



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SEDE SANTO DOMINGO

“EVALUACIÓN DE DOSIS Y FRECUENCIAS DE  
APLICACIONES FOLIARES DE SILICIO COMO  
PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES DEL FOLLAJE EN  
PIMIENTO (*Capsicum annum*). EN LA ÉPOCA LLUVIOSA  
DEL TRÓPICO”

**Tutor:** Ing. Patricio Vaca Pazmiño Mgs.

**Autores:** Montenegro Ramírez Erika Lizbeth

Toala Campoverde Jhon Robert



# INTRODUCCIÓN

En Ecuador es una de las hortalizas más importantes cultivadas en región costa y sierra.

En el país se siembra alrededor de 1242 hectáreas, 956 hectáreas en monocultivo y 286 hectáreas asociadas con otros cultivos (Vicuña, 2015).

Su mayor problema es al ataque de Trips por la transmisión de virus y de las enfermedades la más importante es *Phytophthora capsici* presentándose en cualquier estado vegetativo (Ramírez, 2015).

Insumos como el silicio forman barreras físicas e inducen el desarrollo de resistencia a insectos y patógenos; promoviendo una mejora en la fotosíntesis, dando mejor rendimiento y producción (SEPHU, 2012).



# OBJETIVOS

---

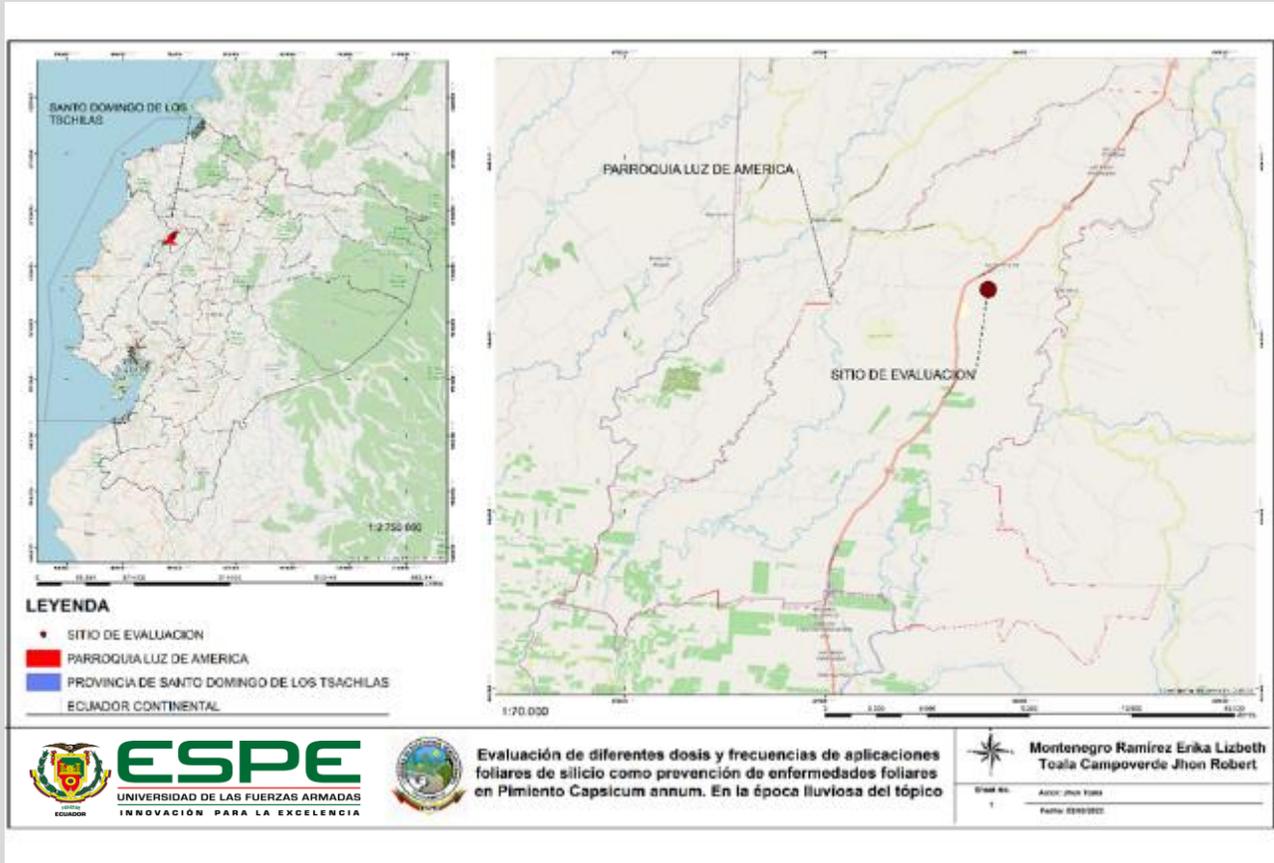
## **Objetivo General**

- Evaluar las dosis y frecuencias de aplicaciones foliares de Silicio como prevención de enfermedades del follaje en Pimiento *Capsicum annum*. En la época lluviosa del trópico.

## **Objetivos Específicos**

- Monitorear plagas y la aplicación de tratamientos para manejo de vectores de enfermedades del follaje en pimiento.
- Evaluar las respuestas de la planta a las aplicaciones foliares de silicio como protector de enfermedades del follaje.
- Evaluar los tratamientos aplicados considerando variables agronómicas del cultivo y los costos de producción.

# UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



## Ubicación Geográfica

UTM 17M

Este: 68834 Norte: 9954007

## Ubicación Política

País	Ecuador
Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	Santo Domingo
Parroquia	Luz de América
Lugar	Universidad de las fuerzas Armadas ESPE – Hacienda Zoila Luz

## Ubicación Ecológica

Zona de Vida	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Altitud	260 m.s.n.m.
Temperatura	23.6°C
Precipitación	2611 mm/año
Humedad relativa	89 %
Heliofanía	7.3 horas/día-680 horas luz/año

# MATERIALES Y MÉTODOS

## Materiales

- Semillas de pimiento Golazo
- Estacas de caña
- Cinta tomatera
- Herramientas (varias)



## Equipos

- Bomba de fumigar
- Balanza
- Medidor de clorofila SPAD
- Flexómetro
- Moto guadaña
- Tractor (rastra)

