



Nota Fitopatológica

## Efectividad de fungicidas biológicos y químicos para el control de enfermedades de la cebada (*Hordeum vulgare*)

María Florencia Rodríguez-García<sup>1</sup>, Miguel González-González<sup>1\*</sup>, Andrés Mandujano-Bueno<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México, Carretera Los Reyes-Texcoco Km. 13.5 Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, CP 56250, México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Carretera Celaya-San Miguel de Allende Km. 6.5, Celaya, Guanajuato, CP 38110, México.

\*Autor de correspondencia  
Miguel González-González  
gonzalez.miguel@inifap.  
gob.mx

Sección:  
Número Especial

Recibido:  
20 Noviembre, 2024

Aceptado:  
22 Marzo, 2025

Publicado:  
05 Abril, 2025

Cita:  
Rodríguez-García MF,  
González-González M y  
Mandujano-Bueno A. 2025.  
Efectividad de fungicidas  
biológicos y químicos para el  
control de enfermedades de la  
cebada (*Hordeum vulgare*).  
Revista Mexicana de  
Fitopatología 43(4): 60.  
<https://doi.org/10.18781/R.ME.X.FIT.2024-13>

### RESUMEN

**Antecedentes/Objetivo.** En el cultivo de cebada en México las enfermedades ocasionan pérdidas económicas; el control químico ha sido la forma más eficaz para mitigar sus efectos; sin embargo, es necesario explorar otras estrategias de control amigables con el ambiente. El objetivo fue comparar bajo condiciones de campo, la efectividad de fungicidas biológicos y un químico para el control de los patógenos que causan principales enfermedades de cebada.

**Materiales y Métodos.** En primavera-verano 2022, se establecieron cinco experimentos en diferentes ambientes. El diseño fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Esmeralda fue la variedad utilizada. Se evaluaron dos fungicidas biológicos (SERENADE<sup>®</sup> OPTI y *Trichoderma Sub*) y un químico (Azimut<sup>®</sup> 320 SC). Se aplicaron tres veces. Las enfermedades se presentaron de forma natural. Las variables que se midieron fueron: días a espigamiento (DE), días a madurez fisiológica (DM), altura de la planta (AP), rendimiento de grano (REND), severidad final: foliares (SFFOL), roya amarilla (SFRA), roya de la hoja (SFRH).

**Resultados.** El análisis de varianza mostró variación significativa para REND, SFRA y SFRH ( $p \leq 0.01$ ). En REND el mejor fungicida biológico fue SERENADE<sup>®</sup> OPTI con rendimiento de 3 555 kg ha<sup>-1</sup>, en comparación con el testigo (3 086 kg ha<sup>-1</sup>). Para SFRA y SFRH el más eficaz fue Azimut<sup>®</sup> 320, seguido de *Trichoderma Sub*.

**Conclusión.** La eficacia del producto químico para enfermedades foliares fue del 38 %, roya amarilla un 91 % y roya de la hoja 100 %. El control químico sigue siendo el más efectivo para el control de los patógenos causantes de enfermedades de la cebada.

**Palabras clave:** Eficacia, Severidad, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus amyloliquefaciens*



## INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare*) es un cereal cuya producción es aprovechada para consumo animal y humano. En México se cultiva principalmente como materia prima para la industria cervecera. El SIAP (2024) reportó que, durante el 2022, la superficie sembrada en el país fue de 352 407 ha de las cuales el 23 % fue establecida bajo condiciones de riego durante el ciclo otoño-invierno y el 77 % bajo condiciones de temporal en el ciclo primavera-verano, destacando como principales estados productores Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México y Puebla.

La productividad del cultivo de cebada en México y a nivel mundial se ve afectada por factores abióticos; de acuerdo con González *et al.* (2018) la sequía, heladas tempranas y exceso de lluvias son los principales. Por otra parte, y no menos importantes, se encuentran los factores bióticos, destacando la incidencia de enfermedades. Dentro de las principales y de mayor importancia están: roya de la hoja (*Puccinia hordei*), roya lineal o amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) y roya del tallo (*Puccinia graminis*); en segundo lugar, se encuentran el complejo de manchas foliares causadas principalmente por *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera teres*, *Rhynchosporium secalis* y *Blumeria graminis* (González y Rodríguez, 2023; Rodríguez-García *et al.*, 2023; Rodríguez *et al.*, 2023; Walters *et al.*, 2012).

