



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# EFECTO DEL RIEGO OZONIZADO EN DESARROLLO VEGETATIVO Y CONTROL DE *Cladosporium sp.* EN EL CULTIVO DE PEPINO

María Dolores García García, Juan Manuel Barrios Díaz, Carmela Hernández Domínguez, Ramón González Marqués, Sigfrido David Morales Fernández y Óscar Iván Alfonso Ruíz.



Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021





# I. INTRODUCCIÓN

- a) Importancia del cultivo de pepino (SIAP, 2018).
- b) Problemática

Susceptibilidad a enfermedades de origen fungoso (Obregón 2017).



*Cladosporium* sp.



*Erysiphe cichoracearum*



*Pseudonospora cubensis*

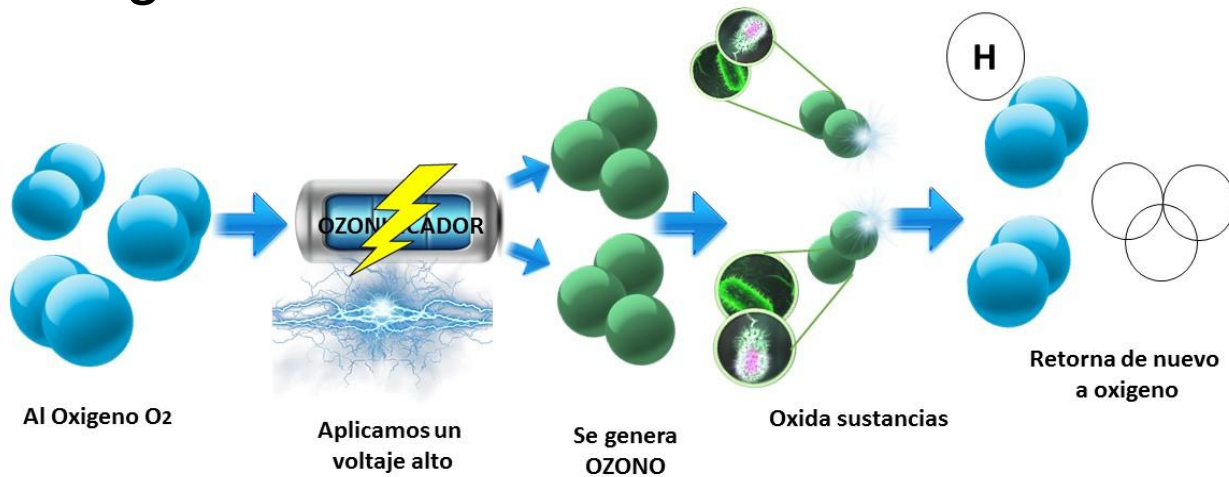


*Alternaria* spp.



## c) Riego ozonizado

- Ozono disuelto en agua.
- Beneficios del riego de cultivos con agua ozonizada.



(Graham *et al.*, 2011)





## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del ozono aplicado en el agua de riego en el desarrollo vegetal y el control de *Cladosporium* sp. en las hojas de la planta de pepino.

### 2.2 Objetivos específicos

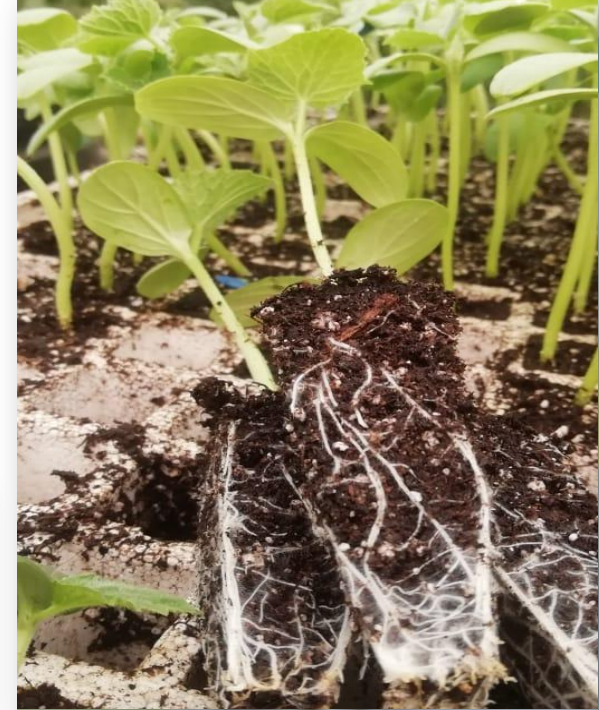
- Evaluar el crecimiento y desarrollo de la planta de pepino.
- Determinar la incidencia y severidad de *Cladosporium* sp.





