

**Evaluación del efecto bio-estimulante de
Agro-Mos[®], Tricho zam y Bellis 38 WG sobre
el daño de *Xanthomonas campestris* y
Pseudomonas syringae en chile pimiento**

**Alexander Josué Cruz Martínez
Diego Andrés Umanzor Saravia**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación del efecto bio-estimulante de
Agro-Mos®[®], Tricho zam y Bellis 38 WG sobre
el daño de *Xanthomonas campestris* y
Pseudomonas syringae en chile pimiento**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Alexander Josué Cruz Martínez
Diego Andrés Umanzor Saravia**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Evaluación del efecto bio-estimulante de Agro-Mos®, Trichozam y Bellis 38 WG sobre el daño de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* en Chile pimiento

**Diego Andrés Umanzor Saravia
Alexander Josué Cruz Martínez**

Resumen. Los agroquímicos son efectivos para controlar enfermedades, sin embargo, causan contaminación ambiental y riesgos en la salud del consumidor. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de bio-estimulantes sobre: el crecimiento radicular, control de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae*, y el efecto que tienen sobre el rendimiento en Chile pimiento. Se realizaron aplicaciones de Agro-Mos (1 L/ha y 2 L/ha), Bellis 38 WG (0.8 kg/ha) y Trichozam (0.5 kg/ha) en plántulas y se evaluaron las raíces después de 15 días después de aplicados los tratamientos con WinRHIZO®. En campo se realizaron seis aplicaciones de Agro-Mos (1 L/ha y 2 L/ha), Bellis 38 WG (0.8 kg/ha), Trichozam (0.5 kg/ha) cada 15 días, se realizaron mediciones semanales de porcentaje de incidencia y severidad de las enfermedades mediante la toma de fotografías de 10 hojas por unidad experimental que se analizaron por medio del software Assess 2.0®. Los datos fueron transformados para determinar el área bajo la curva de progresión de la enfermedad. Se realizaron cuatro cosechas con las cuales se determinó rendimiento comercial y no comercial. Se encontró que aplicaciones Agro-Mos (1 L/ha y 2 L/ha) no tienen efecto en el crecimiento radicular de plántulas en comparación con el testigo. Las aplicaciones de Agro-Mos (1 L/ha), Trichozam (0.5 kg/ha) y Bellis 38 WG (0.5 kg/ha) generaron la menor severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* en el área bajo la curva en comparación con Agro-Mos (2 L/ha) y el testigo. Los rendimientos obtenidos en todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales.

Palabras clave: Elicitores, fitoalexinas, metabolitos secundarios.

Abstract. Agrochemicals are an effective measure to control diseases; however, they cause environmental contamination and risk to consumer's health. The objective was to evaluate the effect of bio-stimulants in: root growth, control of *Xanthomonas campestris* and *Pseudomonas syringae*, and yield of pepper. One application of Agro-Mos (1 and 2 L/ha), Bellis 38 WG (0.8 kg/ha), Trichozam (0.5 kg/ha) was made in seedlings and root growth was evaluated 15 days later with WinRHIZO®. On field, six applications of Agro-Mos (1 and 2 L/ha), Bellis 38 WG (0.8 kg/ha), Trichozam (0.5 kg/ha) were made every 15 days and weekly measurements of incidence and severity of diseases were conducted, by photographing 10 leaf samples per experimental unit and analyzing them through Assess 2.0® software. The data for these variables was transformed, in order to determine the area under the disease progress curve. Four harvests were made with which commercial and non-commercial yield was determined. It was found that Agro-Mos (1 and 2 L/ha) had no effect on seedling root growth compared to the control. The applications of Agro-Mos (1 L/ha), Trichozam (0.5 kg/ha), and Bellis 38 WG (0.8 kg/ha) had the lowest percentage of severity of *Xanthomonas campestris* and *Pseudomonas syringae* in the area under the curve compared to Agro-Mos (2 L/ha) and the control. The yields obtained in all of the treatments were statistically the same.

Key words: Elicitors, phytoalexins, secondary metabolites.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figuras	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4. CONCLUSIONES.....	17
5. RECOMENDACIONES.....	18
6. LITERATURA CITADA	19

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Plan de fertilización de chile pimiento.	4
2. Descripción de tratamientos utilizados.	5
3. Determinación de la efectividad de los bio-estimulantes en el área radicular, largo total de raíces, diámetro promedio y volumen radicular en plántulas de chile pimiento variedad Cortés F1.....	10
4. Estimación de área bajo la curva del progreso de las enfermedades de <i>Xanthomonas campestris</i> y <i>Pseudomonas syringae</i> en el cultivo de chile utilizando bio-estimulantes.....	11
5. Rendimiento comercial (RC) y no comercial (RNC) de chile pimiento var. Cortés F1 en Kg/ha, Zamorano, 2018	15
6. Rendimiento comercial (RC) y no comercial por cosecha (RNC) de chile pimiento var. Cortés F1, Zamorano 2018.....	16
Figuras	Página
1. Distribución de siembra de barrera viva de sorgo.....	3
2. Arreglo espacial de los tratamientos y sus repeticiones.....	5
3. Hojas infectadas por (A) <i>Xanthomonas campestris</i> y (B) <i>Pseudomonas syringae</i>	6
4. Raíz escaneada con un Scanner Epson V700.....	7
5. Determinación de porcentaje de severidad usando Assess 2.0®.....	8
6. Estimación del progreso de la severidad de la <i>Xanthomonas campestris</i> y <i>Pseudomonas syringae</i> en área bajo la curva en chile pimiento.	12

1. INTRODUCCIÓN

El chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), es una solanácea originaria de México y América Central y se posiciona como la segunda hortaliza más importante a nivel mundial (Ashilenje 2013; Nkansah *et al.* 2017). Con una producción mundial de 34.49 millones de toneladas y un crecimiento anual en la demanda del 2.5%, siendo China el mayor productor del mundo con 17.45 millones de toneladas (FAO 2017a; Gulick 2017).

El chile pimiento es una hortaliza de importancia en Honduras, que se sitúa en el segundo lugar en producción en Centro América, con un total de 17,198 t, lo que equivale a un área de aproximadamente 1,307 ha (FAO 2017b), siendo el chile de colores el de mayor exportación. La demanda de chile pimiento hondureño en el mercado internacional ha aumentado en los últimos 5 años, siendo Estados Unidos el principal destino de los envíos con cerca de 6,139 t exportadas entre 2013 y 2016 (INE 2016).

La producción de chile en campo es afectada por factores que causan estrés tanto de origen abiótico (temperatura, precipitación, el suelo y la variabilidad climática), biótico (plagas insectiles, animales y enfermedades). Las enfermedades de origen fúngico, bacterial y viral representan pérdidas hasta un 42% en la producción mundial de alimentos cada año, lo que genera una creciente demanda de productos químicos (Hoyos 2011).

Una de las principales enfermedades que atacan el chile pimiento es la mancha bacteriana causada por *Xanthomonas axonopodis* pv *vesicatoria*, prolifera rápidamente a temperaturas superiores a 20°C, los principales síntomas son el desarrollo de manchas pequeñas, angulares y húmedas en el envés de las hojas, que luego se hacen circulares e irregulares con márgenes amarillos. Entre las prácticas de manejo figuran; el uso de semilla libre de patógenos, rotación de cultivos, aplicaciones de compuestos a base de cobre, oxitetraciclinas y *Streptomyces* (PHC 2010).