En México, las enfermedades en el cultivo de cebada se presentan desde la etapa de plántula; afectan el rendimiento y demeritan la calidad del grano. Rodríguez-García *et al.* (2021) indicaron para roya amarilla pérdidas en el rendimiento de grano hasta un 53 %, y consideran que esta enfermedad ha recobrado su importancia en los últimos ciclos agrícolas. Por otra parte, González y Rodríguez (2023) determinaron en roya de la hoja disminución del rendimiento de grano de hasta 31 %, cuando se siembran variedades susceptibles. En el complejo de enfermedades foliares Rodríguez *et al.* (2023) mencionan que dichas enfermedades ocasionan disminución del rendimiento de grano y demeritan la calidad física del grano.

Dentro de las medidas más utilizadas para el control de las enfermedades de cebada, se encuentra el genético y químico, este último ha sido una opción viable para evitar pérdidas en el rendimiento y grano de mala calidad como lo indicaron Rodríguez-García *et al.* (2021); además, el uso irracional de fungicidas químicos contribuye en el deterioro del medio ambiente como lo mencionan Kiani *et al.* (2021), siendo necesario buscar otras alternativas de control. Syed Ab Rahman *et al.* (2018) mencionan que el control biológico surge como alternativa prometedora para ayudar a combatir los patógenos en los cultivos. En este sentido, Singh *et al.* (2018) indicaron que se considera viable, seguro y amigable con el ambiente. Ante esta situación, el objetivo de esta investigación fue comparar bajo condiciones de campo la efectividad de fungicidas biológicos y químicos para el control de patógenos causantes de las principales enfermedades de cebada.

Los experimentos se establecieron bajo condiciones de temporal durante el ciclo primavera-verano 2022, en cinco ambientes representativos de las zonas productoras de cebada en la Mesa Central de México. 1) Santa Lucia 1ra fecha (SL 1F) y, 2) Santa Lucia 2da fecha (SL 2F), Texcoco, Estado de México - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México (INIFAP-CEVAMEX) ubicado a 19° 26' 44.47" LN y 98° 53' 19.27" LO y una altitud de 2 257 msnm; 3) Unión Ejidal, Tierra y Libertad (La Unión), Tlaxco, Tlaxcala a 19° 39' 52" LN,

98° 19' 57" LO y 2 518 msnm; 4) Moxolahuac, Tlahuapan, Puebla, a 19° 26' 32.67" LN, 98° 32' 33.11" LO y altura de 2 765 msnm; 5) Nanacamilpa, Tlaxcala, a 19° 30' 11.50" LN, 98° 31' 1.31" LO, a 2 678 msnm.

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de cuatro surcos de tres metros de largo y espaciado a 30 cm, que corresponde a una superficie de 3.6 m<sup>2</sup>, considerada como parcela útil. La variedad maltera utilizada en el estudio fue Esmeralda, liberada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Se evaluaron dos fungicidas biológicos: 1) SERENADE<sup>®</sup> OPTI cuyo ingrediente activo (ia) es *Bacillus amyloliquefaciens* (sinónimo *Bacillus subtilis*) QST 713, equivalente a 262 gramos de ia/kg contiene un mínimo de 1.3 x 10<sup>10</sup>, UFC g<sup>-1</sup> (26.20 % p/p); 2) *Trichoderma Sub* (*Trichoderma harzianum* 1 x 10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup> al 50 %). Además de un fungicida químico: Azimut<sup>®</sup> 320 SC (Azoxistrobin 11.1 % + Tebuconazole 18.4 %). Las dosis aplicadas se realizaron de acuerdo a las recomendaciones técnicas de los productos: 1 kg ha<sup>-1</sup> para SERENADE<sup>®</sup> OPTI, 2 L ha<sup>-1</sup> de *Trichoderma Sub* y 0.7 L ha<sup>-1</sup> para Azimut<sup>®</sup> 320 SC. En todos los tratamientos se utilizó el coadyuvante poliéter polimetilsiloxano copolímero (Break Thru<sup>®</sup>) a una dosis de 0.25 L ha<sup>-1</sup>. Los fungicidas se aplicaron utilizando una bomba de mochila marca SWISSMEX (15 L de capacidad) con boquilla abanico plano TeeJet ASJ 11003. La aplicación se realizó en tres ocasiones, la primera a los 45 días después de la siembra, cuando las plantas se encontraban en etapa de desarrollo 41-49 según la escala propuesta por Zadoks *et al.* (1974) y, la segunda y tercera con intervalo de 15 días después de cada aplicación. La incidencia de enfermedades se presentó de forma natural, debido a que todos los ambientes presentan condiciones climáticas favorables para el desarrollo de enfermedades.

