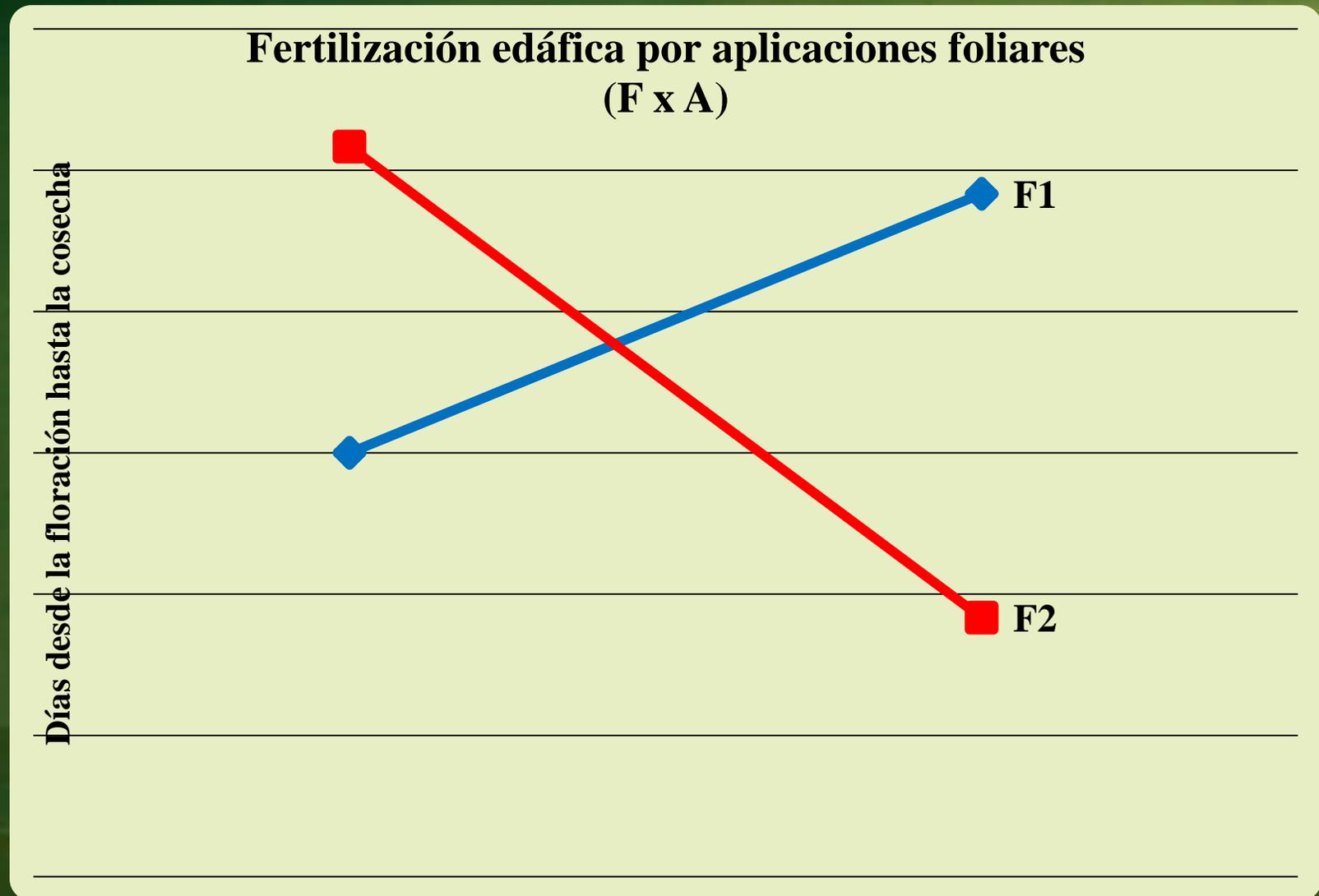
# INTERACCIÓN

Frecuencias de control químico por fertilización edáfica  
(C x F)