Los pesticidas son eficaces en el control de enfermedades, sin embargo, el uso inapropiado de los mismos conlleva a serios problemas de contaminación del medio ambiente y daños a la salud de los consumidores (Sánchez y Ortíz 2011). Según estimaciones de la OMS (2017) cada año se enferman 600 millones de personas donde casi uno de cada diez casos es atribuido al consumo de alimentos contaminados.

Bajo el enfoque de la agricultura sostenible es necesario buscar alternativas que permitan aumentar los niveles de producción, reducir el uso de pesticidas que afectan el medio ambiente y disminuir los efectos negativos en la salud del consumidor. El desarrollo y uso de bio-estimulantes es una alternativa que puede beneficiar la producción de alimentos más saludables, reducir las aplicaciones de agroquímicos y disminuir la contaminación ambiental (Aguado-Santacruz *et al.* 2012). Los bio-estimulantes son productos de origen

biológico, que en su formulación contienen organismos vivos o parte de ellos que ayudan a mejorar el estado nutricional y/o activan mecanismos de defensa de las plantas (Parađiković *et al.* 2011).

Agro-Mos® es un producto elaborado a base de alpha-amino nitrógeno, cobre (4%), y extracto de fermentaciones de bacterias y levaduras, se posiciona en la categoría de bioestimulante, que confiere resistencia al ataque de organismos fitopatógenos (Alltech 2015). La base fisiológica y bioquímica de la resistencia al ataque de patógenos fúngicos y bacterianos; se encuentra relacionada a la biosíntesis de metabolitos secundarios implicados en los procesos infecciosos (García y Pérez 2003). Los metabolitos secundarios responsables de la activación de mecanismos de defensa son conocidos como elicitores (Ebel y Cosiot 1994). Agro-Mos® provee de elicitores a las plantas para promover la producción de fitoalexinas. Agrios (2001) señala que la resistencia ocurre cuando una o más fitoalexinas alcanzan una concentración suficiente para inhibir el desarrollo del patógeno.

Asimismo, como respuesta a la búsqueda de alternativas se han desarrollado productos químicos sintéticos tales como Bellis 38 WG que combate las enfermedades y confiere vitalidad y mayor tolerancia al estrés. Este es un fungicida sistémico que combina la acción de Pyraclostrobin + Boscalid y la tecnología AgCelence. Pyraclostrobin bloquea el abastecimiento de energía por interrupción de la cadena respiratoria, provocando la inhibición de la esporulación. Boscalid afecta la cadena de respiración en la mitocondria, cuya acción se refleja en la inhibición germinativa de las esporas, el crecimiento micelial y la esporulación (Avenot y Michailides 2007). La tecnología AgCelence se basa en la estrobirulina F500, cuyo efecto propicia una mayor fotosíntesis, incrementa el índice de área foliar de la planta, aumenta la asimilación de nitrógeno, induce una mayor tolerancia al estrés y mejora la eficiencia en el uso del agua (BASF 2018).

Trichozam, es producto de los aislamientos de dos cepas del hongo benéfico *Trichoderma harzianum*, cuyo uso ha tenido éxito como agente de control biológico. Ezziyyani *et al.* (2005) evaluaron la efectividad de *Trichoderma harzianum* en Chile pimiento contra *Phytophthora capsici*, en plantas sembradas directo al suelo y en macetas, aplicando 15 g/planta, donde encontraron una reducción del 22 y 56% para plantas en suelo y macetas respectivamente en comparación con el testigo.

El análisis de la efectividad de productos alternativos al control de enfermedades de origen bacteriano y micótico se fundamenta en la necesidad de reducir los efectos adversos de las aplicaciones de agroquímicos.

Bajo lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de las aplicaciones de Agro-Mos®, Trichozam y Bellis 38 WG en el crecimiento radicular de plántulas de Chile pimiento.
- Evaluar el efecto de Agro-Mos®, Trichozam y Bellis 38 WG en el control de incidencia y severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae*,
- Determinar el efecto de Agro-Mos®, Trichozam y Bellis 38 WG en el rendimiento comercial y no comercial del Chile pimiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó durante los meses de febrero a junio de 2018 en la Parcela Experimental de la Unidad de Control Biológico de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras (14° 0'47.00"N, 87° 0'9.96"O). El experimento se estableció a campo abierto en un terreno con un área de 1080 m². La precipitación acumulada en los meses que se realizó el ensayo fue de 662.4 mm y la temperatura promedio fue de 23.2 °C.

Preparación del terreno.

La preparación del terreno se hizo con dos pases de rastra pesada. Se contó con un total de 20 camas de siembra con una altura de 0.45 m, 1 m de ancho y un largo de 30 m, separadas a 1.5 m entre las mismas. Cincuenta días antes del trasplante se realizó la siembra de una barrera viva de sorgo en el perímetro de la parcela (Figura 1).

Se colocó una cinta de riego (Azud) por cama y se regaron las camas para promover el desarrollo de malezas que fueron controladas con Paraquat a una dosis de 2 L/ha. Veinte días antes del trasplante se nivelaron las camas con azadón y rastrillo y se realizó el emplasticado con mulch plástico gris. Cada unidad experimental tenía un área de 25 m², y contaba con cuatro camas de siembra de 5 m de largo. Se dejó un espacio de 1 m entre unidad experimental y se colocaron 2 estacas por subunidad con el fin de proveer soporte para la colocación de una manta térmica marca Agribon®. La manta térmica es una barrera física entre la planta y el medio para protegerla de insectos y polvo. Esta cobertura permaneció durante 45 días después del trasplante (DDT).

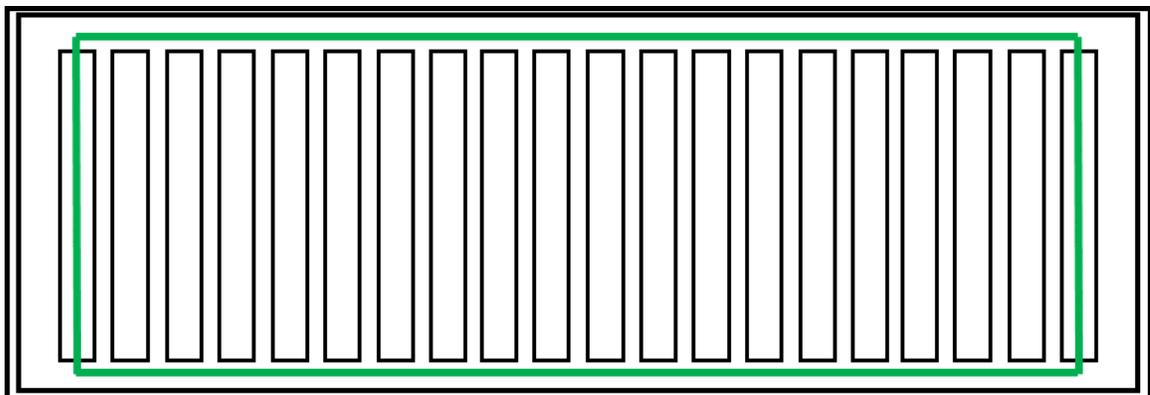


Figura 1. Distribución de siembra de barrera viva de sorgo.