Se registraron las variables días a espigamiento (DE): días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50 % de las plantas presentaban espigas visibles; días a madurez fisiológica (DM): días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el pedúnculo de la espiga cambió a un color amarillo paja; altura de la planta (AP): altura en centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de la espiguilla terminal de la espiga principal o superior; rendimiento de grano (REND): peso de grano producido por todas las espigas de cada parcela útil, registrado en gramos, la cual posteriormente se transformó en kg ha<sup>-1</sup>; severidad final de la enfermedad (SFE): nivel máximo del área foliar dañada, registrada en porcentaje. Para royas se utilizó la escala sugerida por Roelfs *et al.* (1992) y para el complejo de enfermedades foliares la escala modificada de Saari y Prescott (1975). Los datos de las variables obtenidas en los cinco ambientes se analizaron estadísticamente de manera conjunta utilizando el programa SAS 9.3 (SAS Institute<sup>®</sup>, EUA) además, se realizaron comparaciones de medias para las variables en estudio mediante la prueba DMS ( $p \leq 0.01$ ).

Los resultados del análisis de varianza por localidad y de manera conjunta evidenciaron significancia estadística alta para la mayoría de las variables evaluadas. Las mayores significancias estadísticas se observaron en DM y REND para localidades, fungicidas y la interacción fungicida\*localidad, indicando que la respuesta diferenciada de los fungicidas está en función de las condiciones ambientales de cada localidad.

Para SFFOL se observó significancia estadística únicamente para ambientes, por lo que la severidad del complejo de enfermedades foliares fue diferente en cada ambiente. En SFRA se detectaron diferencias significativas para las localidades, fungicidas y la

interacción localidad\*fungicida, lo que indica que la severidad de la roya amarilla fue diferente en todos los ambientes evaluados y que la aplicación de los fungicidas fue contrastante entre el ambiente y el fungicida. La SFRH mostró diferencias altamente significativas para fungicidas, corroborando que la eficacia de los fungicidas es diferente en el control del patógeno.

En el Cuadro 1 se presenta la comparación de medias de las variables que se analizaron en las diferentes localidades, en donde se observa que las localidades tienen un papel fundamental en la expresión de los valores de cada una de las variables evaluadas. Para la DE en la localidad de SL 2F, el espigamiento de las plantas ocurrió a los 49 días y en La Unión fue a los 56 días. En DM se observó un comportamiento similar con DE. Para AP, en la localidad de La Unión se observaron las mayores alturas de las plantas (84 cm), seguido de SL 2F (71 cm) y Nanacamilpa (69 cm) y las menores alturas se registraron en Moxolahuac (56 cm). En la variable REND todos los ambientes fueron estadísticamente diferentes; los mayores rendimientos se obtuvieron en Nanacamilpa con 5 036 kg ha<sup>-1</sup>, seguido de La Unión con 3 661 kg ha<sup>-1</sup>, los menores rendimientos se registraron en Moxolahuac (1 767 kg ha<sup>-1</sup>), por lo que puede estar relacionado con la menor altura registrada. Para la variable Severidad Final del Complejo de Enfermedades Foliares (SFFOL), las diferencias estadísticas entre localidades no fueron contrastante; las diferencias más claras, se observaron entre la localidad de La Unión (2 %) y SL 1F (6 %); además, la menor y mayor severidad fue registrada en estas localidades, respectivamente.

**Cuadro 1.** Comportamiento promedio para las variables DE, DM, AP, REND, SFFOL, SFRA y SFRH en cebada, evaluadas en cinco ambientes de temporal.