Días desde la floración hasta la cosecha



# INTERACCIÓN



## 2. FRUTOS CUAJADOS POR INFLORESCENCIA

F.V	S. C.	g.l.	C.M.	F. Calc.	F. Tabulada	
					5%	1%
Bloques	0,192	2	0,096	2,67 <sup>ns</sup>	19,0	99,0
Frecuencias de control químico	0,083	1	0,083	2,30 <sup>ns</sup>	18,5	98,5
Error (a)	0,072	2	0,036			
Fertilización edáfica	0,001	1	0,001	0,02 <sup>ns</sup>	7,71	21,2
F. de control x Fertilizaciones	0,120	1	0,120	4,74 <sup>ns</sup>	7,71	21,2
Error (b)	0,101	4	0,025			
Aplicaciones foliares	0,057	1	0,057	1,96 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
F. de control x A. foliares	0,062	1	0,062	2,15 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Fertilizaciones x A. foliares	0,077	1	0,077	2,66 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Frec. x Fert. x A. foliares	0,045	1	0,045	1,55 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Error (c)	0,231	8	0,029			
<b>Total</b>		<b>23</b>				
C.V. (a)= 11,2 %						
C.V. (b)= 9,4 %						
C.V. (c)= 10,1 %						
<b>Media</b>	<b>1,9 frutos</b>					

ns = no significativo

# 3. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS EN LOS FRUTOS

F.V	S. C.	g.l.	C.M.	F. Calc.	F. Tabulada	
					5%	1%
Bloques	223,124	2	111,562	6,518 <sup>ns</sup>	19,0	99,0
Frecuencias de control químico	345,193	1	345,193	20,167*	18,5	98,5
Error (a)	34,234	2	17,117			
Fertilización edáfica	0,577	1	0,577	0,033 <sup>ns</sup>	7,71	21,2
F. de control x Fertilizaciones	0,023	1	0,023	0,001 <sup>ns</sup>	7,71	21,2
Error (b)	69,791	4	17,448			
Aplicaciones foliares	145,632	1	145,632	16,718**	5,32	11,3
F. de control x A. foliares	0,016	1	0,016	0,002 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Fertilizaciones x A. foliares	0,194	1	0,194	0,022 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Frec. x Fert. x A. foliares	30,963	1	30,963	3,554 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Error (c)	69,688	8	8,711			
Total		23				
C.V. (a)= 18,52 %						
C.V. (b)= 18,70 %						
C.V. (c)= 13,21 %						
Media 15,2%						