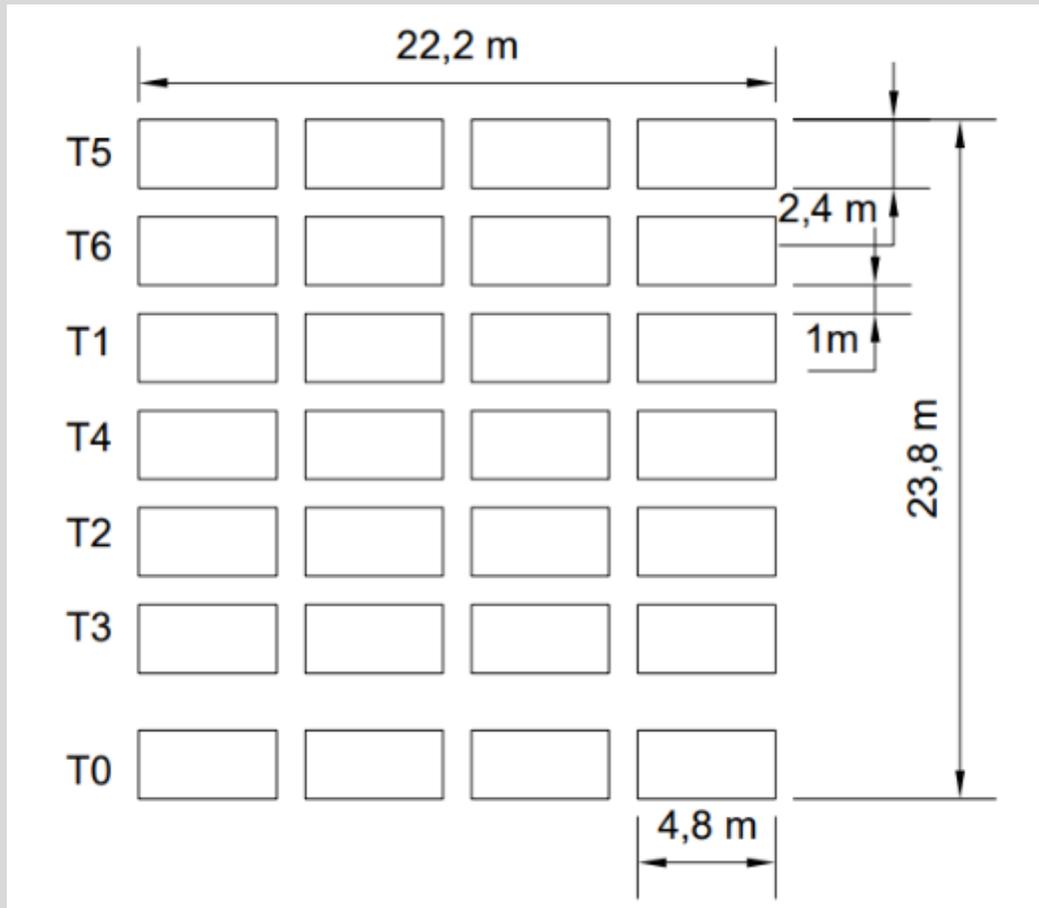


## Insumos

- Barrier (Si)
- Yaramila Rafos
- Glufosinato de amonio
- 2,4 – D amina
- Diuron
- Triclorfon
- Propamocarb
- Dimetoato
- Cal agrícola
- Humus de lombriz
- Bioestimulantes
- Afrecho de trigo
- Naranjas
- Cobre pentahidratado



## DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS



## TRATAMIENTOS EVALUADOS

Tratamientos	Dosis de Barrier	Frecuencia	Nº de plantas
T1	4 cc	7 días	100
T2	6 cc	7 días	100
T3	4 cc	11 días	100
T4	6 cc	11 días	100
T5	4 cc	15 días	100
T6	6 cc	15 días	100
Testigo	No se aplica silicio		100

### Diseño experimental

- Se utilizó un DCA; teniendo 6 tratamientos + un testigo con 4 repeticiones cada uno.

### Tipo de diseño

- Se realizó arreglo bifactorial (A x B) +1, evaluando dosis y frecuencias; con un número de 100 plantas como unidades experimentales, con un total de 700 plantas.