Localidades	DE <sup>z</sup>	DM	AP	REND	SFFOL	SFRA	SFRH
La Unión	55.66 a	114.66 a	83.66 a	3661.10 b	1.91b	6.66 a	0 b
Nanacamilpa	54.08 b	110.66 b	68.58 b	5036.13 a	5.41 ab	5.41 a	0 b
Moxolahuac	53.58 b	102.33 c	56.08 c	1766.65 e	5.00 ab	0.08 b	0 b
SL 1F	52.00 c	96.08 d	60.33 c	2097.23 d	6.00 a	0.75 b	12.91 a
SL 2F	48.75 d	97.91 d	71.50 b	2967.37 c	4.00 ab	0 b	16.25 a
Media	52.81	104.33	68.03	3105.69	4.46	3.22	14.58
DMS	1.29	2.03	7.68	178.16	3.50	1.87	6.91

<sup>z</sup>DE= días a espigamiento; DM= días a madurez fisiológica; AP= altura de la planta; REND= rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>); SFFOL= severidad final foliares; SFRA= severidad final roya amarilla; SFRH= severidad final roya de la hoja. Medias con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes (DMS,  $p \leq 0.01$ ).

La severidad final de roya amarilla en las localidades de La Unión y Nanacamilpa son similares, registrándose severidades del 7 y 5 %, respectivamente; severidad menor al 1 % se observó en las localidades de Moxolahuac y SL 1F, mientras que para SL 2F no se identificó la enfermedad. La roya de la hoja (SFRH) solo se presentó y fue similar en las localidades SL 1F y SL 2F.

En el Cuadro 2 se presenta el efecto promedio de los fungicidas para las variables agronómicas, rendimiento y fitopatológicas en el cultivo de cebada. No se observó efecto de los productos fúngicos en el comportamiento de las variables DE y AP, probablemente al iniciar las aplicaciones estos caracteres ya estaban definidos por la genética de la variedad. Por su parte, para SFFOL no hubo un control efectivo del hongo con ningún

producto. Para DM, REND, SFRA y SFRH existe una respuesta entre la aplicación de los diferentes fungicidas. La duración del ciclo de cultivo (DM) fue menor cuando se aplicó *Trichoderma harzianum* 50 %, pero similar con Azoxistrobin 11.1 % + Tebuconazole 18.4 %; sin embargo, las diferencias con relación al testigo y *Bacillus amyloliquefaciens* 26.20 % fue de al menos 4 días. En REND, se observaron ganancias o pérdidas en función del fungicida aplicado. El mejor rendimiento se obtuvo con el fungicida biológico *B. amyloliquefaciens* 26.20 % superando al testigo en 15 %. El fungicida químico Azoxistrobin 11.1 % + Tebuconazole 18.4 % registró el segundo mejor valor, aunque su rendimiento fue similar al testigo. Resultados similares fueron obtenidos por Reiss y Jørgensen (2017), quienes al aplicar Serenade® ASO en trigo observaron una respuesta positiva y un incremento en el rendimiento del 1 al 7 % en comparación con el testigo. Por otra parte, Buttar *et al.* (2020) reportan el uso de *B. amyloliquefaciens* como agente biocontrol en trigo, observando un mejor rendimiento de grano obteniendo 26.50 q/ha mientras que el testigo produjo solo 19.23 q/ha. *T. harzianum* 50 % registró el rendimiento más bajo de todos los fungicidas evaluados.

**Cuadro 2.** Efecto promedio de dos productos biológicos y un químico en las variables agronómicas, rendimiento y severidad de enfermedades de cebada.

Fungicidas (ingrediente activo)	DE <sup>z</sup>	DM	AP	REND	SFFOL	SFRA	SFRH
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	52.93 a	105.73 a	70.60 a	3555.55 a	4.46 a	5.16 a	21.66 a
<i>Trichoderma harzianum</i>	53.13 a	101.93 b	66.53 a	2658.89 c	5.20 a	2.75 b	20.83 a
Azoxistrobin + Tebuconazole	52.60 a	103.26 ab	68.26 a	3122.22 b	3.13 a	0.41 c	0 b
Sin fungicida	52.60 a	106.40 a	66.73 a	3086.11 b	5.06 a	4.58 ab	21.66 a
Media	52.81	104.33	68.03	3105.69	4.46	3.22	14.58
DMS	1.52	3.18	5.76	169.58	2.29	2.17	7.70

<sup>z</sup>DE= días a espigamiento; DM= días a madurez fisiológica; AP= altura de la planta; REND= rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>); SFFOL= severidad final foliares; SFRA= severidad final roya amarilla; SFRH= severidad final roya de la hoja. Medias con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes (DMS,  $p \leq 0.01$ ).