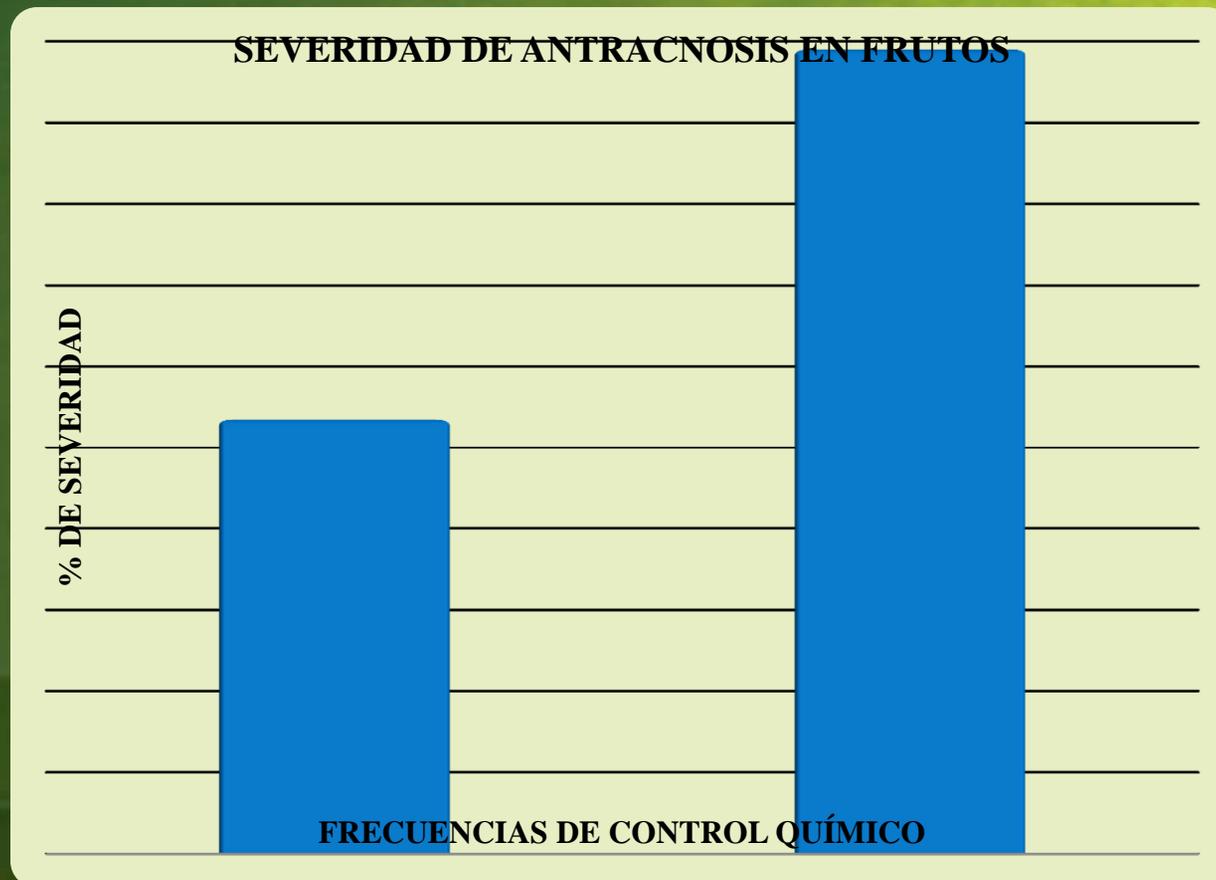
ns = no significativo

\*= significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

# DMS AL 5% PARA FRECUENCIAS DE CONTROL QUÍMICO

Código	Frecuencias de control químico	%de Severidad en los frutos	DMS 5%
C2	45 días	19,8	A
C1	21 días	10,7	B



## DMS AL 5% PARA APLICACIONES FOLIARES

Código	Aplicaciones Foliare	%de Severidad en los frutos	DMS 5%
A2	Sin Silicio	18,4	A
A1	Con Silicio	12,1	B



# 4. RENDIMIENTO

F.V	S. C.	g.l.	C.M.	F. Calc.	F. Tabulada	
					5%	1%
Bloques	0,156	2	0,078	0,26 <sup>ns</sup>	19,0	99,0
Frecuencias de control químico	6,608	1	6,608	21,94*	18,5	98,5
Error (a)	0,602	2	0,301			
Fertilización edáfica	0,006	1	0,006	0,80 <sup>ns</sup>	7,71	21,2
F. de control x Fertilizaciones	0,022	1	0,022	2,71 <sup>ns</sup>	7,71	21,2
Error (b)	0,032	4	0,008			
Aplicaciones foliares	0,204	1	0,204	2,00 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
F. de control x A. foliares	0,009	1	0,009	0,09 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Fertilizaciones x A. foliares	0,223	1	0,223	2,20 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Frec. x Fert. x A. foliares	0,016	1	0,016	0,16 <sup>ns</sup>	5,32	11,3
Error (c)	0,812	8	0,102			
<b>Total</b>		<b>23</b>				
C.V. (a)= 21,3%						
C.V. (b)= 3,5%						
C.V. (c)= 12,4%						
<b>Media</b>	<b>6,0 TM/ha</b>					

ns = no significativo

\*= significativo al 5%

## DMS AL 5% PARA FRECUENCIAS DE CONTROL QUÍMICO

Código	Frecuencias de control químico	Rendimiento (TM/ha)	DMS 5%
C1	21 días	8,7	A
C2	45 días	3,3	B