# VARIABLES EVALUADAS

**Mortalidad**



**Altura de la planta**



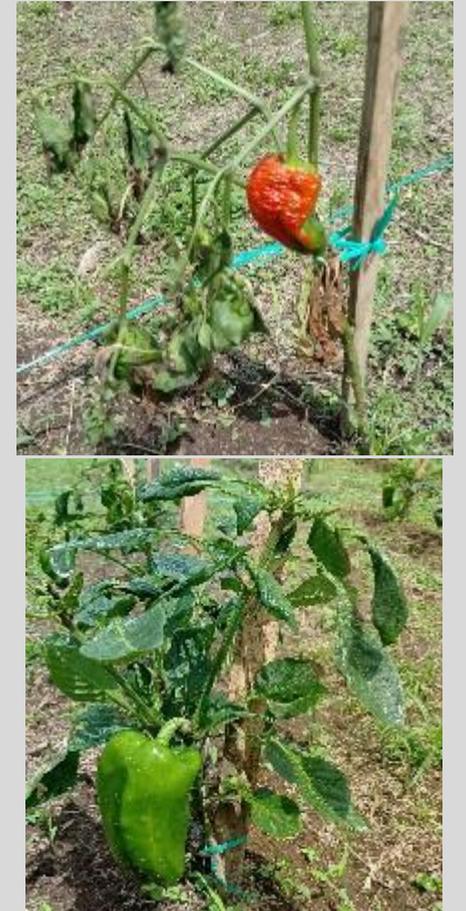
**Área foliar**



**Medición de grados Spad**



**Incidencia de enfermedades**



# VARIABLES A EVALUAR

Número de  
frutos/planta



Tamaño de fruto



Peso de frutos



Rendimiento



# MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

## Preparación del terreno



## Aplicación de herbicida



## Paso de rastra



## Preparación de semillero

### Preparación de sustrato



### Semillero



# METODOLOGÍA

## Delimitación de parcelas



## Trazado en campo



## Siembra

### Fertilizante + Humus de lombriz



### Distribución de plantas



### Aplicación de propamocarb



# METODOLOGÍA

## Labores de campo

### Monitoreo sanitario



### Controles fitosanitarios



## Aplicación de silicio



# METODOLOGÍA

## Control de malezas



**Chapia**



**Limpieza de coronas**



**Mantenimiento del cultivo**

# PROBLEMAS FITOSANITARIOS PRESENTADOS

**Potyvirus**



**Tobamovirus**



# PROBLEMAS FITOSANITARIOS PRESENTADOS

**Begomovirus**



**Tospovirus**



# PROBLEMAS FITOSANITARIOS PRESENTADOS

*Phytophthora capsici*



*Empoasca sp.*



*Fusarium oxysporum*



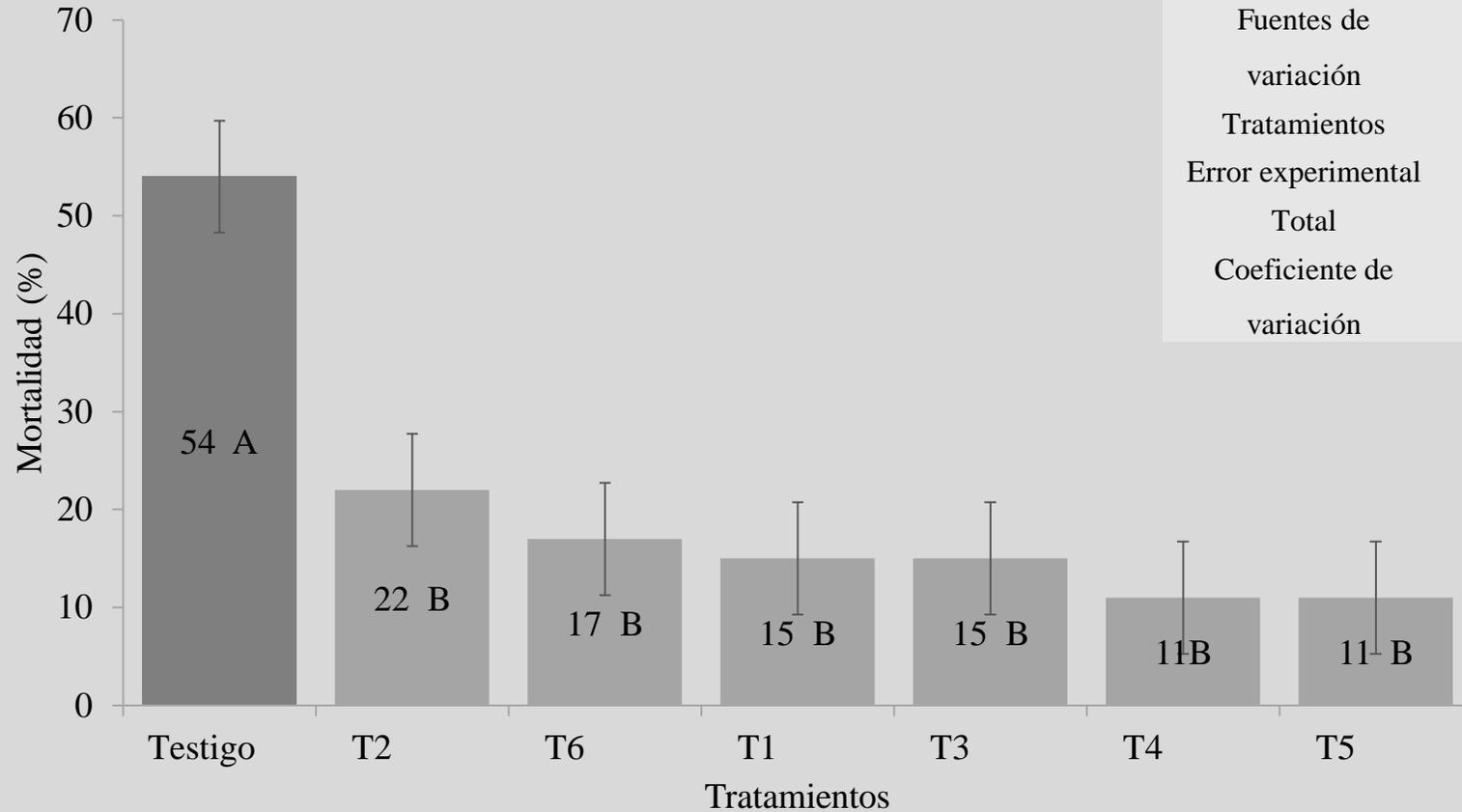
*Agrotis sp.*



# RESULTADOS



# PORCENTAJE DE MORTALIDAD



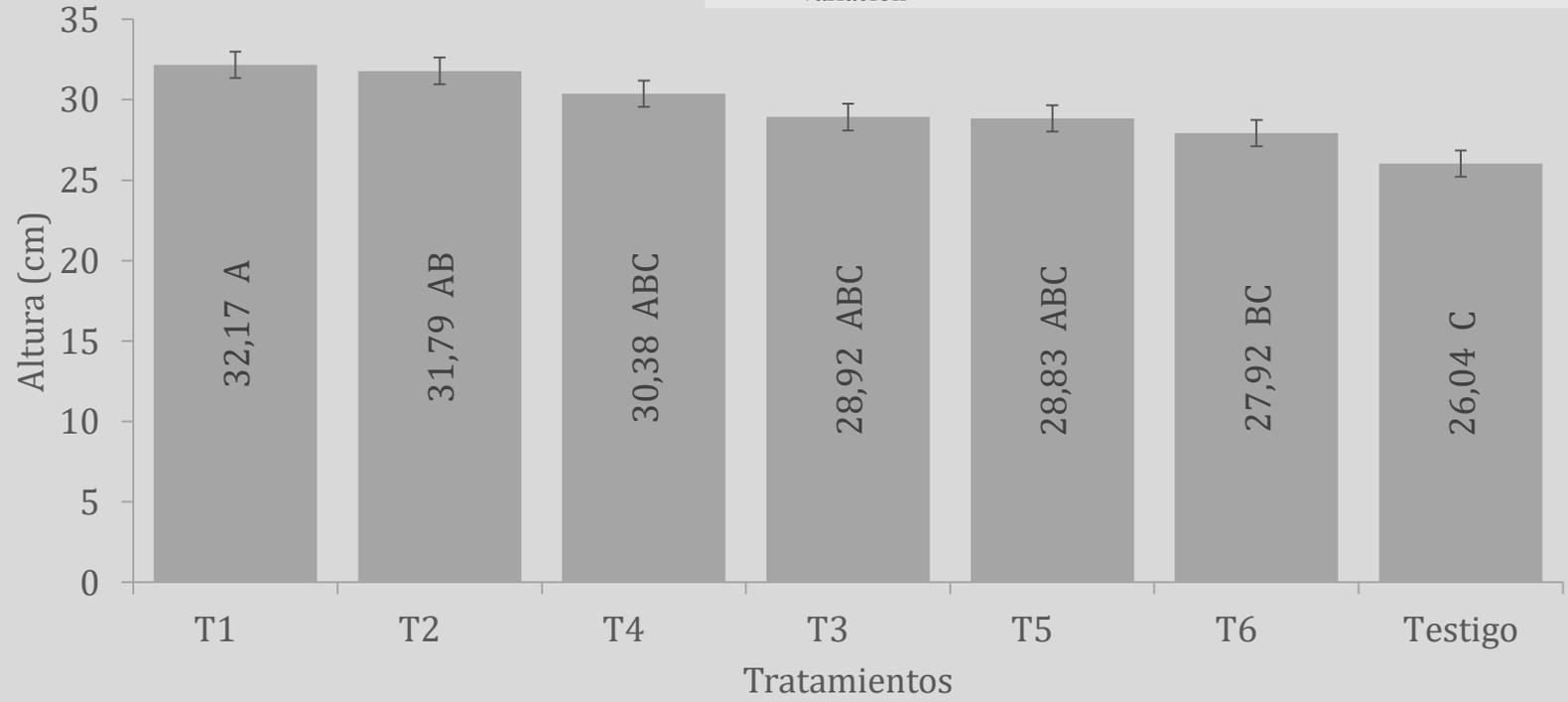
Fuentes de variación	gl	SC	CM	F	p- Valor
Tratamientos	6	5509,71	918,29	20,17	<0,0001
Error experimental	21	956	45,52		
Total	27	6465,71			
Coefficiente de variación	32,57				

AUTOR	ARGUMENTO
(Soto, 2018)	la <i>Phytophthora capsici</i> es un hongo que se ve favorecido por la presencia de lluvias y climas cálidos, ya que su principal método de diseminación es el salpicado y escurrimiento por las lluvias
(José, 2010)	Realizar un diagnóstico temprano evitando su propagación y reduciendo su impacto.