Para el control del hongo causante de la roya amarilla (SFRA), el mejor fungicida fue Azoxistrobin 11.1 % + Tebuconazole 18.4 % ya que controló casi en su totalidad al hongo registrándose severidades promedio máximas de 0.41 %. Entre los fungicidas biológicos, *T. harzianum* 50 % fue estadísticamente el mejor producto observando severidades promedio del 3 %. En roya de la hoja (SFRH) el mejor fungicida fue el químico y controló al patógeno al 100 %; los fungicidas biológicos no controlaron al patógeno y tuvieron valores similares con el tratamiento testigo (sin fungicida).

Autores como Buttar *et al.* (2020); Reiss y Jørgensen, (2017) y Li *et al.* (2013) mencionan resultados positivos para el control de roya amarilla en trigo al aplicar productos o cepas experimentales de *B. amyloliquefaciens* y *B. subtilis*; sin embargo, en este estudio no se observaron resultados favorables para el control de royas en cebada; es probable que las condiciones ambientales que se presentaron durante el ciclo de cultivo comprometieron la supervivencia de la bacteria en el follaje de la planta después de su aplicación. Información similar a la investigación fue obtenida por Feodorova-Fedotova

*et al.* (2019) quienes indicaron que la aplicación de productos biológicos a base de *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Brevibacillus* y *Acinetobacter* no redujeron significativamente la severidad de la roya amarilla en trigo y mencionaron que la viabilidad de *B. subtilis* está influenciada por factores bióticos como la humedad y la temperatura ya que la eficacia de los productos varió significativamente de un año a otro. Kriuchkova (2017), menciona que el uso de *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* en el control de *Bipolaris sorokiniana* en cebada fue más eficiente a temperaturas de 17 °C y menos efectivo a 25 °C, indicando que la efectividad está en función de las condiciones ambientales. Además, Syed Ab Rahman *et al.* (2018) mencionaron que el control biológico es inestable y depende de una serie de factores ambientales, ecológicos y genéticos.

Por otra parte, Reiss y Jørgensen (2017) mencionan que la respuesta en el control de roya amarilla y el rendimiento fue menor al aplicar Serenade® ASO en comparación con el control químico (Prothioconazol); por lo que dicho producto no puede funcionar por sí solo en el control del hongo causante de la roya amarilla.

En la evaluación de la severidad del complejo de enfermedades foliares no se detectaron diferencias estadísticas entre los productos aplicados; sin embargo, Moya *et al.* (2020) indicaron que para *Pyrenophora teres*, causante de la mancha reticular de la cebada en Argentina los aislados de *Trichoderma* de cebada disminuyeron significativamente la incidencia de *P. teres* hasta un 55 % y la severidad en hojas hasta un 70 %, demostrando la eficiencia de *Trichoderma* spp.

En México y a nivel mundial, el control de enfermedades y plagas en los cultivos ha dependido en gran medida de los productos químicos; no obstante, el uso de fungicidas químicos debe disminuirse, para evitar aumentar los costos de producción y, además, disminuir los daños que ocasionan al ambiente y la salud. El uso de hongos antagonistas y extractos de plantas con actividad fúngica, representan una alternativa de uso; sin embargo, aún existen varios retos para los agricultores, debido a que los productos en el mercado son poco accesibles y el costo es alto, lo que limita su uso. Autores como He *et al.* (2021) indicaron que el beneficio económico y la disponibilidad técnica son algunos aspectos esenciales a considerar para incitar a los agricultores a aplicar el control biológico; además, es necesario proporcionar agentes de control biológico efectivos, viables, accesibles y con apoyo gubernamental.

El fungicida más eficaz para el control de la roya amarilla y de la hoja de la cebada fue Azimut® 320 SC, seguido de *Trichoderma* Sub. Estos productos redujeron la severidad promedio de roya amarilla en 91 y 40 %, respectivamente; mientras que en roya de la hoja fue de 100 y 4 %. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el fungicida biológico SERENADE® OPTI (3 555 kg ha<sup>-1</sup>), seguido de Azimut® 320 SC (3 122 kg ha<sup>-1</sup>). El control químico sigue siendo el más efectivo para el control de los patógenos causantes de enfermedades de la cebada. Es importante continuar evaluando otros productos biológicos.