# 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

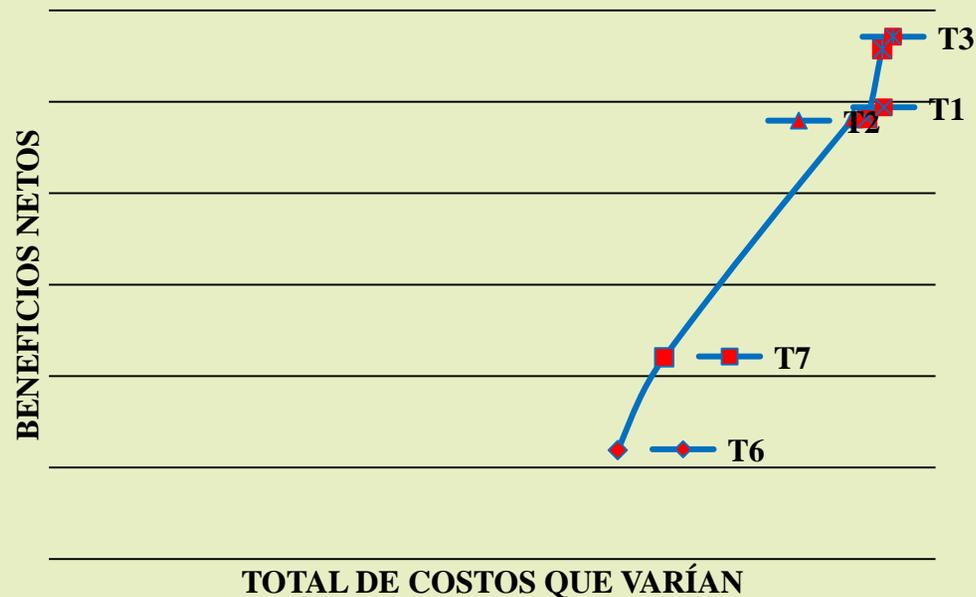
## ANÁLISIS MARGINAL

Tratamientos	Total de costos que varían (\$/ha)	Costo marginal	Beneficio neto (\$/ha)	Beneficio marginal	Tasa de retorno Marginal (%)
T6	1924,8		-404,8		
T7	2082,2	157,4	102,8	507,6	322
T2	2722,3	640,1	1410,2	1307,4	204
T1	2768,7	46,4	1411,3	1,1	2
T3	2819,8	51,0	1787,7	376,5	738

### CURVA DE BENEFICIOS NETOS

vs.