Se observa que, los tratamientos donde se obtuvo una mayor tasa de mortalidad fueron en el testigo con 54%, seguido por T2 (22%), T6 (17%), T1 y T3 (15%), y finalmente T4 y T5 con el 11%.

# ALTURA DE LA PLANTA

Fuentes de variación	gl	CM						p-valor					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Tratamientos	6	15,66	4,63	18,9	26,11	38,18	61,11	0,029*	0,7911	0,0096**	0,1642	0,0734	0,0519
Error experimental	21	5,26	9	4,92	15,12	16,64	24,01						
Total	27												
Coefficiente de variación		17,20	16,60	7,53	9,31	7,36	7,76						

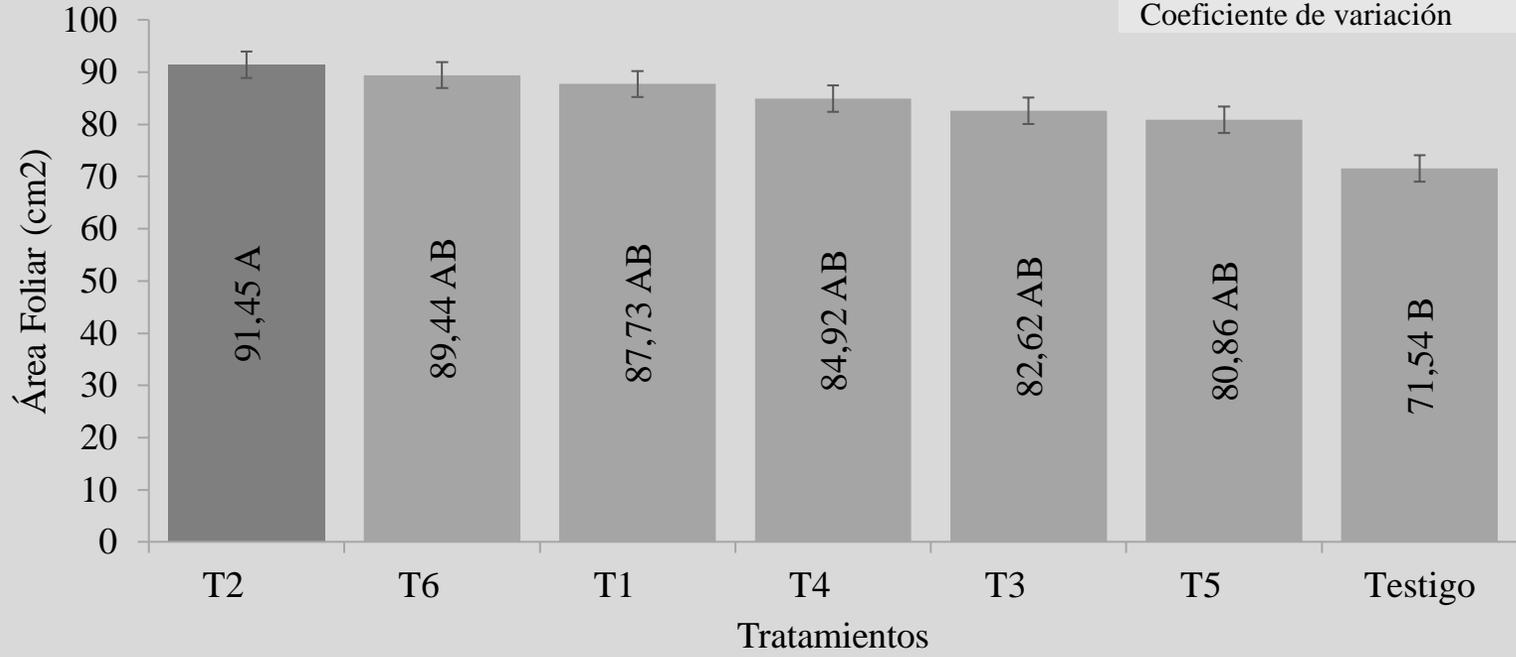


Se observa que las variables con mayor altura durante la tercera toma de datos fueron: T1 (32,17 cm) y T2 (31,79 cm). Mientras que la altura más baja se observó en el testigo (26,04 cm).

AUTOR	ARGUMENTO
(Luz Llarely, 2022)	Pimiento y tomate con crecimiento rápido (45 días) aplicando un derivado de (SiO <sub>2</sub> )

# ÁREA FOLIAR

Fuentes de variación	gl	SC			p-valor		
		1	2	3	1	2	3
Tratamientos	6	0,99	10,04	177,91	0,5825	0,0333*	0,046*
Error experimental	27	1,25	3,49	67,57			
Total	39						
Coefficiente de variación		12,76	10,50	9,78			

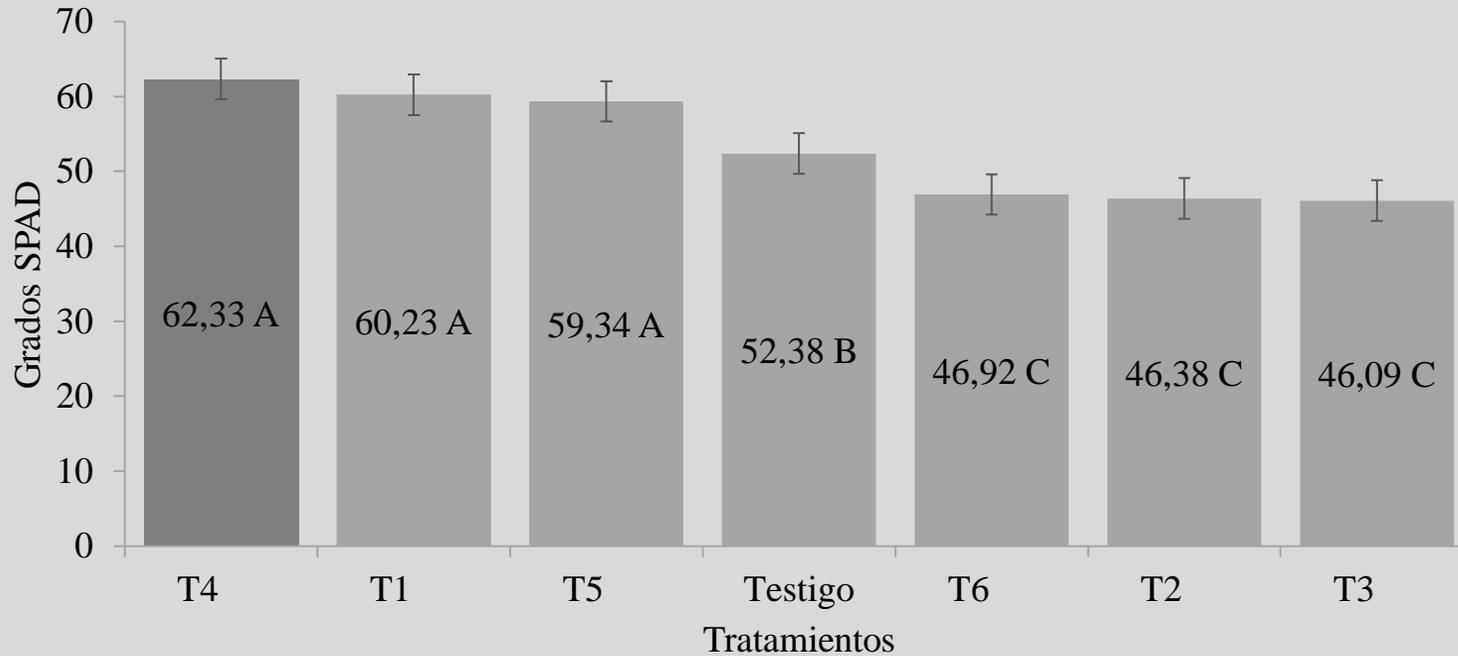


Se presenta la prueba de significancia para el área foliar de las plantas, demostró que el valor más alto continuó siendo obtenido por T2 (91,45 cm<sup>2</sup>); y el valor más bajo se situó en el testigo con 71,54 cm<sup>2</sup>.