Establecimiento de semilla.

La siembra del chile Cortes F1 se llevó a cabo el 2 de febrero de 2018 en la sección de plántulas de la Unidad de Ornamentales y Propagación. Se sembró en bandejas de 200 celdas y se colocaron en un cámara de germinación a 25 °C durante 3 días. Posteriormente, se trasladaron las bandejas a un invernadero donde permanecieron durante 30 días. Fueron regadas y fertilizadas según los lineamientos establecidos por la unidad.

Trasplante.

Previo al trasplante se realizó el ahoyado del plástico de las camas con un tubo de PVC dentado con un diámetro de 10 cm. El trasplante a campo se realizó 30 días después de la germinación con el sistema de plantación de tres bolillos, con un total de 128 plantas por unidad experimental, y un total de 2,560 plantas para el ensayo.

Riego.

Se colocó una cinta de riego por cama (Azud 0.5 < L/ha/emisor) con 0.1 m de distancia entre gotero y grosor de pared de 0.8 mm. Un día antes del trasplante se regó por dos horas para humedecer el suelo y facilitar el proceso siembra. El riego se realizó según los requerimientos en las etapas del cultivo.

Fertilización.

Se fertilizó dos veces por semana a través del sistema de riego. Los tratamientos fueron fertilizados según los requerimientos nutricionales del cultivo hasta la semana 14 después del trasplante (Cuadro 1).

Cuadro 1. Plan de fertilización de chile pimiento.

Nutrientes	kg/ha
N	326
P ₂ O ₅	108
K ₂ O	383
MgO	40
CaO	160
SO ₃	80

Fuente: Lardizabal y Medlicott 2010.

Tratamientos.

Siembra.

La aplicación se realizó 15 días después de la siembra de semilla con un atomizador con 400 mL de agua por bandeja con las dosis recomendadas (Cuadro 2). Las dosis aplicadas se ajustaron al volumen de agua necesario para humedecer una bandeja de 200 celdas.

Trasplante.

La primera aplicación de los tratamientos en campo se realizó 15 días después del trasplante, posteriormente se hicieron cinco aplicaciones con un intervalo de 15 días entre sí. Los tratamientos se aplicaron con una bomba de mochila ECHO SHP-800, cubriendo de

manera uniforme todo el follaje del cultivo ajustados a un volumen de agua de 200 L/ha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de tratamientos utilizados

Tratamiento	Dosis /ha
Agro-Mos 1	1.0 L
Agro-Mos 2	2.0 L
Bellis 38 WG	0.8 kg
Trichozam	0.5 kg
Testigo	-

Diseño experimental.

Ensayo en plántulas. Los tratamientos fueron aplicados en plántulas con un diseño completo al azar (DCA), con tres repeticiones y cinco tratamientos, para un total de 15 unidades experimentales.

Ensayo en campo. Los tratamientos fueron distribuidos en el campo con un diseño de bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones y cinco tratamientos (Figura 2). Se utilizaron un total de 20 unidades experimentales.

Bloque 1		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
E	1	D	2	C	3	B	4
D	5	C	6	B	7	A	8
C	9	B	10	A	11	E	12
B	13	A	14	E	15	D	16
25 m ²	17	E	18	D	19	C	20

Figura 2. Arreglo espacial de los tratamientos y sus repeticiones.

Recolección, aislamiento e inoculación de las enfermedades.

Recolección de material vegetal enfermo y aislamiento. El 12 de abril de 2018 se colectó material vegetal enfermo con síntomas de *Xanthomonas campestris* y *Alternaria solani* del programa de hortalizas de la FHIA y Empresa Dinant.

Las hojas enfermas fueron divididas en porciones de 1 cm², se desinfectaron con una solución de (NaClO al 0.5%) durante dos minutos e inmediatamente se enjuagaron dos

veces en agua estéril. Se sembraron cinco explantes por placa en un medio YDC (Dextrosa extracto de levadura) para *Xanthomonas campestris* y PDA (Papa dextrosa agar) ligeramente acidificado con ácido tartárico para *Alternaria solani* y se introdujeron a una incubadora a una temperatura promedio de 30.2 °C (Castaño 1986).

Tres días después de la siembra se identificó la presencia de los patógenos en base a su hábito de crecimiento y se separaron del resto de las placas que no lo presentaban. Se sembró nuevamente cada patógeno utilizando el método de aislamiento de estría cruzada para purificarlo. Se repitió este procedimiento hasta que no se presentaron indicios de desarrollo de otros organismos distintos a los de interés.

Inoculación de las enfermedades. A los 49 DDT se inoculó en el cultivo establecido en campo, *Xanthomonas campestris* y *Alternaria solani* a concentraciones de 5×10^9 y 5×10^{11} UFC/mL, respectivamente. La inoculación se hizo mediante una fumigación foliar con una mochila bomba ECHO SHP-800.

Análisis fitopatológico de hojas. Después la inoculación se realizaron dos mediciones de incidencia y severidad en las cuales se observaron síntomas de daños por *Xanthomonas campestris*, pero no se observaron síntomas de daño por *Alternaria solani*. Se tomaron cinco hojas en el tercio superior de plantas con manchas necróticas, amarillamientos y lesiones acuosas, que constituyeron una muestra y cinco hojas de plantas con manchas necróticas de color café claro en el centro y amarillamientos que conformaron la muestra dos. Las muestras se empacaron en bolsas plásticas envueltas con papel toalla y se almacenaron en una nevera con hielo. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Fitopatología de la FHIA dónde fueron analizadas. Los resultados confirmaron la presencia *Xanthomonas campestris* en la muestra uno y dieron a conocer la presencia de *Pseudomonas syringae* en la muestra dos (Figura 3). Debido a los resultados de los análisis se decidió seguir realizando los muestreos con la misma metodología y reportar que los valores de incidencia y severidad corresponden a daños ocasionados por bacterias del *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae*.

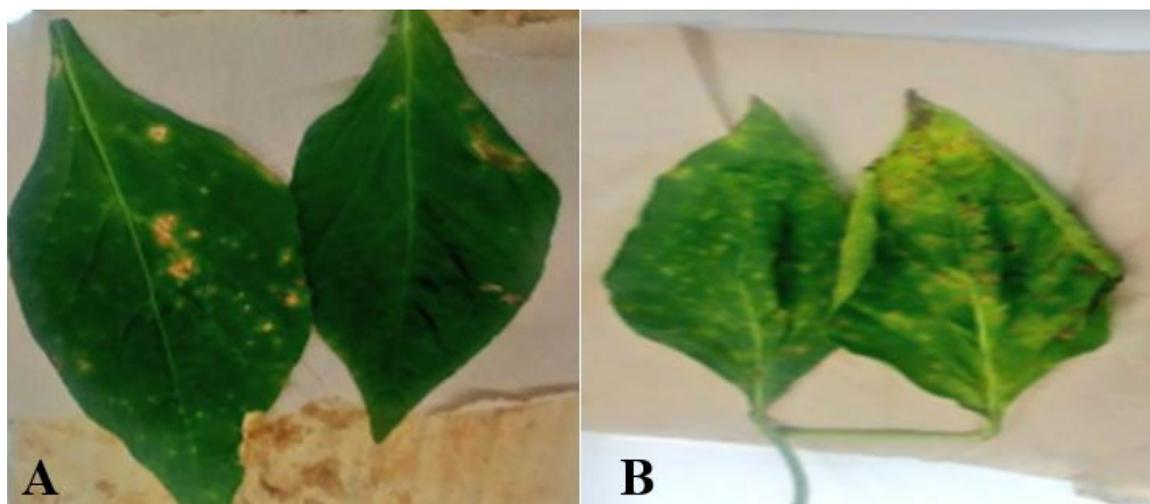


Figura 3. Hojas infectadas por (A) *Xanthomonas campestris* y (B) *Pseudomonas syringae*.