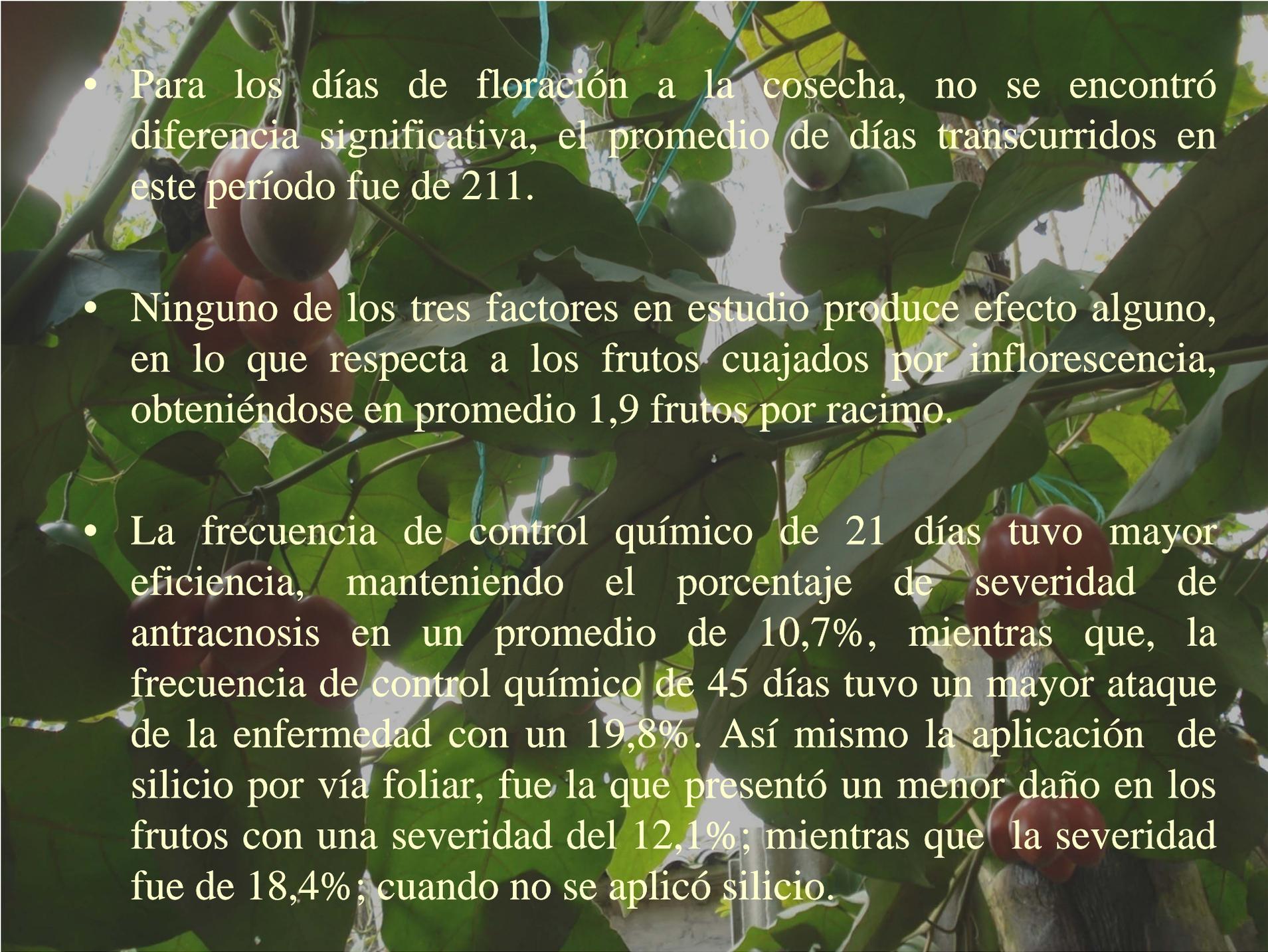
### COSTOS QUE VARÍAN

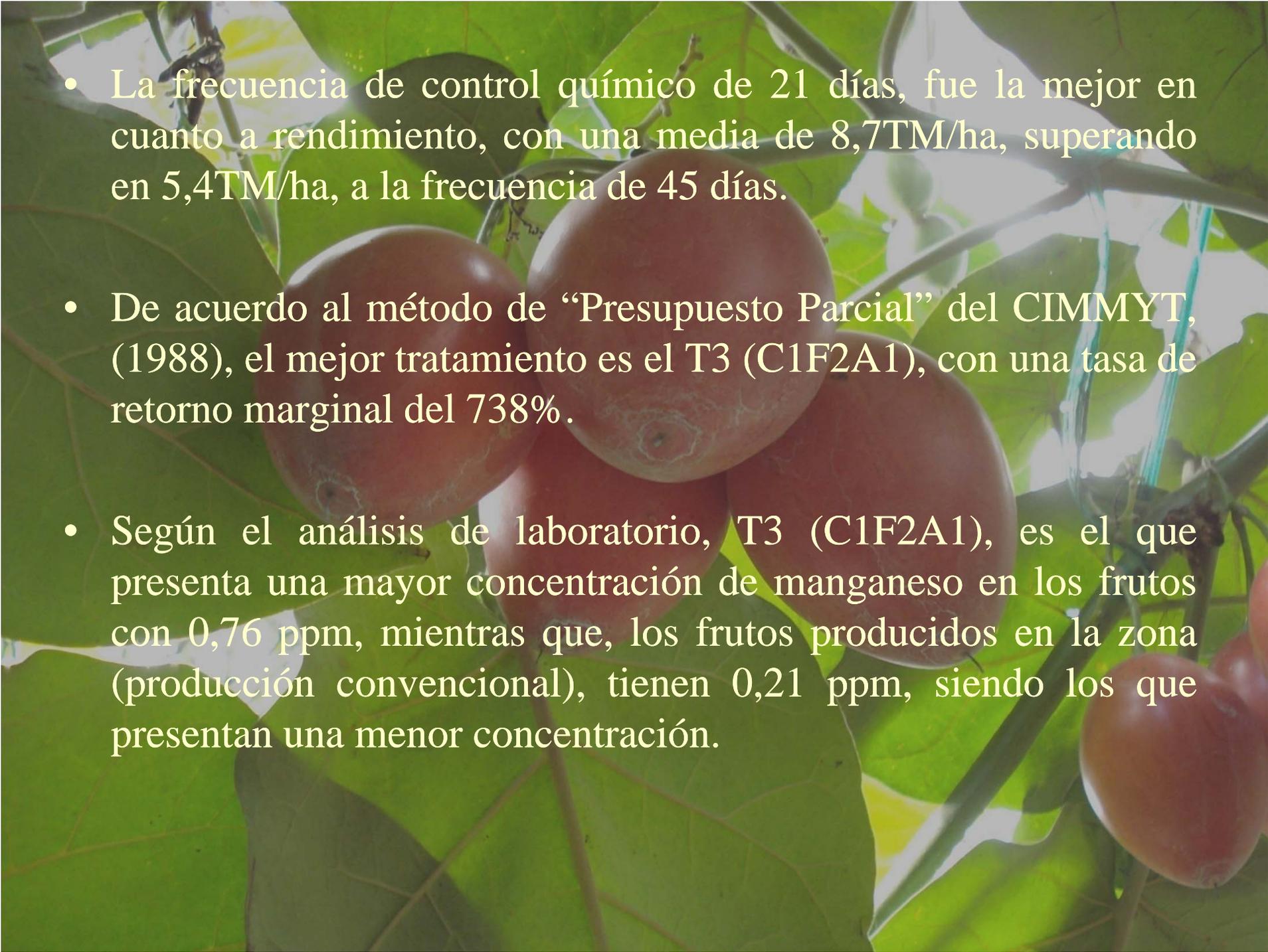




**CAPÍTULO V.**

**CONCLUSIONES**

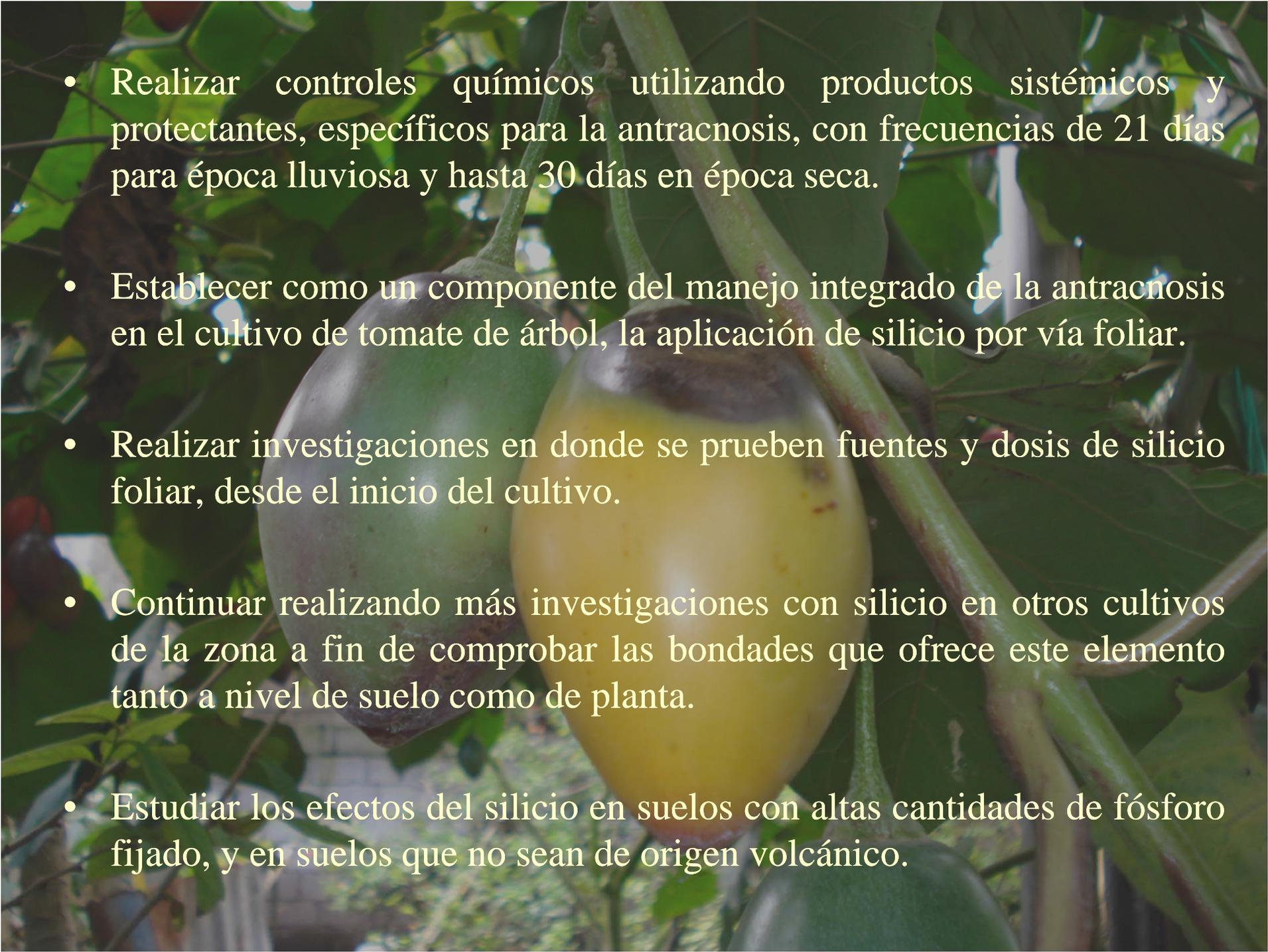
- 
- Para los días de floración a la cosecha, no se encontró diferencia significativa, el promedio de días transcurridos en este período fue de 211.
  - Ninguno de los tres factores en estudio produce efecto alguno, en lo que respecta a los frutos cuajados por inflorescencia, obteniéndose en promedio 1,9 frutos por racimo.
  - La frecuencia de control químico de 21 días tuvo mayor eficiencia, manteniendo el porcentaje de severidad de antracnosis en un promedio de 10,7%, mientras que, la frecuencia de control químico de 45 días tuvo un mayor ataque de la enfermedad con un 19,8%. Así mismo la aplicación de silicio por vía foliar, fue la que presentó un menor daño en los frutos con una severidad del 12,1%; mientras que la severidad fue de 18,4% ; cuando no se aplicó silicio.