AUTOR	ARGUMENTO
(Luz Llarely, 2022)	Entre dosis medias y altas de silicio puede incrementar el área foliar ligeramente aplicadas con una mayor frecuencia

# NIVEL DE CLOROFILA (Grados Spad)

Fuentes de variación	gl	SC			p-valor		
		1	2	3	1	2	3
Tratamientos	6	19,68	86,62	205,02	0,2762	0,0003**	<0,0001***
Error experimental	21	14,48	12,13	2,02			
Total	27						
Coefficiente de variación		10,61	6,74	2,67			

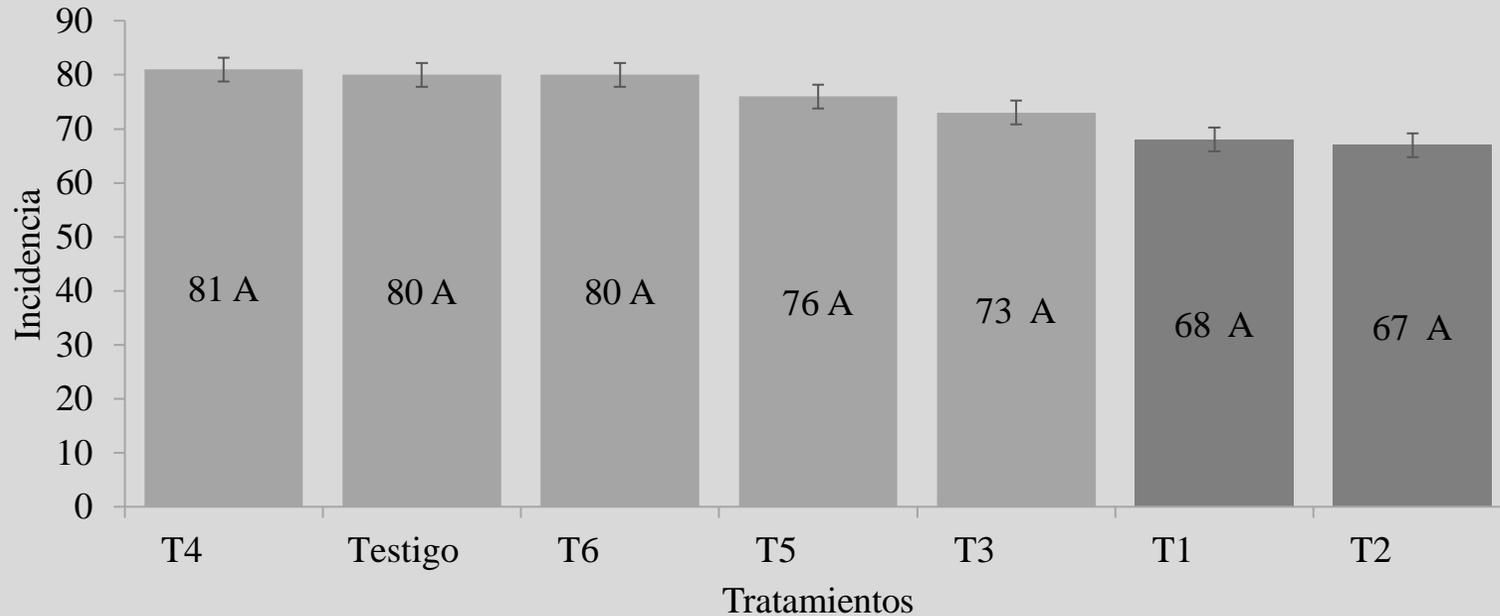


Presenta la prueba de significancia para los grados SPAD de la tercera toma de datos, demostró que el valor más alto se situó en T4 (62,33), T1 (60,23), y T5 (59,34). Mientras que, los valores más bajos estuvieron ubicados en T3 (46,09), T2 (46,38) y T6 (46,92).

AUTOR	ARGUMENTO
(TESMANN, 2015)	Dosis a partir de 4cc/L de silicio aumentaban el nivel de clorofila en plantas sanas; en plantas enfermas con alta incidencia el nivel de clorofila baja.

# INCIDENCIA DE ENFERMEDADES

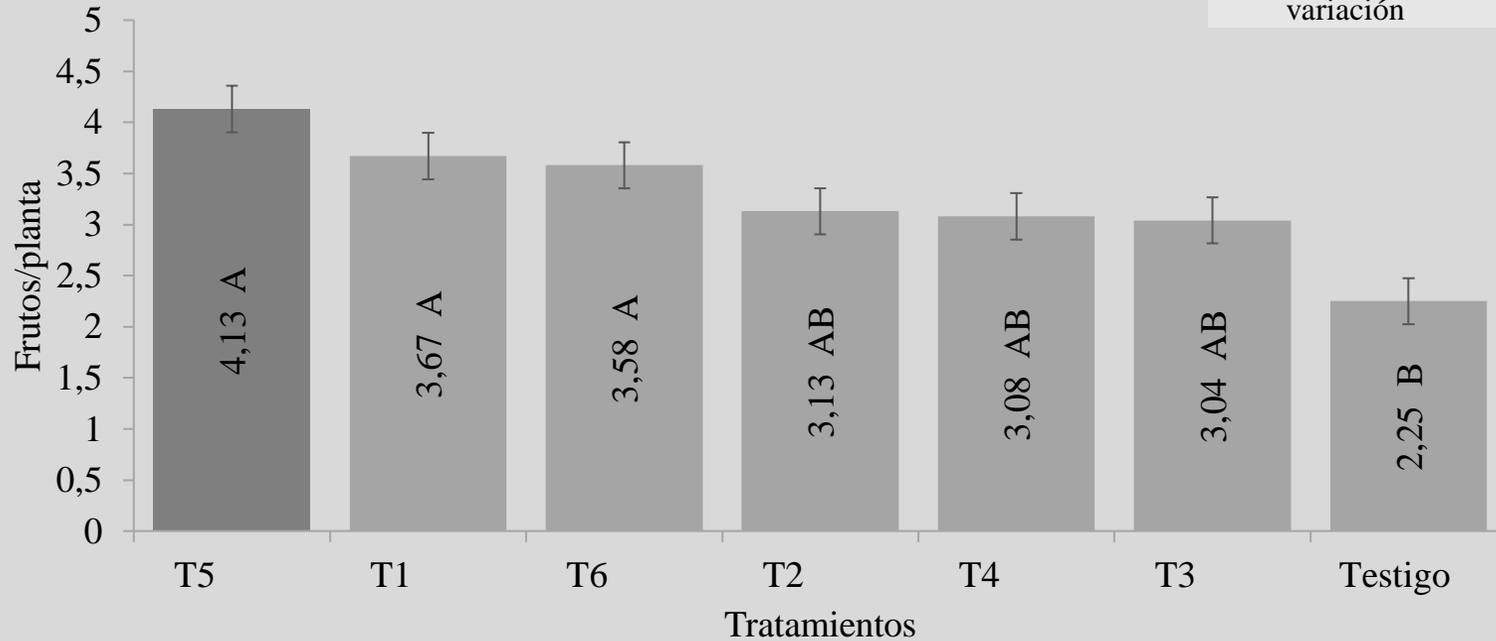
Fuentes de variación	gl	SC	CM	F	P-valor
Tratamientos	6	816	136	1,14	0,3729
Error experimental	21	2500	119,05		
Total	27	3316			
Coefficiente de variación	14,55				



