

## Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades foliares en el cultivo de cebada

### [ Fungicides evaluation to control foliar diseases in barley ]

*María Florencia Rodríguez García<sup>1</sup>, Miguel González González<sup>1</sup>, Andrés Mandujano Bueno<sup>2</sup>, and Agustín Limón Ortega<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Programa de cebada, Instituto Nacional de Investigaciones, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Valle de México, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México

<sup>2</sup>Programa de Ingeniería de Riego, Instituto Nacional de Investigaciones, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Foliar diseases affecting rainfed barley in Mexico are mainly net blotch, spot blotch and leaf scald, which demerit the physical quality of grains. Current varieties are not resistant; thus, chemical control is an option to complement genetic control. This study aimed to determine the biological effectivity of fungicides to control foliar diseases and their effect on grain yield. The locations and crop seasons to conduct the study were in Tlaxcala and Puebla in 2019, respectively. The experimental design was a randomized complete block design in a split-plot arrangement with four reps. The main plot consisted of two varieties (Esmeralda and Doña Josefa), while sub-plots were two fungicides (Azoxistrobin 7.07 % plus Propiconazole 11.79 % and Propiconazole 25.64 %). Field measurements included days to heading and maturity, grain yield, test weight, and final disease severity (a visual score for disease control). The analysis of variance indicated significant differences ( $p \leq 0.01$ ) between varieties, grain yield, and final disease severity. Disease control was more effective due to Azoxistrobin 7.07 % plus Propiconazole 11.79 %. Grain yield was more significant with fungicide application, overall Doña Josefa with Propiconazole 25.64 % ( $5972.38 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Field observations indicated that the application of Azoxistrobin lengthens the cropping season delaying the senescence (stay-green). Results suggested that chemical control of foliar diseases in barley is a suitable option.

**KEYWORDS:** Yield, Disease, Efficacy, Control, Severity.

**RESUMEN:** En México las principales enfermedades foliares que se presentan en las zonas productoras de cebada de temporal son mancha en red, mancha marrón y escaldadura, las cuales demeritan la calidad física del grano. Las variedades actualmente sembradas no poseen niveles de resistencia satisfactorios y se recurre al control químico como complemento al control genético. El objetivo de la investigación fue determinar la efectividad biológica de fungicidas para el control de manchas foliares en cebada y su efecto en el rendimiento. Durante el ciclo primavera-verano 2019 se establecieron experimentos en los estados de Tlaxcala y Puebla. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Se evaluaron las variedades Esmeralda y Doña Josefa. Los fungicidas probados fueron Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79% y Propiconazol 25.64%. Las variables medidas fueron: días a espigamiento, días a madurez fisiológica, rendimiento de grano, peso hectolítrico y severidad final de la enfermedad. El análisis de varianza mostro diferencias altamente significativa para variedades, rendimiento de grano y severidad final de la enfermedad Tukey ( $p \leq 0.05$ ). El fungicida más eficaz para el control de enfermedades foliares fue Azoxistrobin 7.07 % + Propiconazol 11.79 %. El rendimiento de grano fue superior en los tratamientos con fungicidas, siendo Doña Josefa con aplicación de Propiconazol 25.64 % el mejor tratamiento ( $5972.38 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Al aplicar el fungicida a base de Azoxistrobina se observó aumento del ciclo de cultivo o retardación de senescencia (stay-green). El control químico es una opción viable para el manejo de manchas foliares en cebada.

**PALABRAS-CLAVES:** Rendimiento, Enfermedad, Eficacia, Contro, Severidad.

## 1 INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.), es uno de los cereales más importantes a nivel mundial, ocupa el cuarto lugar en producción después del maíz, trigo y arroz [1]. Es un cereal con alto potencial para consumo animal y humano. En México se cultiva bajo condiciones de riego y temporal y la producción obtenida se utiliza principalmente para elaboración de malta, materia prima para la industria cervecera. Durante el año 2021 la superficie sembrada en el país fue de 345,414.62 hectáreas, de las cuales 21% fue establecido bajo condiciones de riego durante el ciclo agrícola otoño-invierno y 79% fue sembrado bajo condiciones de temporal en el ciclo primavera/verano [2].

El rendimiento de grano de cebada en México y a nivel mundial se ve disminuido por factores abióticos, de los cuales la sequía, heladas tempranas y exceso de lluvias son los principales [3]. Por otra parte, y no menos importantes, se encuentran los factores bióticos, donde destaca la incidencia de enfermedades [4]. [5] mencionan que actualmente las enfermedades son la principal limitante del cultivo de cebada, provocando disminución del rendimiento hasta del 100% cuando se siembra una variedad susceptible.