## REFERENCIAS

- Buttar DS, Singh N, Salh PK and Choudhary AK. 2020. Impact of endophytic bacteria against yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) of wheat. The Indian Journal of Agricultural Sciences 90(9):1646-1652. <https://doi.org/10.56093/ijas.v90i9.106585>

- Feodorova-Fedotova L, Bankina B and Strazdina V. 2019. Possibilities for the biological control of yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) in winter wheat in Latvia in 2017-2018, *Agronomy Research* 17(3):716-724. <https://doi.org/10.15159/AR.19.137>
- González GM, Solano HS y Rodríguez GMF. 2018. Comportamiento agronómico en líneas de cebada para Valles Altos. *ACTA FITOGENÉTICA* 5(1):54.
- González GM y Rodríguez GMF. 2023. Respuesta de variedades de cebada a fungicidas para el control de roya de la hoja. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 39(4):1475-1483.
- He DCH, He MH, Amalin DM, Liu W, Alvindia DG and Zhan J. 2021. Biological control of plant disease: An evolutionary and eco-economic consideration. *Pathogens* 10:1311. <https://doi.org/10.3390/pathogens10101311>
- Kiani T, Mehboob F, Hyder MZ, Zainy Z, Xu L, Huang L and Farrakh S. 2021. Control of stripe rust of wheat using indigenous endophytic bacteria at seedling and adult plant stage. *Scientific Reports* 11:14473. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93939-6>
- Kriuchkova LO. 2017. Biological control of leaf disease of barley with *Bacillus* strain. *Biologija* 63(3):289-295. <https://doi.org/10.6001/biologija.v63i3.3584>
- Li H, Zhao J, Feng H, Huang L and Kang Z. 2013. Biological control of wheat stripe rust by an endophytic *Bacillus subtilis* strain E1R-j in greenhouse and field trials. *Crop Protection*. 43:201-206. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.09.008>
- Moya P, Barrera V, Cipollone J, Bedoya C, Kohan L, Toledo A and Sisterna M. 2020. New isolates of *Trichoderma* spp. as biocontrol and plant growth-promoting agents in the pathosystem *Pyrenophora teres*-barley in Argentina. *Biological Control* 141:104152. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104152>
- Reiss A and Jørgensen LN. 2017. Biological control of yellow rust of wheat (*Puccinia striiformis*) with Serenade® ASO (*Bacillus subtilis* strain QST713). *Crop Protection* 93:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.009>
- Rodríguez-García MF, González-González M, Huerta-Espino J and Solano-Hernández S. 2021. Fungicides evaluation against yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) in six barley cultivars. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(3):414-434. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2106-5>
- Rodríguez-García MF, González-González M and Mandujano-Bueno A. 2023. Variability of *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*, resistance and agronomic behavior of two-row barley germplasm. *Mexican Journal of Phytopathology* 41(1):5-25. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2208-1>
- Rodríguez GMF, González GM y Limón OA. 2023. Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades foliares en el cultivo de cebada. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 39(1):36-42.
- Roelfs AP, Huerta-Espino J and Marshall D. 1992. Barley stripe rust in Texas. *Plant Disease* 76:538.
- Saari EE and Prescott JM. 1975. Scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Disease Reporter* 59:377-380.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2024. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. <http://www.gob.mx/siap>, enero 2024.
- Singh D, Pande SK, Kavita, Kumar Y and Kumar S. 2018. Bioefficacy of *Trichoderma* spp. against *Bipolaris sorokiniana* causing spot blotch disease of wheat and barley. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(3): 2322-2327. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.703.272>
- Syed Ab Rahman SF, Singh E, Pieterse CMJ and Schenk PM. 2018. Emerging microbial biocontrol strategies for plant pathogens. *Plant Science* 267:102-111. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2017.11.012>
- Walters DR, Avrova A, Bingham IJ, Burnett FJ, Fountaine J, Havis ND, Hoad SP, Hughes G, Looseley M, Oxley SJP, Renwick A, Topp CFE and Newton AC. 2012. Control of foliar diseases in barley: towards an integrated approach. *European Journal of Plant Pathology* 133(1):33-73. <https://doi.org/10.1007/s10658-012-9948-x0>
- Zadoks JC, Chang TT and Konzak CF. 1974. A Decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14(6):415-421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>