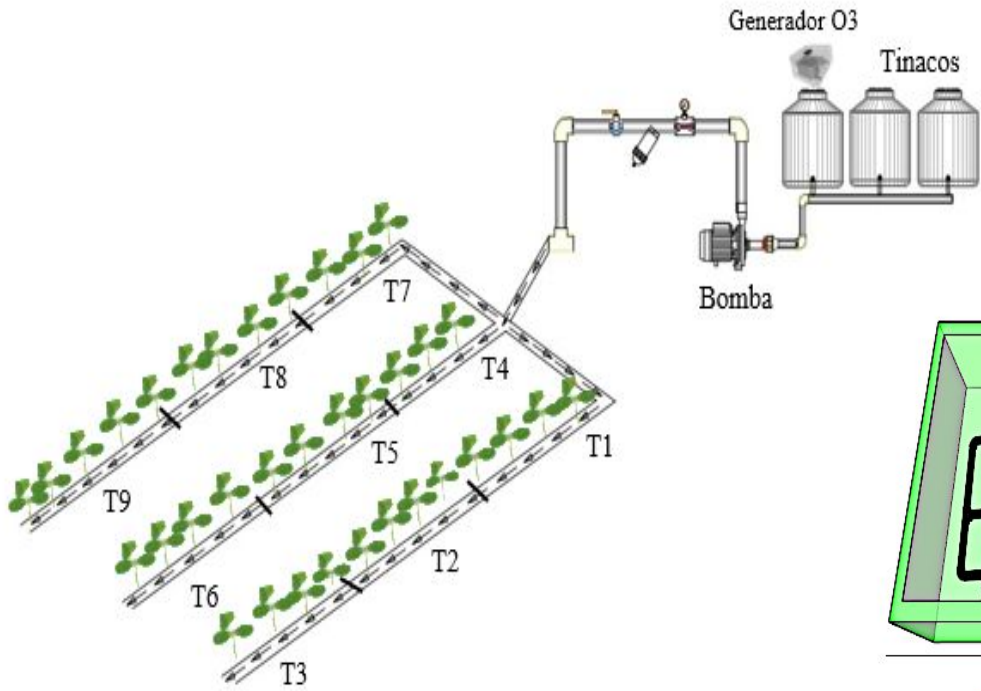
# III. MATERIALES Y MÉTODOS

- 1) Ubicación del lugar.
- 2) Material vegetativo – CU202.
- 3) Acondicionamiento del área experimental.