Las manchas foliares son, después de las royas, las enfermedades más importantes en el cultivo de cebada y son causadas principalmente por *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera teres*, *Rhynchosporium secalis* y *Blumeria graminis* [6]. Las manchas foliares se presentan desde etapa de plántula por lo que afectan el rendimiento y demeritan la calidad del grano. A nivel mundial se han reportado pérdidas en el rendimiento a causa de dichas enfermedades. [7] mencionan que las pérdidas en rendimiento a causa de las enfermedades foliares alcanzan el 25% y dependen de las condiciones climáticas y el cultivar de cebada. [8] reporta una disminución en el rendimiento de grano del 49.2% y 34.6% causado por *Bipolaris sorokiniana* durante los años 2009 y 2010 en evaluaciones realizadas en Brazil. Por otra parte, [9] determinaron para la región Nórdica-Báltica, pérdidas en el rendimiento de grano promedio de 1114 kg/ha ocasionadas por enfermedades foliares que se presentaron en el cultivo de cebada durante los años 2007 a 2017 lo que enfatiza la necesidad de aplicaciones de fungicidas. [10] mencionan que la mancha reticular en los últimos años se ha convertido en una de las enfermedades foliares más importante de la cebada, debido a que reduce el rendimiento hasta en un 40% y disminuye la calidad de la semilla. En los ambientes de producción de temporal en México existen diversas condiciones climáticas que favorecen la presencia de enfermedades foliares y se observa como un complejo como lo menciona [11] quién indica que es frecuente encontrar en una misma hoja lesiones causadas por más de uno de los patógenos, pero que también depende de la susceptibilidad de la variedad y de las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo de cultivo.

Una de las estrategias de control más efectiva para el control de enfermedades es el genético; sin embargo, en México las variedades de cebada actualmente recomendadas no poseen niveles de resistencia satisfactorios y se tiene que recurrir al control químico como medida complementaria al control genético como lo mencionan [12]. Por lo cual el objetivo de la investigación fue determinar la efectividad biológica de los fungicidas Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79% y Propiconazol 25.64% para el control de enfermedades foliares en cebada y su efecto en el rendimiento en variedades comerciales.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 UBICACIÓN

Los experimentos se establecieron durante el ciclo primavera-verano 2019, en dos localidades representativas de las zonas productoras de cebada bajo condiciones de temporal en la mesa Central de México: 1) Unión Ejidal Tierra y Libertad, Tlaxco, Tlaxcala (la Unión), ubicada en el paralelo 19° 39' 51.6" Latitud Norte, 98° 19' 56.7" Longitud Oeste y una altitud de 2 521 msnm y 2) Santa Cruz Moxolahuac, Tlahuapan, Puebla (Moxolahuac) a 19° 26' 31.37" Latitud Norte, 98° 32' 31.60" Longitud Oeste a 2 763 msnm.

### 2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar en parcelas divididas con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de cuatro surcos de tres metros de largo y espaciado a 30 cm, que corresponden a una superficie de 3.6 m<sup>2</sup> considerada como parcela útil.

### 2.3 GERMOPLASMA

Se evaluaron dos variedades de cebada de seis hileras: Esmeralda liberada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Doña Josefa liberada por el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX).

### 2.4 FUNGICIDAS

Los fungicidas probados fueron Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79% (Quilt®) y Propiconazol 25.64% (Prosan 250 CE®) aplicando la dosis recomendada en la etiqueta del producto (0.75 L ha<sup>-1</sup> para Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79%) y (0.5 L ha<sup>-1</sup> para Propiconazol 25.64%). En todos los tratamientos se utilizó el coadyuvante Poliéter polimetilsiloxano copolímero (Break Thru®) a una dosis de 0.25 L ha<sup>-1</sup>. Los fungicidas fueron aplicados utilizando una bomba de mochila marca SWISSMEX (15 L de capacidad) con boquilla abanico plano TeeJet ASJ 11003. La aplicación de los diferentes fungicidas se realizó en dos ocasiones, la primera a los 40 días después de la siembra cuando las plantas se encontraban en la etapa de desarrollo 35-49 según la escala propuesta por [13] y la segunda 20 días después de la primera aplicación. Para comparar el efecto de los fungicidas, se establecieron parcelas testigo (sin fungicida) en cada una de las variedades evaluadas.