En la prueba de significancia, acerca de la incidencia de enfermedades; la cual, fue más alta, en T4 (81%), seguida por el testigo y T6 con el 80%, seguido T5 (86%) y T3 (73%); sin embargo, los valores más bajos fueron obtenidos estuvieron en T2 (67%), T1 (68%).

AUTOR	ARGUMENTO
(Ormeño & Sepúlveda, 2005)	Las malezas en el campo coadyuvan a la incidencia de enfermedades foliares en plantas.
(Collaguazo & Mancheno, 2022)	Polimeración de Si en la parte externa de las hojas y tallos, forma una capa protectora.
(COSMOCEL, 2019) y (ECOFORCE, 2015)	Aplicar Si desde el inicio de la planta o cuando existan condiciones las cuales proliferen las enfermedades.

# NÚMERO DE FRUTOS/PLANTA

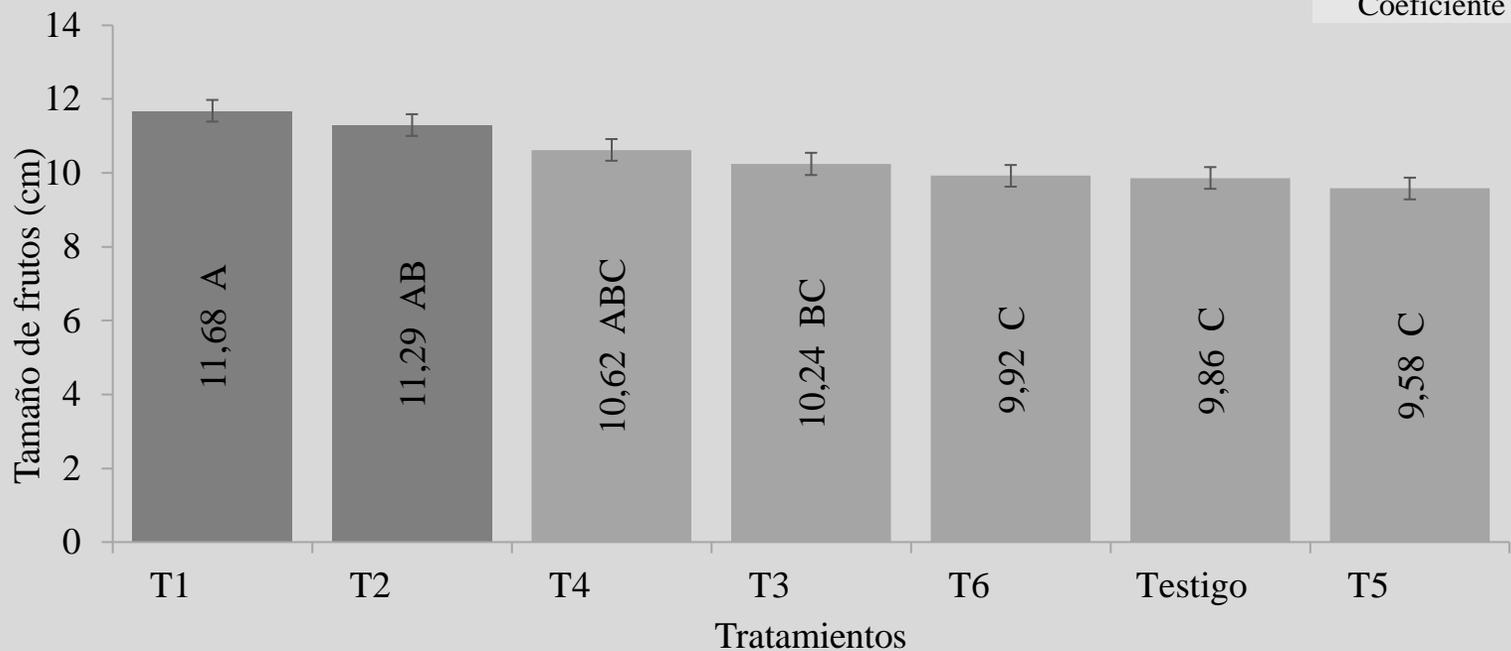


Gráfica indica que, la mayor cantidad la obtuvo T5 con una media de 4,13, seguido por T1 (3,67) y T6 (3,58). Mientras que, el valor más reducido se situó en el testigo (2,55).

Fuentes de variación	gl	CM			p- Valor		
		1	2	3	1	2	3
Tratamientos	6	2,39	8,54	2,03	0,1362	0,0002***	0,7535
Error experimental	21	1,44	1,81	3,55			
Total	27						
Coefficiente de variación		69,40	41,19	74,85			

AUTOR	ARGUMENTO
(Soto, 2018)	Plantas afectadas disminuirá la formación de frutos, además habrá flores débiles causando abortos.
(Krosagro, 2021)	Una planta sana puede dar un promedio de 5 a 12 pimientos listos para cosecha, mientras que plantas enfermas dan un mínimo de entre 1 a 3 pimientos