Variables evaluadas.

Área superficial (cm²), largo total de raíz (cm), volumen (cm³) y diámetro radicular (mm). Las variables se midieron quince días después de la aplicación de los tratamientos en las plántulas. Se extrajeron 16 plántulas por unidad experimental, en total 48 plántulas por tratamiento. Para el análisis, las raíces fueron lavadas con un atomizador para remover el sustrato, luego se realizaron cortes en la base del tallo y se almacenaron en frascos de vidrio con una solución de alcohol al 30%. Seguidamente en un scanner Epson V700 se escaneó cada una de las raíces (Figura 4). Con las imágenes obtenidas en el scanner se realizó la medición de las variables utilizando el programa WinRHIZO®.



Figura 4. Raíz escaneada con un Scanner Epson V700.

Porcentaje de severidad. Después de siete días de realizar la inoculación de enfermedades se tomaron 10 hojas del tercio superior de la planta por unidad experimental en cada tratamiento para un total de 40 hojas. A cada hoja se le tomó una fotografía con una cámara Nikon. Cada fotografía se analizó con el software Assess 2.0 para determinar el porcentaje de severidad (Figura 5). El software identifica el porcentaje de área enferma por separación de color y determina la severidad de la enfermedad en valores porcentuales. Se realizaron seis colecciones de muestras con intervalo de siete días entre cada colección.

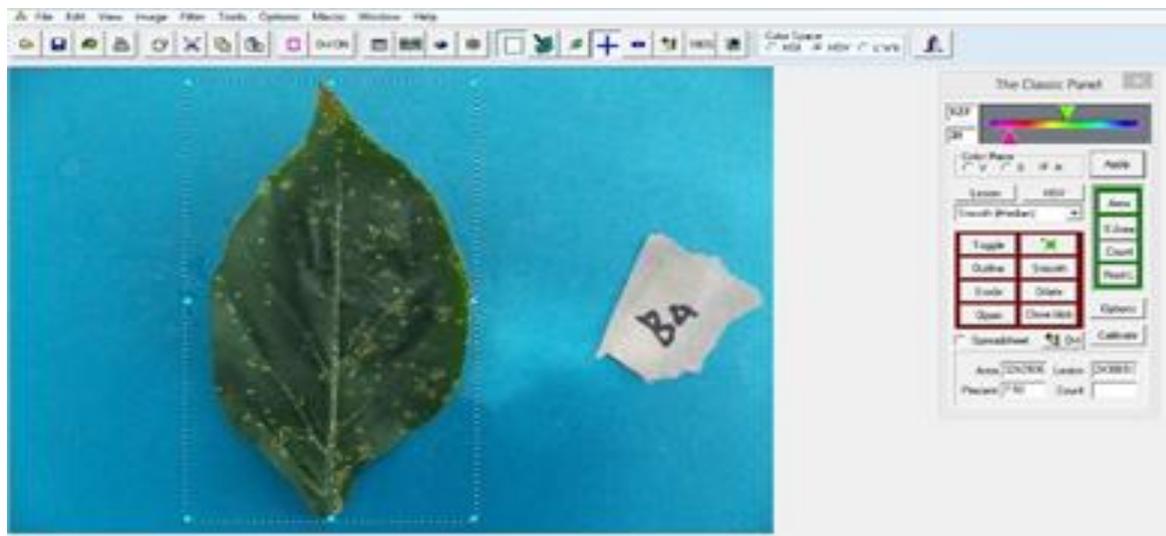


Figura 5. Determinación de porcentaje de severidad usando Assess 2.0.

Porcentaje de incidencia. El porcentaje de incidencia se estimó en base a la presencia o ausencia de síntomas en el análisis de porcentaje de severidad de las diez hojas de cada unidad experimental. Cada hoja con porcentaje de severidad mayor a cero, tomó un valor de 10%.

Transformación de datos. Los datos obtenidos de porcentaje de incidencia y severidad se transformaron mediante la fórmula de área bajo la curva (ABC) del progreso de la enfermedad (Shaner y Finney 1977). Esta es una técnica utilizada para reducir la dimensión de la clasificación de los datos, principalmente cuando hay varias lecturas o evaluaciones a lo largo del ciclo del cultivo, con el objetivo de evitar que las evaluaciones semanales entren en el análisis de varianza como tratamientos.

Fórmula de área bajo la curva

$$ABC = \sum_{i=1}^n [(X_i + X_{i+1})/2] * (t_{i+1} - t_i) \quad [1]$$

Donde:

x_i = Proporción del tejido afectado en la observación i .

$t_{i+1}-t_i$ = Tiempo en días entre dos lecturas

n = Número total de observaciones

\sum = Sumatoria

Rendimiento. Se evaluó el rendimiento comercial y no comercial de cada tratamiento en base de los datos generados por las cuatro cosechas realizadas. Para determinar que frutos entran en cada categoría, se utilizó el sistema de clasificación proporcionado por la "Supermercados La Colonia" como criterio de evaluación. Cada fruto cosechado por tratamiento fue pesado y aquellos con un peso igual o superior a 100 g, sin lesiones, deformidades o la coloración rojiza fueron clasificados como comerciales. Los frutos que

no alcanzaron los requisitos de peso, pero sí satisfacían el resto de las especificaciones se clasificaron como no comerciales.

Análisis estadístico. Los resultados de todas las variables se analizaron utilizando el software Statistical Analysis System (SAS versión 9.4®). Las variables de desarrollo radicular, incidencia y severidad, rendimiento comercial y no comercial se sometieron a un Análisis de Varianza (ANDEVA) usando el Modelo General Lineal (GLM) y se realizó una separación de medias con LSD ($P \leq 0.05$). Para la variable de incidencia y severidad se utilizaron los índices obtenidos de la transformación de datos con la fórmula de área bajo la curva y se sometieron a un análisis de varianza usando el Modelo General Lineal (GLM) y las medias de los tratamientos fueron separadas por una prueba de LSD ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de análisis de raíces.