### 2.5 INÓCULO

La incidencia de las enfermedades foliares se presentó de forma natural, a partir de la etapa de alargamiento del tallo (etapa de desarrollo 30-39; [13]) ya que en las dos localidades se presentaron condiciones climáticas favorables para el desarrollo de enfermedades foliares (temperaturas de 10-25°C durante el ciclo de cultivo y humedad relativa del 90% aproximadamente).

### 2.6 VARIABLES

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 planta (AP): altura en centímetros desde la superficie del suelo hasta la espiguilla superior de la espiga, excluyendo las aristas; rendimiento de grano (REND); peso hectolítrico (PH) y severidad final de la enfermedad (SFE): nivel máximo del área foliar dañada por el complejo de enfermedades foliares, registrada en porcentaje y utilizando la escala modificada de Saari y Prescott, [14].

### 2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos de las variables obtenidas en las dos localidades fueron analizados estadísticamente de manera conjunta con el programa SAS 9.3 (SAS Institute®, EUA) y se realizaron comparaciones de medias para las variables en estudio mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## 3 RESULTADOS

El análisis de varianza mostro diferencias altamente significativas para variedades, rendimiento de grano y severidad final de la enfermedad. En la tabla 1 se presenta la comparación de medias para variedades y fungicidas, donde se observa que las variedades tuvieron respuesta diferente a los fungicidas. Para la variable días a espigamiento (DE) se encontraron diferencias estadísticas entre variedades siendo más precoz Esmeralda independientemente del tratamiento aplicado. En días a madurez fisiológica (DM) Doña Josefa-Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79% fue el tratamiento donde las plantas retardaron su madurez. Los mayores PH fueron obtenidos en la combinación Doña Josefa Propiconazol 25.64%. El rendimiento de grano se incrementó en cada variedad cuando se aplicaron fungicidas. Doña Josefa con la aplicación de Propiconazol 25.64 % tuvo los mejores rendimientos (5972.38 Kg/ha<sup>-1</sup>), mientras que para Esmeralda los mayores rendimientos se observaron con Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79%. Para SFE los tratamientos con fungicidas mostraron mejores resultados en comparación con los testigos. El fungicida más eficaz fue Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79%, observándose en la variedad Doña Josefa una severidad final de la enfermedad del 9.37% y en Esmeralda del 14.37%. Los testigos sin fungicida tuvieron valores de 30.62% y 43.75% respectivamente.

Tabla 1. Comportamiento promedio de variedades de cebada y fungicidas durante el 2019

Tratamientos	DE	DM	AP	PH	REND	SFE
DJ (Az+Prop)	60.12 a	122.75 a	67.12 b	58.93 a	4743.75 b	9.375 c
DJ (Sin fungicida)	59.25 a	117.50 bc	67.75 b	58.40 a	3528.00 c	30.62 b
DJ (Prop)	59.00 a	115.75 bc	64.25 b	59.13 a	5972.38 a	12.50 c
ES (Sin fungicida)	54.37 b	116.37 bc	72.12 a	55.97 b	3191.38 d	43.75 a
ES (Az+Prop)	53.25 b	119.00 ab	72.75 a	56.86 b	4542.75 b	14.37 c
ES (Prop)	53.25 b	112.75 c	67.62 b	56.32 b	3320.00 dc	23.12 b
Media	56.54	117.35	68.60	57.60	4216.37	22.29
DMS	1.64	5.23	4.09	.95	211.9	8.68

DE: días a espigamiento, DM= días a madurez, PH: peso hectolítrico, REND= rendimiento de grano (Kg ha<sup>-1</sup>), SFE= severidad final de la enfermedad (%). DJ= Doña Josefa; ES= Esmeralda Sf= Sin fungicida, Az+Prop= Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79%, Prop=Propiconazol 25.64%. Medias con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey P ≤ 0.05).

En la figura 1, se presentan la severidad final de la enfermedad (SFE) por localidad, en dos variedades de cebada y tres tratamientos para el control del complejo de enfermedades foliares, en ella es posible observar que la mayor severidad se presentó en la localidad de La Unión, donde la variedad Esmeralda sin aplicación de fungicida registro la mayor severidad (60%). Se observó un efecto positivo de los fungicidas en las variedades, el fungicida más eficaz para el control de enfermedades foliares fue Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79%, donde los niveles máximos de severidad fueron 9 y 10% en Doña Josefa en La Unión y Moxolahuac, respectivamente. Por otra parte, el rendimiento de grano (REND) mostró un incremento en el rendimiento con la aplicación de fungicida (figura 2), la variedad más productiva fue Doña Josefa con la aplicación de Propiconazol 25.64% donde se obtuvieron rendimientos de 6879 Kg ha<sup>-1</sup> y 5065 kg ha<sup>-1</sup> en Moxolahuac y La Unión, respectivamente, mientras que sin aplicación de fungicidas los rendimientos obtenidos fueron de 3983 kg ha<sup>-1</sup> en Moxolahuac y 3072 kg ha<sup>-1</sup> en La Unión.