- 
- La frecuencia de control químico de 21 días, fue la mejor en cuanto a rendimiento, con una media de 8,7TM/ha, superando en 5,4TM/ha, a la frecuencia de 45 días.
  - De acuerdo al método de “Presupuesto Parcial” del CIMMYT, (1988), el mejor tratamiento es el T3 (C1F2A1), con una tasa de retorno marginal del 738%.
  - Según el análisis de laboratorio, T3 (C1F2A1), es el que presenta una mayor concentración de manganeso en los frutos con 0,76 ppm, mientras que, los frutos producidos en la zona (producción convencional), tienen 0,21 ppm, siendo los que presentan una menor concentración.



**CAPÍTULO VI.**

**RECOMENDACIONES**

- 
- A photograph of several tomatoes hanging from a vine. The tomatoes are in various stages of ripeness, from green to yellow. Some of the tomatoes show signs of disease, with dark, necrotic lesions on their surfaces, particularly near the stem. The background is filled with green leaves and branches of the plant.
- Realizar controles químicos utilizando productos sistémicos y protectantes, específicos para la antracnosis, con frecuencias de 21 días para época lluviosa y hasta 30 días en época seca.
  - Establecer como un componente del manejo integrado de la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol, la aplicación de silicio por vía foliar.
  - Realizar investigaciones en donde se prueben fuentes y dosis de silicio foliar, desde el inicio del cultivo.
  - Continuar realizando más investigaciones con silicio en otros cultivos de la zona a fin de comprobar las bondades que ofrece este elemento tanto a nivel de suelo como de planta.
  - Estudiar los efectos del silicio en suelos con altas cantidades de fósforo fijado, y en suelos que no sean de origen volcánico.