# TAMAÑO DEL FRUTO

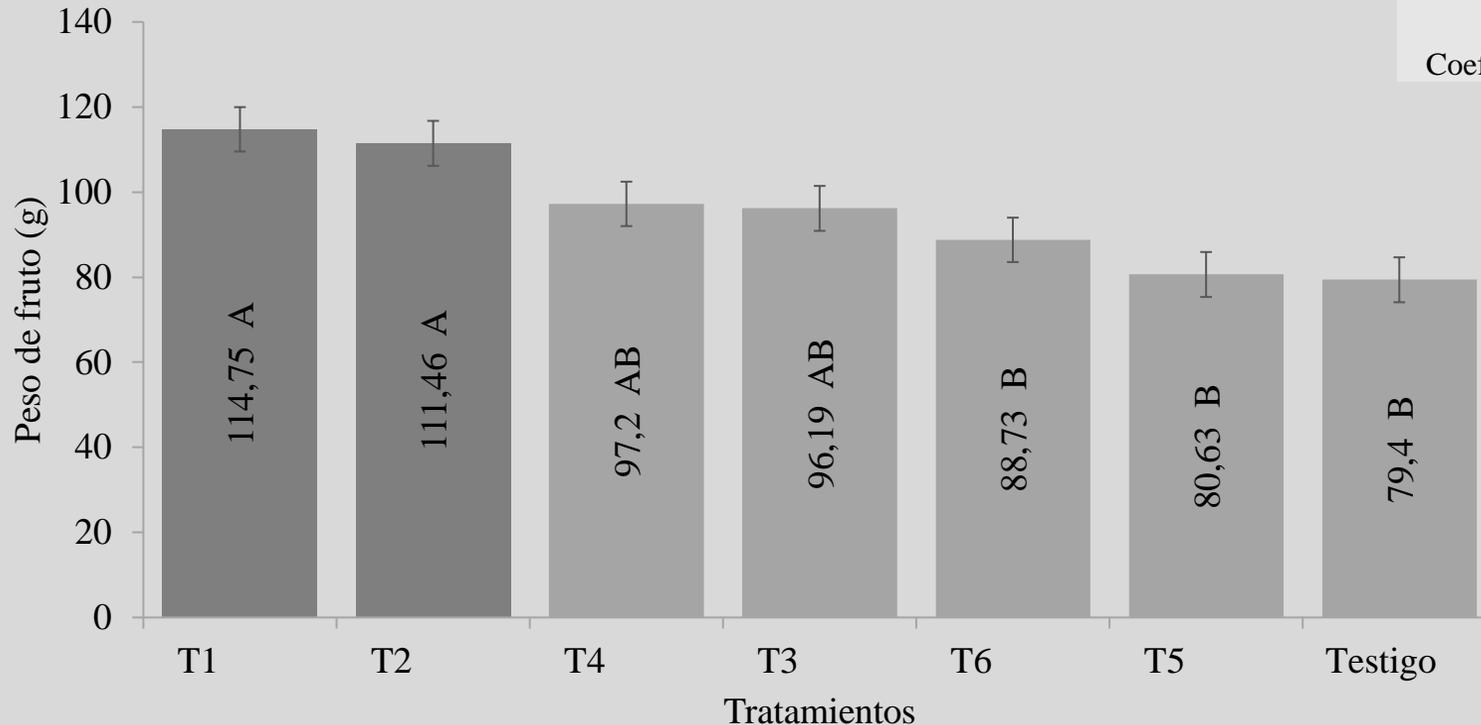


Fuentes de variación	gl	CM		p- Valor	
		1	2	1	2
Tratamientos	6	0,16	2,45	0,7651	0,0004**
Error experimental	21	0,29	0,36		
Total	27				
Coefficiente de variación	32,57				

Para el tamaño de frutos, el valor más alto estuvo representado por T1 con 11,68 cm seguido por T2 (11,29 cm), T4 (10,62 cm), T3 (10,24 cm), T6 (9,92 cm), el testigo (9,86 cm) y T5 (9,58 cm).

AUTOR	ARGUMENTO
(TESMANN, 2015)	Menciona que, desde los 4cc/L de Si pueden aumentar la masa seca de tallo, hojas y frutos.
(Monge, Elizondo, & Loría, 2022)	Pimientos sanos de forma cónica pueden tener de 5cm a 20cm y en pimientos de forma cuadrada desde 5cm a 12cm

# PESO PROMEDIO DE FRUTOS

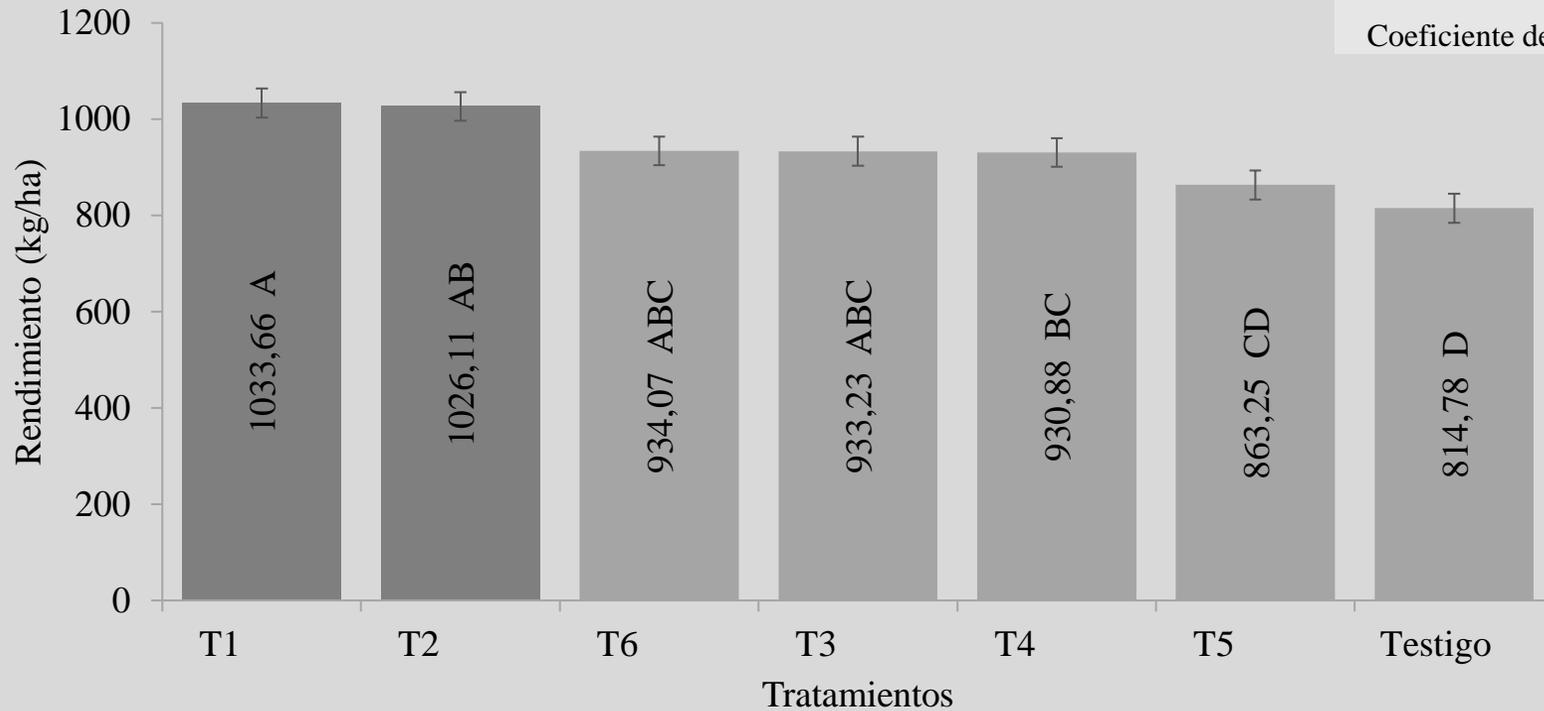


Fuentes de variación	gl	CM		p- Valor	
		1	2	1	2
Tratamientos	6	68,53	769,92	0,108	<0,0001***
Error experimental	21	33,91	68,06		
Total	27				
Coefficiente de variación		6,95	8,64		

La prueba de significancia, que alude al peso del fruto (g), en la cual, el valor más alto lo alcanzó T1 (114,75 g) y T2 (111,46 g). Mientras que, los pesos más bajos los obtuvieron: T6 (88,73 g), T5 (80,63 g) y el Testigo (79,40 g).