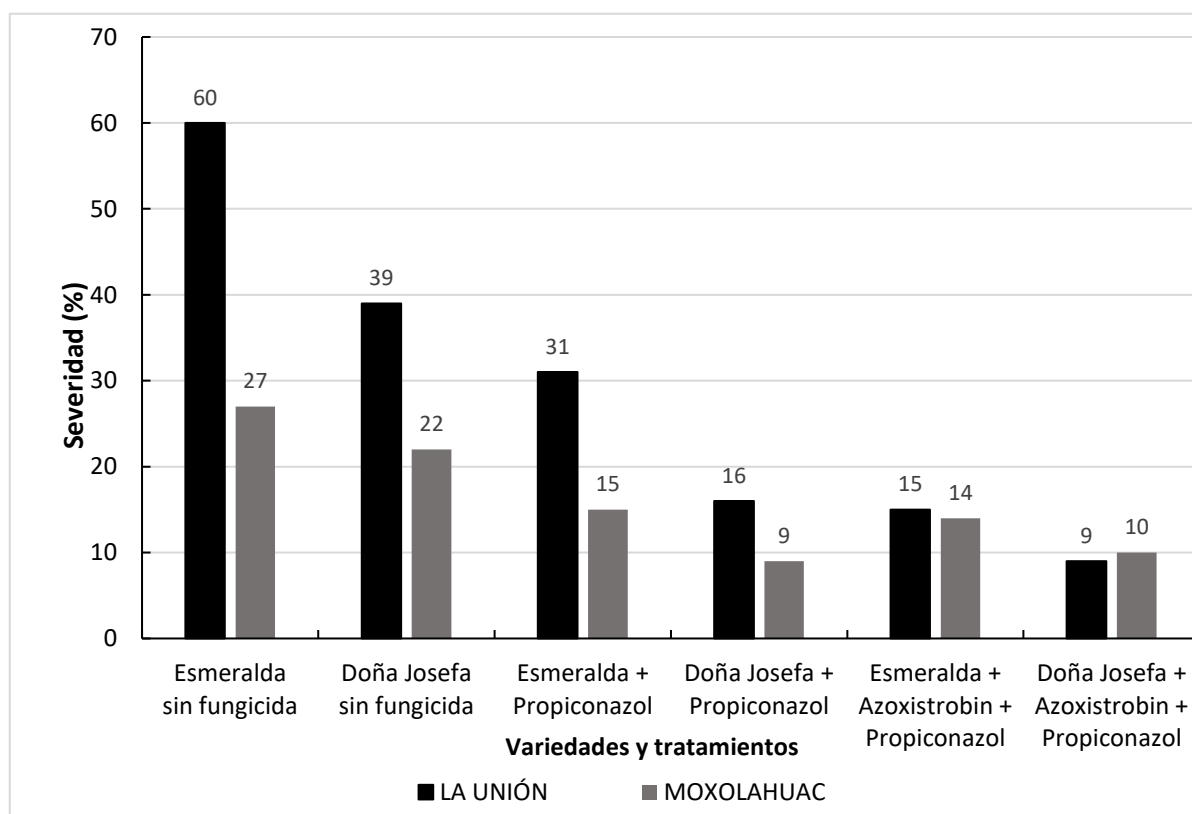


Fig. 1. Comportamiento promedio por localidad de la severidad final de la enfermedad en dos variedades de cebada con y sin aplicación de fungicida