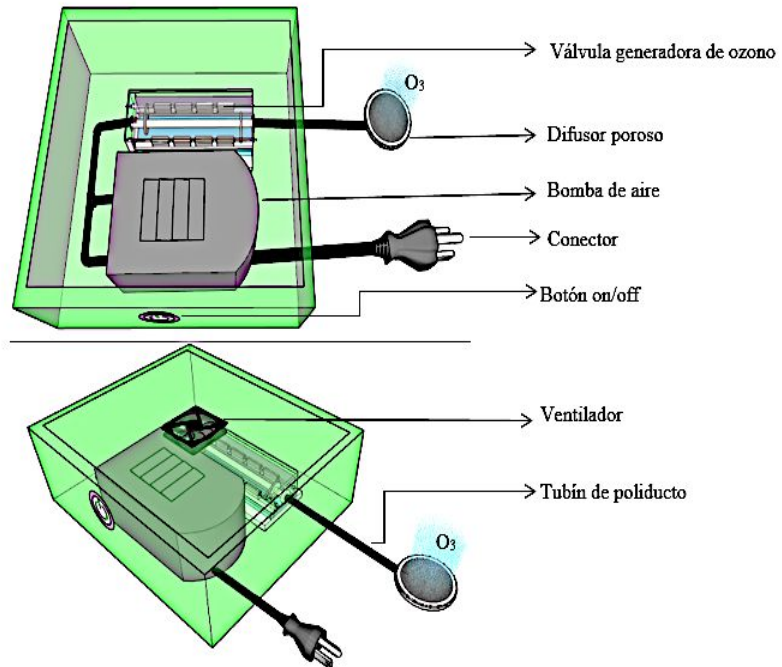




# 3) Sistema de riego



**Figura 1.** Sistema de riego con ozono



**Figura 2.** Generador de ozono



**Figura 3.** Medidor ORP



## 4) Diseño experimental

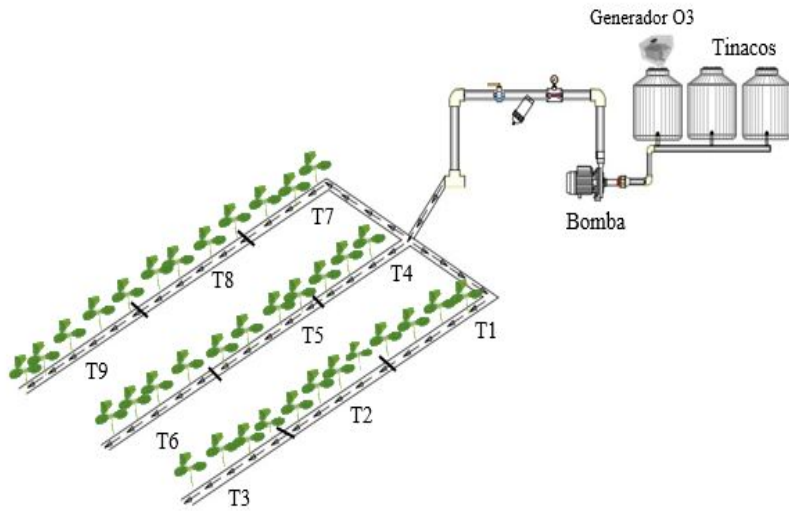
Diseño completamente al azar en arreglo factorial  $3^2$  – Nueve unidades experimentales por tratamiento (Cuadro 1 y 2).

**Cuadro 1.** Factores evaluados en el experimento.

<b>Factor A</b> Concentración de ozono	<b>Factor B</b> Tratamiento químico para control de <i>Cladosporium</i> sp.
Capacidad oxidante alcanzada en una hora (COA)	Dosis completa (DC)
Capacidad oxidante alcanzada en media hora (COB)	Dosis media (DM)
Sin ozono (SO)	Sin tratamiento químico (STQ)



## Cuadro 2. Tratamientos evaluados.



No. de tratamiento	Combinación de factores
1	SO, STQ
2	SO, DM
3	SO, DC
4	COA, DC
5	COA, STQ
6	COA, DM
7	COB, DM
8	COB, DC
9	COB, STQ





## 5) Establecimiento y manejo del cultivo

- Trifloxistrobyn (0.5 mL/L para dosis completas y 0.25 mL/L para dosis medias).
- Clorotalonil + Cymoxanil (2.0 g/L para dosis completas y 1.0 g/L para dosis medias).

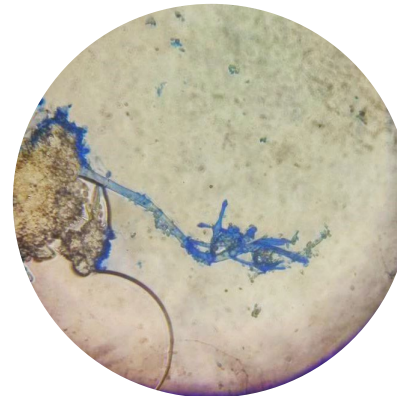
**Cuadro 3.** Programa de fertilización del cultivo de pepino.

Etapa	Días	Cantidad de fertilizante (kg/ha/día)					
		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO
Establecimiento	20	3.5	2.3	4.0	5.7	3.2	0.0
Desarrollo vegetativo	20 a 40	1.2	7.5	8.0	4.6	6.4	0.0
Floración	40 a 60	0.2	14.5	8.0	3.8	6.4	0.0
Producción	60 en adelante	0.0	7.0	8.0	2.0	6.4	9.0

## 6) Evaluación de variables

### Identificación de enfermedades

$$\text{Incidencia (\%)} = \left( \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} \right) * 100$$



**Figura 5.** *Cladosporium* sp.





*Cladosporium* sp.