AUTOR	ARGUMENTO
(Dalinda, 2022)	En dosis hasta los 10cc/L mejora la capacidad de producción de la planta aumentando el peso, llenado y rendimiento del fruto
(TESMANN, 2015)	Dosis mayores de 4cc/L, puede aportar al llenado y tamaño de los frutos ya que posee mayor capacidad de transporte de nutrientes

# RENDIMIENTO EN Kg/ha



Fuentes de variación	gl	SM	CM	F	p- Valor
Tratamientos	6	150581,1	25096,85	12,79	<0,0001
Error experimental	21	41198,02	1961,81		
Total	27	191779,12			
Coeficiente de variación	4,74				

Se expone la prueba de significancia, donde se observa que, el valor más alto lo obtuvo T1 (1033,66 kg/ha), seguido de forma descendente por T2 (1026,11 kg/ha), T6 (934,07 kg/ha), T3 (933,23 kg/ha), T4 (930,88 kg/ha), T5 (863,25 kg/ha) y finalmente el testigo con el valor más bajo (814,78 kg/ha).

AUTOR	ARGUMENTO
(Rosa, 2005)	El cultivo de pimiento se ve afectado por bacterias, hongos y virus, cual sea la etapa en la que se encuentre reduciendo de esa manera su rendimiento y calidad
(Font, 2013)	Los virus: moteado suave del pimiento (PMMoV), mosaico del tabaco (TMV) y mosaico del tomate (TMoV) producen en el fruto la reducción de su crecimiento y de la planta

# ANÁLISIS ECONÓMICO

se consideraron tres tipos de mercado, clasificando la calidad de los frutos de acuerdo al tratamiento del que provenían, en base a tamaño y peso, los precios son del 15 de agosto de 2023 en los mercados de Santo Domingo.

- T1 y T2= precios de supermercado con valor de 2,79 USD/kg, debido su mejor calidad.
- T3 Y T4= precios de mercado local con valor de 2 USD/kg, calidad media.
- T5, T6 y testigo= precios de mercados (tiendas de barrio) de 1,25 USD/kg, menor calidad.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Precio de venta/kg de fruto (USD)	Ingreso bruto/ha (USD)	Silicio utilizado (L/ha)	Costo del silicio/ha (USD)	Costo aplicación/ha (USD)	Costo Total de la aplicación/ha (USD)	Beneficio/ha (USD)
T1	1033,66	2,79	2883,91	25,8	552,7	322,86	875,59	2008,32
T2	1026,11		2862,85	38,7	829,1		1151,95	1710,89
T3	933,23	2	1866,46	15,9	339,3	198,18	537,47	1328,99
T4	930,88		1861,76	23,8	508,9		707,11	1154,65
T5	863,25	1,25	1079,06	11,2	239,7	140,00	379,68	699,38
T6	934,07		1167,59	16,8	359,5		499,52	668,07
T0	814,78		1018,48	0,0	0		0	0,00

## CONCLUSIONES

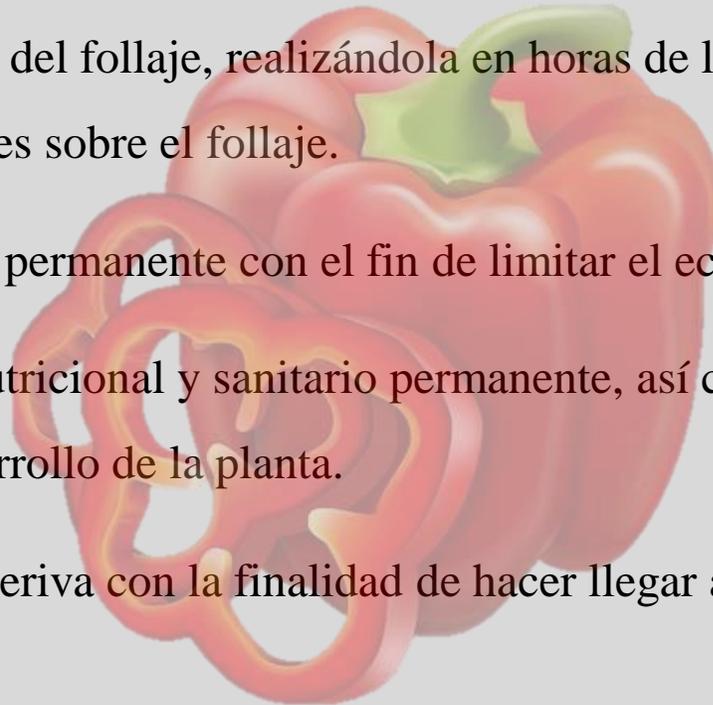
---

- El monitoreo previo a las aplicaciones de los insumos permite identificar a plagas vectores presentes en el cultivo y aplicar la mejor opción de tratamiento.
- Las aplicaciones de silicio desarrollaron defensas en la planta con respecto al ataque de plagas y enfermedades, reflejándose en buenos rendimientos tales como frutos de buen tamaño, peso y cantidad.
- El tratamiento más recomendado en producción fue el T1, ya que obtuvo el 68% de incidencia de enfermedades del follaje, un 3,67 frutos por planta, el tamaño de fruto con un 11,68 cm, para el peso de fruto con 114,75 g y rendimiento con un 1033,66 kg/ha; mientras que el testigo T0 presentó una incidencia de enfermedades del follaje del 80%, un 2,25 frutos por planta, en el tamaño de fruto con 9,86 cm, para el peso de fruto un 79,4 g y un rendimiento de 814,78 kg/ha, siendo el menos recomendado.
- En la variable altura de la planta el mejor tratamiento fue T1 con 32,17 cm, en área foliar fue T2 con 91,45 cm<sup>2</sup>, para la variable grados SPAD fue T4 con 62,33, en incidencia fue T2 con 67% y el T5 con 4,13 frutos por planta, T1 y T2 en las variables peso de fruto, tamaño de fruto y rendimiento (kg/ha).
- El uso de silicio formó una barrera física de protección ante insectos vectores y patógenos causantes de enfermedades del follaje en las plantas de pimiento.

## RECOMENDACIONES

---

- Se debe aplicar silicio foliar en dosis de 4cc/L cada 7 días, para mantener una barrera física para la prevención de enfermedades del follaje, realizándola en horas de la mañana o tarde debido a la incidencia de los rayos solares sobre el follaje.
- Llevar el control de malezas permanente con el fin de limitar el ecosistema de los insectos vectores.
- Se recomienda un manejo nutricional y sanitario permanente, así como sus labores culturales oportunas, para el buen desarrollo de la planta.
- Se debe usar boquillas anti deriva con la finalidad de hacer llegar al follaje de la planta el producto de interés.





GRACIAS

TSR1