El área superficial radicular de las plántulas aplicadas con Trichozam fue mayor en 34, 27, 23 y 20% mayor área en comparación con Agro-Mos 1, Agro-Mos 2, el testigo y Bellis respectivamente. En el largo de raíz no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos de Agro-Mos 1, Agro-Mos 2, Trichozam y Bellis. Sin embargo, al compararse con el testigo, Agro-Mos 1, Agro-Mos 2 y Trichozam presentaron un mayor largo de raíz en 22, 13 y 14% respectivamente. En diámetro, Trichozam y el testigo no presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero al compararse con Agro-Mos 1 y Agro-Mos 2 presentaron un mayor diámetro. En volumen radicular, Trichozam fue 71% y 50% mayor en volumen radicular que Agro-Mos 1 y Agro-Mos 2 respectivamente. La aplicación de Agro-Mos 1 presentó una reducción de 28% en el volumen de raíz en comparación con el testigo.

Cuadro 3. Determinación de la efectividad de los bio-estimulantes en el área radicular, largo total de raíces, diámetro promedio y volumen radicular en plántulas de chile pimiento variedad Cortés F1.

Tratamiento	Área (cm ²)	Largo (cm)	Diámetro (mm)	Volumen (cm ³)
Agro-Mos 1	18.1 bc ¥	183 b	0.31 d	0.14 c
Agro-Mos 2	19.8 bc	184 b	0.32 cd	0.16 bc
Bellis	21.6 b	198 b	0.33 ab	0.18 b
Trichozam	27.1a	243 a	0.35 a	0.24 a
Testigo	21.1b	196 b	0.34 ab	0.18 b
Probabilidad	0.0001	0.013	0.0014	0.0001
R ²	0.46	0.40	0.46	0.51
C.V	21.2	20.3	5.6	24.1

¥: Medias dentro de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$).

El aumento de área radicular de Trichozam en comparación con los demás tratamientos posiblemente se debe a su habilidad de aumentar la disponibilidad y absorción de nutrientes (Vinale *et al.* 2014). Los resultados obtenidos de área superficial, diámetro y volumen con Trichozam difieren con los encontrados por Morán Ruiz (2007) quién evaluó el fraccionamiento de dosis de *Trichoderma* en el crecimiento radicular de plántulas

de *Capsicum annuum* y reportó un área superficial radicular de 36.5 cm² con una aplicación, 0.31 mm de diámetro y 0.28 cm³ de volumen.

El volumen y diámetro de Agro-Mos 1 se redujo 28% y 9% en comparación con el testigo, posiblemente por la presencia de cobre en la formulación del producto. Jiang *et al.* (2001) y Liu *et al.* (2009) afirman que la presencia de cobre puede reducir el proceso de división celular y causar daño estructural o muerte de las células del meristemo apical. Kasim (2006) afirma que la presencia de cobre ocasiona una contracción del diámetro de raíces y tallos, y una disminución en el crecimiento de hojas, lo que indica que el cobre también afecta el proceso de expansión celular.

Resultados de incidencia y severidad APS Assess 2.0®

Agro-Mos 1 presentó la incidencia de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* más baja estadísticamente en comparación a los demás tratamientos, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí (Cuadro 4).

Los tratamientos Agro-Mos 1, Bellis y Trichozam no presentaron diferencias significativas entre sí en el área bajo la curva de severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae*, sin embargo, al compararse con el testigo mostraron estadísticamente una reducción de 174, 164 y 140 en el área bajo la curva de severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* (Cuadro 4).

La incidencia del área de la curva de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* de Agro-Mos 1 fue menor estadísticamente que Agro-Mos 2 (Cuadro 4). La aplicación de Agro-Mos 2 redujo la severidad del área bajo la curva de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* en 84 unidades de área bajo la curva en comparación con el testigo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estimación del área bajo la curva del progreso de las enfermedades de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* en el cultivo de chile utilizando bioestimulantes.

Tratamiento	IABC	SABC
Agro-Mos 1	3,097 a ¥	90 a
Agro-Mos 2	3,412 b	180 b
Bellis	3,316 b	100 a
Trichozam	3,351 b	124 a
Testigo	3,438 b	264 c
Probabilidad	0.035	0.0001
R ²	0.65	0.89
C.V	3.42	18.65

¥: Medias en la misma columna con la misma letras son estadísticamente iguales (P≤0.05)

IABC: Incidencia área bajo la curva

SABC: Severidad área bajo la curva

En el día 28 después de trasplante se presentó una reducción de la severidad en todos los tratamientos debido a que se realizó una aplicación de cobre pentahidratado, por que las enfermedades estaban progresando muy rápido y no se quería perder el ensayo (Figura 6).

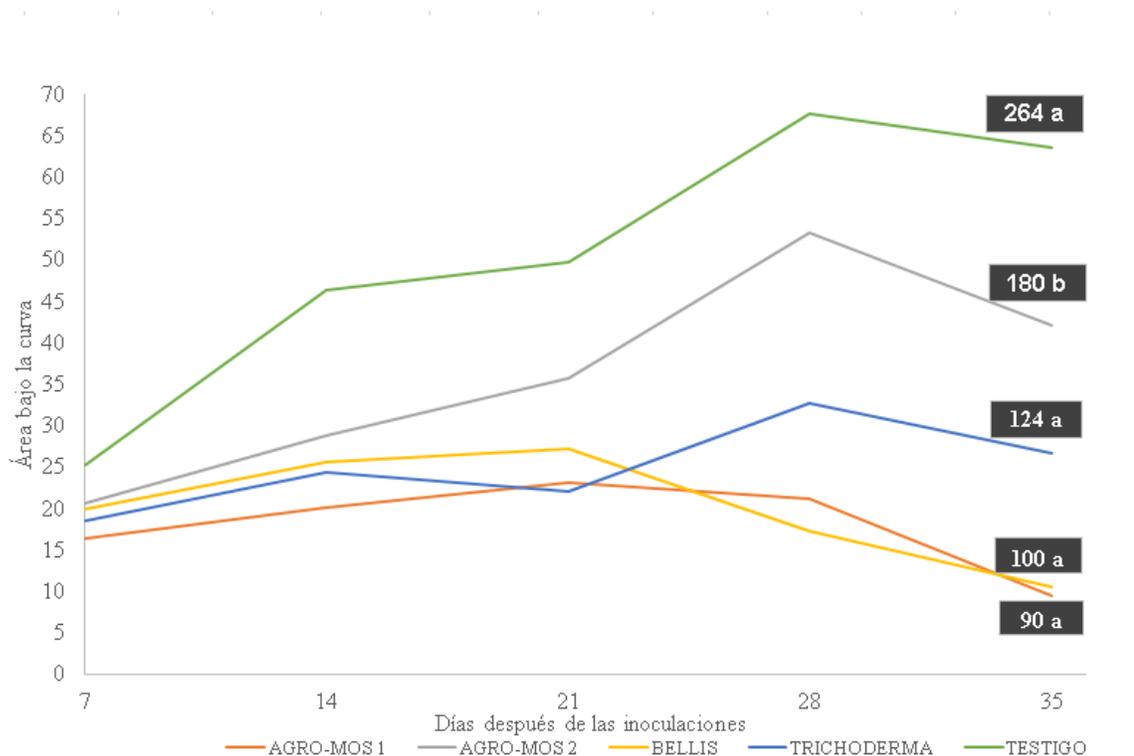


Figura 6. Estimación del progreso de la severidad de la *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* en área bajo la curva en chile pimiento.