## Cuadro 4. Escala de Horsfall-Barratt

Escala	Porcentaje de daño
1	0
2	0 a 3
3	3 a 6
4	6 a 12
5	12 a 25
6	25 a 50
7	50 a 75
8	75 a 88
9	88 a 94
10	94 a 97
11	97 a 100
12	100

## Desarrollo vegetativo

- Altura de planta (AP).
- Número de hojas (NH).
- Diámetro del tallo (DT).

## 7) Análisis estadístico



# IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- CAPACIDAD OXIDANTE DEL AGUA DE RIEGO
- EFECTO DE LOS FACTORES DE ESTUDIO

**Cuadro 5.** Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables de desarrollo vegetativo en el cultivo de pepino.

Evaluación	Variable	Fuentes de variación				
		FA	FB	FAxFB	ERROR	CV (%)
20 ddt	AP (m)	0.00*	0.03**	0.01**	0.00	13.70
	DT (mm)	0.81 <sup>ns</sup>	2.29**	1.58**	0.35	10.53
	NH	0.33 <sup>ns</sup>	5.77**	5.77**	0.39	12.43
30 ddt	AP (m)	0.06 <sup>ns</sup>	0.31**	0.52**	0.04	11.21
	DT (mm)	6.11*	17.44**	0.73 <sup>ns</sup>	1.60	12.30
	NH	23.59**	3.37 <sup>ns</sup>	35.68**	3.32	11.50
60 ddt	AP (m)	0.12 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.27*	0.09	13.07
	DT (mm)	25.71**	5.87 <sup>ns</sup>	5.09*	2.05	12.65
	NH	14.57 <sup>ns</sup>	19.11 <sup>ns</sup>	21.99 <sup>ns</sup>	10.96	14.19
70 ddt	AP (m)	0.11 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>	0.67*	0.24	14.63
	DT (mm)	33.73**	5.65 <sup>ns</sup>	4.72 <sup>ns</sup>	2.46	10.64
	NH	6.25*	138.13**	226.46**	26.73	16.05

ns, \*, \*\*: No significativo, significativo y altamente significativo a una  $P \leq 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente.

ddt: Días después del trasplante.

CV: Coeficiente de variación. FA: Concentración de ozono; FB: Tratamiento químico para el control de enfermedades fungosas; AP: Altura de planta; DT: Diámetro del tallo; NH: Número de hojas.







# NIVELES DE LA CAPACIDAD OXIDANTE DEL AGUA DE RIEGO Y TRATAMIENTO QUÍMICO

**Cuadro 6.** Desarrollo vegetativo en los niveles de factores de concentración de ozono y dosis de producto químico para el control de *Cladosporium* sp.

Etapa	Variable	Concentración Ozono (FA)				Tratamiento Químico para el Control de <i>Cladosporium</i> sp. (FB)				
		COA	COB	SO	DMSH	DC	DM	STQ	DMSH	
20 ddt	AP (m)	0.24b <sup>z</sup>	0.25ab	0.26a	0.02	0.22c	0.24b	0.29a	0.02	
	DT (mm)	5.82a	5.64a	5.48a	0.38	5.32b	5.88a	5.74a	0.38	
	NH	5.07a	5.18a	4.96a	0.41	4.55b	5.22a	5.44a	0.41	
30 ddt	AP (m)	1.77a	1.80a	1.87a	0.13	1.69b	1.85a	1.89a	0.13	
	DT (mm)	9.79b	10.74a	10.37ab	0.82	9.40b	10.53a	10.96a	0.82	
	NH	14.77b	16.48a	16.29a	1.18	15.44a	16.03a	16.07a	1.18	
60 ddt	AP (m)	2.42a	2.31a	2.44a	0.20	2.40a	2.44a	2.3a	0.20	
	DT (mm)	12.18a	11.55a	10.25b	0.94	10.81b	11.46ab	11.76a	0.94	
	NH	22.96a	22.85a	24.19a	2.17	23.85a	23.77a	22.30a	2.17	
70 ddt	AP (m)	3.29a	3.33a	3.42a	0.34	3.36a	3.51a	3.19a	0.34	
	DT (mm)	13.81b	14.14b	16.00a	1.11	4.28a	14.76a	15.21a	1.11	
	NH	29.22ab	27.76b	32.07a	4.14	26.88b	34.76a	28.60b	4.13	

<sup>z</sup> Valores con la misma letra dentro de las filas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.05.

DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

ddt: Días después del trasplante.

COA: Capacidad oxidante alcanzada en una hora; COB: Capacidad oxidante alcanzada en media hora; SO: Sin ozono; DC: Dosis completa; DM: Dosis media; STQ: Sin tratamiento químico para el control de enfermedades fungosas; AP: Altura de planta; DT: Diámetro del tallo; NH: Número de hojas.

# • INTERACCIÓN DE LOS FACTORES

**Cuadro 7.** Interacciones de los factores en las variables de desarrollo vegetativo del cultivo de pepino.

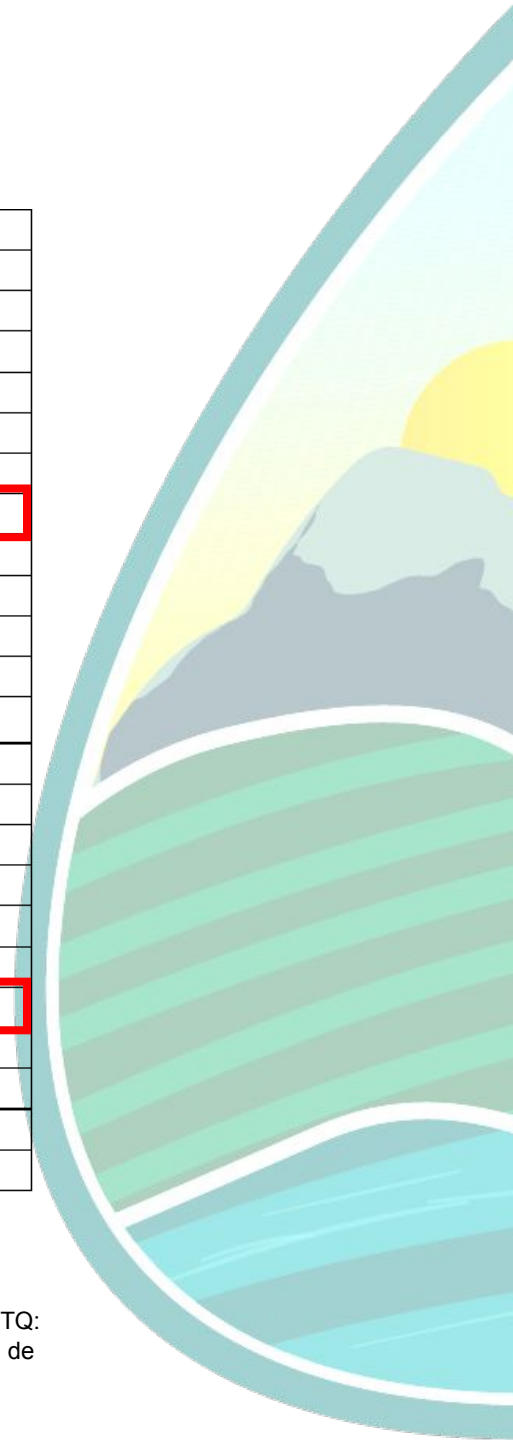
Interacción	20 ddt			30 ddt		
	AP (m)	DT (mm)	NH	AP (m)	DT (mm)	NH
COAxDC	0.23 b <sup>z</sup>	5.48bc	4.55cd	1.68cd	9.00b	14.55cd
COAxDM	0.25b	6.44a	5.66ab	2.04ab	10.16ab	16.77abc
COAxSTQ	0.23b	5.55abc	5.00abcd	1.60d	10.22ab	13.00d
COBxDC	0.21b	5.54bc	4.77bcd	1.80bcd	9.66b	17.22abc
COBxDM	0.21b	5.38bc	4.88bcd	1.68cd	10.77ab	14.88bcd
<b>COBxSTQ</b>	<b>0.32a</b>	<b>6.00ab</b>	<b>5.88a</b>	<b>1.91abc</b>	<b>11.77a</b>	<b>17.33ab</b>
SOxDC	0.21b	4.94c	4.33d	1.59d	9.55b	14.5cd
SOxDM	0.26b	5.83abc	5.11abcd	1.85bcd	10.66ab	16.44abc
SOxSTQ	0.32a	5.66abc	5.44abc	2.17a	10.88ab	17.88a
DMSH	0.05	0.89	0.95	0.30	1.91	2.74
Interacción	60 ddt			70 ddt		
	AP (m)	DT (mm)	NH	AP (m)	DT (mm)	NH
COAxDC	2.45a	11.66abcd	23.44a	3.50ab	13.71bc	34.33ab
COAxDM	2.62a	12.55ab	24.55a	3.58a	13.37bc	35.00ab
COAxSTQ	2.19a	12.33abc	20.88a	2.74b	14.42abc	24.33dc
COBxDC	2.43a	10.55bcd	24.66a	3.39ab	13.11c	22.40d
COBxDM	2.26a	11.22abcd	21.55a	3.44ab	15.75abc	41.50a
<b>COBxSTQ</b>	<b>2.25a</b>	<b>12.88a</b>	<b>22.33a</b>	<b>3.20ab</b>	<b>14.50abc</b>	<b>32.71abc</b>
SOxDC	2.33a	10.22dc	23.44a	3.23ab	15.88ab	30.22bcd
SOxDM	2.44a	10.61bcd	25.22a	3.49ab	16.62a	31.55bcd
SOxSTQ	2.57a	9.87d	23.87 <sup>a</sup>	3.57ab	15.55abc	34.75ab
DMSH	0.47	2.17	5.02	0.83	2.65	9.88

<sup>z</sup> Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.05.

DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

ddt: Días después del trasplante.

COA: Capacidad oxidante alcanzada en una hora; COB: Capacidad oxidante alcanzada en media hora; SO: Sin ozono; DC: Dosis completa; DM: Dosis media; STQ: Sin tratamiento químico para el control de enfermedades fungosas; AP: Altura de planta; DT: Diámetro del tallo; NH: Número de hojas; ddt: Días después de trasplante.





# • INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE *Cladosporium* sp.

**Cuadro 8.** Incidencia de daño foliar causados por *Cladosporium* sp. en plantas de pepino.

Tratamiento	60 ddt	80 ddt	100 ddt
	IC (%)	IC (%)	IC (%)
COAxDC	11.11	11.1	0
COAxDM	11.11	0	0
COAxSTQ	0	33.33	0
COBxDC	0	11.11	22.22
COBxDM	44.44	0	0
COBxSTQ	0	0	11.11
SOxDC	11.11	0	11.11
SOxDM	0	0	0
SOxSTQ	0	0	0



**Cuadro 9.** Severidad de las enfermedades a nivel foliar en plantas del cultivo de pepino.

Tratamiento	60 ddt	80 ddt	100 ddt
	SC	SC	SC
COAxDC	2	3	0
COAxDM	3	0	0
COAxSTQ	0	7	0
COBxDC	0	5	5
COBxDM	6	0	0
COBxSTQ	0	0	4
SOxDC	4	0	6
SOxDM	0	0	0
SOxSTQ	0	0	0

ddt: Días después del trasplante.

COA: Capacidad oxidante alcanzada en una hora; COB: Capacidad oxidante alcanzada en media hora; SO: Sin ozono; DC: Dosis completa; DM: Dosis media; STQ: Sin tratamiento químico para el control de enfermedades fungosas; IC: Incidencia de *Cladosporium* sp.; SC: Severidad por *Cladosporium* sp