La interacción de las plantas con factores bióticos y abióticos estimula la activación de defensas. Estos estímulos pueden ser provocados por agentes químicos, microorganismos y compuestos de estos, formas avirulentas y virulentas de patógenos y condiciones ambientales adversas. La activación del sistema inmune desencadena el reforzamiento de la pared celular, la producción de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, biosíntesis de compuestos anti-microbiales, y un conjunto de proteínas de resistencia relacionadas con la patogénesis (Newman *et al.* 2013; Agrios 2001; Hoyos 2011).

Los efectos de Agro-Mos 1, en la disminución de área bajo la curva de severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* en comparación con el testigo posiblemente pueden estar determinadas por la presencia de extractos de fermentaciones de bacterias y levaduras obtenidos de *Saccharomyces cerevisiae* y Cobre (4%) en Agro-Mos (Alltech 2015). La pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* está compuesta de β -glucanos y celulosa. Newman *et al.* (2013) y Narusaka *et al.* (2015) coinciden que cuando

los extractos de la pared celular *Saccharomyces cerevisiae* entran en contacto con las plantas pueden activar receptores de reconocimiento de patógenos.

Aguilar *et al.* (2018) realizaron aplicaciones de extractos *Saccharomyces cerevisiae* en plantas de tomate en concentraciones de 1.5 mg/mL. Evaluaciones de severidad 30 días después de las aplicaciones mostraron una reducción del daño generado por *Xanthomonas gardneri* en 44% en comparación con el testigo (7.3B y 14.5A, respectivamente).

La reducción del área bajo la curva de severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* por Agro-Mos comparado con el testigo, posiblemente se puede atribuir al efecto bio-estimulante del cobre, que regula muchas enzimas involucradas en la defensa de la planta contra infecciones y también juega un papel importante en la producción de componentes antimicrobianos (Mourato *et al.* 2009). Por otro lado Jonak *et al.* (2004) señalan que ciertos niveles de cobre pueden activar proteínas quinasas activadas por patógenos (MAPK). La activación de proteínas quinasas en las plantas desencadena una serie de reacciones bioquímicas que incluye la generación de especies reactivas de oxígeno, muerte celular y activación de la patogénesis relacionada con proteínas de resistencia, las cuales posiblemente pudieron disminuir la severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* (Taj *et al.* 2010).

Cardoso *et al.* (2016), atribuyen al cobre el efecto de Agro-Mos en la reducción de enfermedades bacterianas. Realizaron aplicaciones foliares de Agro-Mos 1 L/ha a los 44, 59 y 73 días después de siembra en el cultivo de papa y observaron reducciones del 40% en la severidad de *Xanthomonas axonopodis* pv. *Passiflorae* en comparación con un fungicida químico (Agrimicina 2.4 kg/ha), valores de área bajo la curva 543.6 y 913.8 para Agro-Mos y Agrimicina respectivamente.

Borges Rodrigues *et al.* (2016) realizaron aplicaciones de Agro-Mos (1.5 mL/L) después de 15 días de trasplante en tomate, dos días posteriores a la aplicación inocularon *Xanthomonas* sp. Luego realizaron evaluaciones del área bajo la curva de la enfermedad 3, 5, 8, 11 y 14 días después de la inoculación. Sus resultados demuestran una reducción de la severidad por Agro-Mos (1.5 mL/L) en un 25.5% en comparación con el testigo (13.75 y 17.75 respectivamente).

El efecto de Bellis 38 WG (0.8 kg/ha) en la reducción del área bajo la curva de severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae*, en comparación con el testigo posiblemente es ocasionado por el efecto de la tecnología AgCelence. BASF (2018) indica que Bellis 38 WG aumenta la capacidad de fotosintética de la planta por medio del aumento en la producción de la clorofila, y activa el nitrato reductasa mejorando la asimilación de carbono y nitrógeno, lo cual permite una mayor resistencia a enfermedades y estrés.

Existen reportes de Bellis 38 WG controlando enfermedades fungosas, sin embargo, no existen reportes de su efecto en el control de enfermedades bacterianas. Estudios realizados recientemente reportan que Pyraclostrobin; componente de este producto, tiene un efecto como activador del sistema inmune de las plantas contra bacterias.

Kang *et al.* (2018) realizaron aplicaciones de pyraclostrobin EC (0.5 mL/L) seis semanas después del trasplante en plantas de chile pimienta.

Tres días posteriores a la aplicación, hicieron inoculaciones de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* a concentraciones de $(1 \times 10^9$ UFC/mL). Doce días después de la inoculación evaluaron la progresión de la enfermedad y reportó un control del 68% en comparación con el testigo. Kang *et. al* (2018) atribuyen el control de la progresión de la enfermedad al efecto de pyraclostrobin en la inducción de resistencia por la expresión de proteínas de resistencia asociados a los genes relacionados al estrés de las plantas.

El efecto de Trichozam en la reducción de la severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* en comparación con el testigo, posiblemente estuvo determinado por su capacidad de activar los mecanismos de defensa de las plantas. Martínez *et al.* (2013) afirman que los compuestos de *Trichoderma harzianum* tienen la capacidad de activar el mecanismo de defensa de las plantas, secreción de enzimas que frenan o eliminan a los competidores mediante la degradación de la pared celular de patógenos, efectos benéficos sobre el crecimiento y desarrollo de la planta lo cual reduce los efectos las enfermedades.

Ezziyyani *et al.* (2005), encontraron que aplicaciones de *Trichoderma harzianum* tienen la capacidad de activar el mecanismo de defensa hipersensible de las plantas de chile pimienta. Choi y Hwang (2014) afirman que el chile pimienta responde al ataque de patógenos con la rápida muerte celular, denominada como respuesta de hipersensibilidad (HR). Lee y Hwang (2005) después de inocular *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* observaron muerte celular en hojas de chile pimienta, asociada a una respuesta de hipersensibilidad, lo cual confirma la capacidad de *Trichoderma harzianum* para activar el sistema inmune de plantas de chile pimienta y reducir la severidad de las enfermedades.

El tratamiento Agro-Mos 2 presentó una menor severidad en el área bajo la curva que las plantas testigo y una mayor severidad del daño de las enfermedades que Agro-Mos 1. Posiblemente Agro-Mos 2 no presenta una mayor reducción de severidad del daño de Agro-Mos 1 debido a que posee una mayor cantidad de cobre que podría disminuir los efectos de este en la activación de los mecanismos bioquímicos de defensa e indirectamente causar la reducción las actividades fotosintéticas de la planta (León y Sepúlveda 2012).

Resultados de rendimiento.

Los rendimientos fueron separados en producción comercial y producción no comercial (Cuadro 5).

En los resultados de rendimiento no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, tanto para el comercial como el no comercial. Esto posiblemente se debe al corto tiempo entre la inoculación y desarrollo de las enfermedades y el llenado de frutos para las primeras cosechas.

Cuadro 5. Rendimiento comercial (RC) y no comercial (RNC) de chile pimiento var. Cortés F1 en kg/ha, Zamorano, 2018.

Tratamiento	(RC) kg/ha	(RNC) kg/ha
Agro-Mos 1	25,576	4,349
Agro-Mos 2	25,107	3,897
Bellis	25,391	4,493
Trichoderma	26,877	4,543
Testigo	24,362	4,122
Probabilidad	NS	NS
R ²	0.78	0.18
C.V	7.71	24.59

NS: no existe significancia (P>0.05)

El chile alcanza la fase reproductiva y la presencia de floración a los 40 días después de trasplante, luego comienza con la aparición de los frutos y llenado de los mismos (Feller *et al.* 1995). La inoculación de las enfermedades se realizó el 24 de abril, y fue hasta el 30 de abril donde se presentaron los primeros síntomas en plantas enfermas. Es decir que entre la primera cosecha y el progreso de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae* solo hubo un periodo efectivo de 10 días, y 18 días para la segunda cosecha. En las cuales se cosecharon el 81% del rendimiento comercial y 74% del rendimiento no comercial del ensayo, por lo que el corto tiempo de presencia de las enfermedades se denomina como la causa para no lograr un efecto directo en el rendimiento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Rendimiento comercial (RC) y no comercial por cosecha (RNC) de chile pimiento var. Cortés F1, Zamorano 2018.

No. de cosechas	RC (kg/ha)	RNC (kg/ha)	Fecha
1	12,857	1,834	10/5/2018
2	7,956	1,342	18/5/2018
3	2,726	693	29/5/2018
4	1,922	411	15/6/2018
Total	25,463	4,281	-

Los rendimientos obtenidos no se comparan con una producción comercial en rendimiento medio, esto se atribuye a que solo se realizaron 4 cosechas hasta la semana 14 después de trasplante, en cambio en experimentos realizados por la FHIA hacen de 8-14 cosechas logrando rendimientos promedios entre 48,000 kg/ha a 60,000 kg/ha en un ciclo de 6 meses (FHIA 2012). Sin embargo, son similares a rendimientos de los productores del Valle de Comayagua que oscilan entre 25,000 kg/ha y 35,000 kg/ha en condiciones de campo abierto (FHIA 2014).

El rendimiento obtenido con el tratamiento Trichozam no difiere de los encontrados por la FHIA (2007) donde se evaluó el efecto de *Trichoderma* sp. en el rendimiento de chile pimiento a una dosis de 430 g/ha donde obtuvieron 31.3 t/ha, a diferencia de este estudio que se obtuvo 26.87 t/ha. Por otro lado, el rendimiento obtenido con Bellis 38 WG difiere con Linares (2011), que evaluó el efecto de este producto en el rendimiento de chile pimiento obteniendo 21.4 t/ha en comparación con 25.4 t/ha cosechadas en este experimento.

4. CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de Agro-Mos en plántulas no tienen un efecto significativo en el crecimiento radicular.
- Las aplicaciones de Agro-Mos 1 L/ha, Trichozam 0.5 kg/ha y Bellis 38 WG 1.8 kg/ha reducen la severidad de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae*.
- Las aplicaciones de los tratamientos no mostraron efecto en el rendimiento comercial y no comercial de chile pimiento.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar dosis de Agro-Mos menores 1% en plántulas para determinar si existe un efecto estimulante en el desarrollo de la raíz.
- Realizar el estudio en una época de mayor presión de enfermedades para evaluar el efecto sobre hongos que afectan al cultivo.
- Evaluar el efecto Agro-Mos en una mezcla con fungicidas para identificar si existe una mejor respuesta de la planta a las enfermedades.

6. LITERATURA CITADA

- Agrios G. 2001. Introducción a la fitopatología. 2da ed. México: Uthea. 838 p.
- Aguado-Santacruz GA, Rascón-Cruz Q, Luna-Bulbarela A. 2012. Impacto económico y ambiental del empleo de fertilizantes químicos. In: Aguado-Santacruz GA ed. Introducción al uso y manejo de los bio-fertilizantes en la agricultura. Celaya (Mexico): INIFAP/SAGARPA. México: 1-22. [consultado 2018 may 20]. https://www.researchgate.net/publication/311424135_Introduccion_al_Uso_y_Manejo_de_los_Biofertilizantes_en_la_Agricultura.
- Aguilar T, Luiz C, Rocha CA, Piero RM. 2018. Residual polysaccharides from fungi reduce the bacterial spot in tomato plants. *Plant Sci.* 77(2):299-313. doi: org/10.1590/1678-4499.2016514.
- Alltech. 2015. Animal nutrition products: AGRO-MOS®. Canada; [consultado 2018 oct 05]. <https://www.alltech.com/agro-mos>
- Ashilenje DS. 2013. Learn how to grow peppers. 1ra ed. Nairobi (Kenya): Phoenix Publishers Limited; [consultado 2018 jul 16]. https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1760_PDF_3.pdf
- Avenot H, Michailides T. 2007. Resistance to boscalid fungicide in *Alternaria alternata* isolates from pistachio in California. *Plant Dis.* 91(10):1345–1350. doi:10.1094/PDIS-91-10-1345
- BASF. 2018. Protección de cultivos. Argentina. [consultado 2018 jul 29]. <https://agriculture.basf.com/ar/es/Proteccion%CC%81n-de-los-cultivos/AgCelence.html>.
- Borges Rodrigues VW, Vieira T, Donizete N. 2016. Biofertilizantes no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro. *Sum phytotop.* 42(1):94–96. doi: 10.1590/0100-5405/2094
- Cardoso RR, Cardoso AT, Camargos Oliveira R, Quintao Lana MR, Queiroz Luz JM. 2016. Application effects of bio-fertilizers on blackleg disease and the development of

- potato plants. Aust J of Crop Sci. 10(11):1583-1588. doi: 10.21475/ajcs.2016.10.11.p7904.
- Castaño J. 1986. Prácticas de Laboratorio de Fitopatología. 1era ed. Zamorano (Honduras): Lithopress. 25p.
- Choi HW, Hwang KB. 2014. Molecular and celular control of cell death and defense signalling in pepper. Planta. 241(1); 1-27. doi: 10.1007/s00425-014-2171-6.
- Ebel J, Cosiot EG. 1994. Elicitors of plant defense responses. Int Rev of Cyrology; [consultado 2018 ago 10]. 148:1-36. <https://kundoc.com/pdf-elicitors-of-plant-defense-responses-.html>
- Ezziyyani M, Requena ME, Candela ME. 2005. Producción de proteínas-PR en la inducción de resistencia a *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) tratadas con *Trichoderma harzianum*. Anales de Biología; [consultado 2018 oct 05]. 27:143-153. <https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/27/PDF/17-PRODUCCION.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017a. Production pepper in China. Rome; [consultado 2018 jul 17]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017b. Chillies and peppers green production in Honduras. Rome; [consultado 2018 jul 17]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Feller C, Bleiholder L, Buhr H, Hack M, Hess R, Klose U, Meier R, Stauss T, Van den Boom E, Weber E. 1995. Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de las solanáceas: (Tomate = *Lycopersicum esculentum* MILL, Berenjena = *Solanum melongea* L, Pimiento = *Capsicum annuum* L). Julius Kuhn-Inst J. 47(1):217-232. doi:org/10.5073/bbch01213
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2007. Evaluación del efecto de *Trichoderma* sp. y *Glomus* sp. en la incidencia y severidad de enfermedades del suelo y en el rendimiento de tomate, chile dulce y pepino. Comayagua: FHIA: [consultado 2018 jul 26]. <https://Fhia-evaluaci%C3%B3n-de-trichoderma-en-chile.pdf>
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2012. Informe técnico 2012 programa de hortalizas [internet]. Comayagua: FHIA: [consultado 2018 oct 02]. http://www.fhia.org.hn/downloads/informes_tecnicos/Inf_Tec_Hortalizas_2012.pdf
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2014. Informe técnico 2014 programa de hortalizas [internet]. Comayagua: FHIA: [consultado 2018 oct 02]. http://www.fhia.org.hn/downloads/informes_tecnicos/Inf_Tec_Hortalizas_2014.pdf