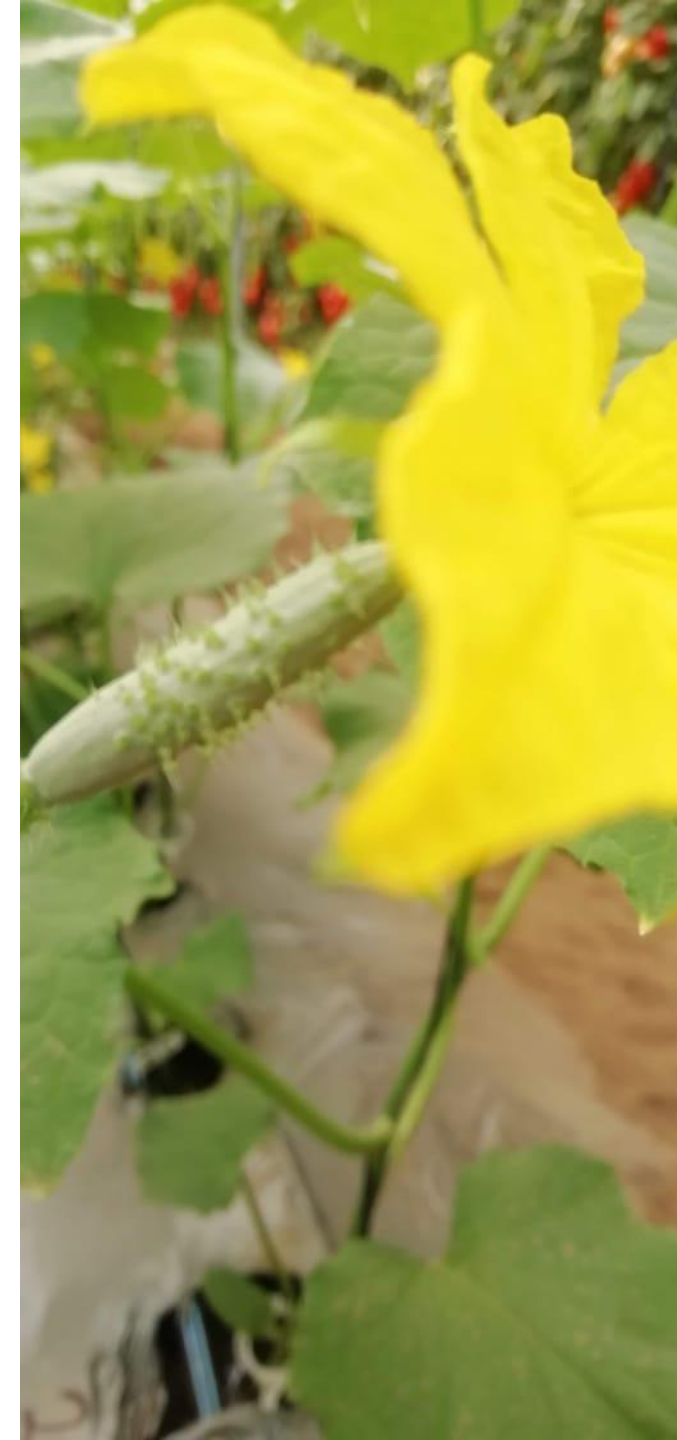
# CONCLUSIONES

El agua ozonizada con capacidad oxidante comprendida entre 250 y 350 mV al interactuar con Trifloxistrobyn (0.25 mL/L) y Clorotalonil + Cymoxanil (1.0 g/L) disminuye la incidencia y severidad de *Cladosporium* sp. en las hojas de las plantas de pepino y mientras más baja sea la capacidad oxidante (200 a 250 mV) es necesaria una mayor dosis de los fungicidas evaluados.

El riego ozonizado afectó el desarrollo vegetal cuando el agua alcanza una capacidad oxidante entre los 250 a 350 mV provocando alteraciones en el DT, AP y NH, pero si la capacidad oxidante del agua está en un rango de 200 a 250 mV se mantiene un desarrollo vegetal sin afectaciones.

La principal ventaja de aplicar agua ozonizada al cultivo de pepino fue disminuir en 50 % la dosis convencional de fungicidas que controlan *Cladosporium* sp., lo cual reduce impactos adversos al ambiente, salud humana y económicos.

Debido a que el ozono en el agua de riego generó un comportamiento inestable de crecimiento vegetativo de la planta de pepino se recomienda realizar otras investigaciones que ayuden a determinar el rango óptimo de capacidad oxidante del agua ozonizada.





"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



**Sexto**  
**Congreso Nacional**  
Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora

# ¡GRACIAS!

**MARÍA DOLORES GARCÍA GARCÍA**  
**INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA - BUAP**

✉ [juan.barrios@correo.buap.mx](mailto:juan.barrios@correo.buap.mx)