- García F, Pérez L. 2003. Fitoalexinas: mecanismo de defensa de las plantas. Rev Chapingo; [consultado 2018 jun 27]. 9(1):5-10. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Garcia-y-Perez-2003.pdf>
- Gulick A. 2017. Pepper crop report. Bordeaux: [sin editorial]: [consultado 2018 jul 17]. 20 p. https://www.nedspice.com/upload/docs/170601_Nedspice_-_ESA_Pepper_Crop_Report_vFinal.pdf
- Hoyos Carvajal LM. 2011. Enfermedades de plantas: Control biológico. 1ra ed. Bogotá (Colombia): ECOE ediciones. 224 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) 2016. Exportaciones de Chile pimiento en Honduras. [internet]. Tegucigalpa: [consultado 2018 may 29]. <http://170.238.108.227/binhnd/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=COMEX3&lang=ESP>
- Jiang W, Liu D, Liu X. 2001. Effects of copper on root growth, cell division, and nucleolus of *Zea mays*. Biol Plantarum; [consultado 2018 oct 05]. 44(1): 105-109. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1017982607493>
- Jonak C, Nagakami H, Hirt H. 2004. Heavy metal stress. Activation of distinct mitogen-activated protein kinase pathways by copper and cadmium. Plant Physiol. (136):3276-3283. doi: 10.1104/pp.104.045724
- Kang BR, Lee JH, Kim YC. 2018. Foliar application of the fungicide pyraclostrobin reduced bacterial spot disease of pepper. Res Plant Dis. 24(1):59-65. doi:10.5423/RPD.2018.24.1.59.
- Kasim W. 2006. Changes induced by copper and cadmium stress in the anatomy and grain yield of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Int J Agri Biol; [consultado 2018 oct 05]. 8(1):123-128. https://www.researchgate.net/publication/267547541_Changes_Induced_by_Copper_and_Cadmium_Stress_in_the_Anatomy_and_Grain_Yield_of_Sorghum_bicolor_L_Moench
- Lardizabal RD, Medlicott AP. 2010. Compendio de manuales de producción de frutas y hortalizas. 1ra ed. Tegucigalpa (Honduras): FINTRAC; [consultado 2018 ene 20]. http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/compendio_de_11_manuales.pdf

- Lee SC, Hwang BK. 2005. Induction of some defense related genes and oxidative burst is required for the establishment of systemic acquired resistance in *Capsicum annuum*. Springer-Verlag. 221(3):790-800. doi 10.1007/s00425-005-1488-6.
- León J, Sepúlveda G 2012. El daño por oxidación causado por cobre y la respuesta antioxidante de las plantas. Interciencia; [consultado 2018 ago 30]. 37(11):805-811. <http://www.redalyc.org/pdf/339/33925550003.pdf>
- Linares L. 2011. Evaluación de bellis en el manejo de tizón temprano (*Alternaria solani*) en el cultivo de chile dulce o pimiento (*Capsicum annuum*). Top Ciencia BASF: [consultado 2018 jul 25]. 3(2):49-51. https://www.basf.com/mx/es/company/news-and-media/Noticias/PMX_2017/P-MX-1608.html
- Liu D, Jiang W, Meng Q, Zou J, Gu J, Zeng M. 2009. Cytogenetical and ultrastructural effects of copper on root meristem cells of *Allium sativum* L. Biocell; [consultado 2018 ago 06]. 33(1):25-32. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19499883>
- Martínez B, Infante D, Reyes Y. 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Rev Prot Veg; [consultado 2018 oct 05]. 28(1):1-11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001
- Morán Ruiz FS. 2007. Efectividad del fraccionamiento de la dosis comercial 3×10^{11} UFC/ha de TRICHOZAM® (*Trichoderma harzianum*) en el crecimiento de las plántulas de siete cultivos hortícolas [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 23p. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5282/1/CPA-2007-T056.pdf>
- Mourato MP, Martins LL, Cuypers A. 2009. Effect of copper on antioxidant enzyme activities and mineral nutrition of white lupin plants grown in nutrient solution. J of Plant Nutr. 32(11): 1882-1900. doi: 10.1080/01904160903242375
- Narusaka M, Minami T, Iwabuchi C, Hamasaki T, Takasaki S, Kawamura K, Narusaka Y. 2015. Yeast cell wall extract induces disease resistance against bacterial and fungal pathogens in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica* crop. PLOS ONE. 10(1):1-14. doi:10.1371/journal.pone.0115864
- Newman M, Sundelin T, Nielsen J, Erbs G. 2013. MAMP (Microbe-Associated Molecular Pattern) triggered immunity in plants. Front in Plant Sci. 4(139):1-14. doi:10.3389/fpls.2013.00139
- Nkansah GO, Norman JC, Martey A. 2017. Growth, yield and consumer acceptance of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) as influenced by open field and greenhouse production systems. J Hort. 4(4):192-216. doi: 10.4172/2376-0354.1000216

- OMS (Organización Mundial de la Salud) 2017. Inocuidad de los alimentos: Datos y cifras. Ginebra: OMS: [consultado 2018 jul 24]. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Paradičković N, Vinković T, Vinković Vrček I, Žuntar I, Bojić M, Medić-Šarić M. 2011. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: an example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *J Sci Food Agric.* 91(12):2146–2152. doi:10.1002/jsfa.4431.
- PHC (Productores de Hortalizas para Centroamérica) 2010. Plagas y enfermedades de chiles y pimientos. PHC. (18):3-23 p.
- Sánchez ES, Ortíz LO. 2011. Riesgos y estrategias en el uso de plaguicidas. *Inventio*; [consultado 2018 ago 5]. (14):21-28 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3747111.pdf>.
- Shaner G, Finney RE. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology.* 77(8):1051. doi:10.1094/Phyto-67-1051.
- Taj G, Agarwal P, Grant M, Kumar A. 2010. MAPK machinery in plants recognition and response to different stresses through multiple signal transduction pathways. *Plant Sign & Behav.* 5(11):1370-1378. doi: 10.4161/psb.5.11.13020
- Vinale F, Sivasithamparam K, Ghisalberti EL, Woo MN, Marra R, Lombardi N, Pascale A, Ruocco M, Lanzuise S, Manganiello G, Lorito M. 2014. *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *Mycol J*; [consultado 2018 ago 8]. 8(1):127-139 https://www.researchgate.net/publication/264264987_Trichoderma_Secondary_Metabolites_Active_on_Plants_and_Fungal_Pathogens.