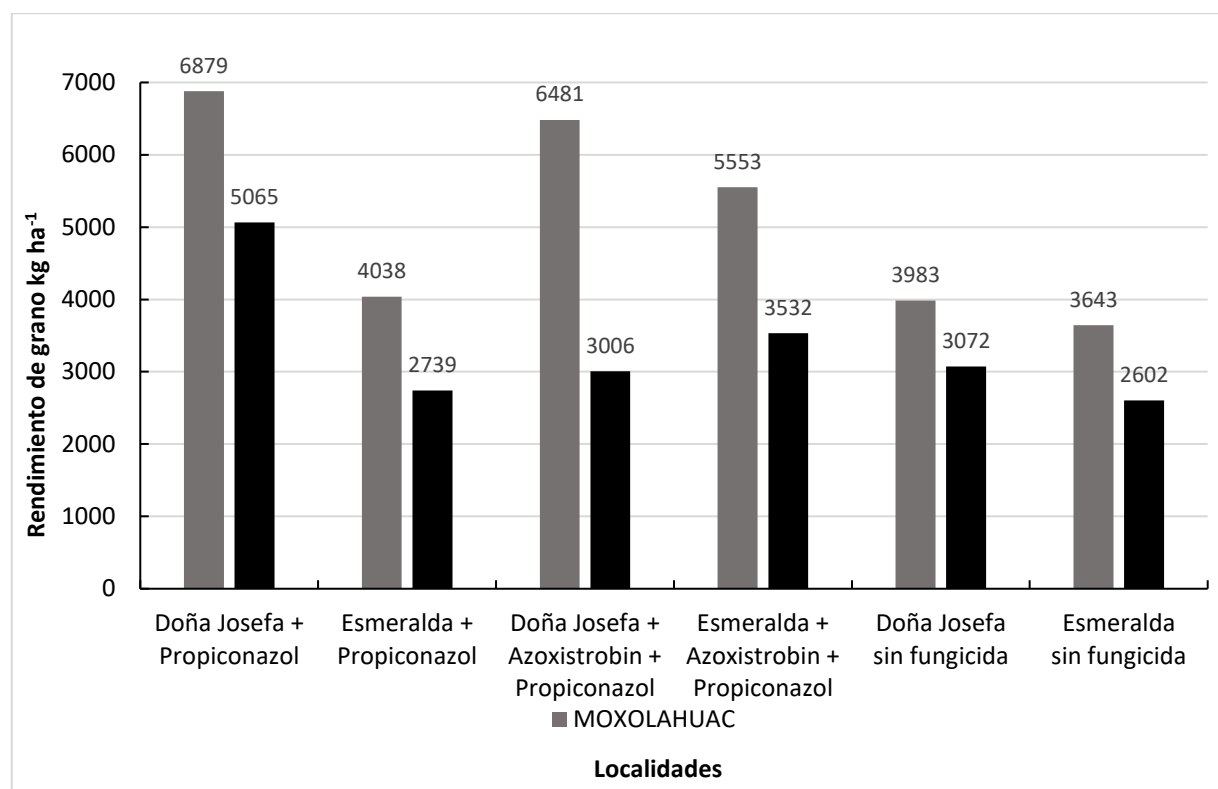


Fig. 2. Rendimiento de grano (Kg ha<sup>-1</sup>) promedio por localidad sin y con aplicación de fungicida

#### 4 DISCUSIÓN

En los Valles Altos de la Mesa Central de México, las enfermedades foliares de la cebada que se presentan con más frecuencia son la mancha en red, mancha borrosa o marrón y la escaldadura de la cebada; la mancha en red y la mancha marrón por lo general se encuentran en la misma hoja, por lo que se presentan como un complejo, esto coincide con lo reportado por [11], quien indica que es frecuente encontrar en una misma hoja lesiones causadas por más de uno de los patógenos y que esta estrecha asociación en ocasiones dificulta el diagnóstico. En México en los últimos años la incidencia de las enfermedades en cebada ha aumentado, esto debido en parte, al cambio climático, a la evolución hacia nuevos biotipos del patógeno, a la falta de resistencia en las variedades sembradas y a la introducción de variedades no adaptadas a las regiones productoras de cebada del país. El control químico ha sido una opción viable como complemento al control genético. [15] indican que los fungicidas han jugado un papel fundamental en el control de enfermedades de plantas de origen fungoso, tanto en campo como en almacenamiento y particularmente en las últimas décadas. Sin embargo, [12] mencionan que su utilización debe ser de forma racional, para evitar contribuir al deterioro del medio ambiente.

En la presente investigación se determinó que el fungicida más eficaz para el control de manchas foliares en el cultivo de cebada fue Azoxistrobin 7.07 % + Propiconazol 11.79 %, ya que con la aplicación de este producto en promedio se redujo la severidad de la enfermedad en un 91% en la variedad Doña Josefa y un 86% en la variedad Esmeralda. No obstante, la aplicación de Propiconazol 25.64 % también mostro resultados positivos 87.5% y 77% para Doña Josefa y Esmeralda, respectivamente. Resultados similares fueron reportado por [7] quienes indicaron que los fungicidas que contienen Propiconazol + Ciproconazole, Azoxistrobin + Ciproconazole y Prothioconazole + Tebuconazole mostraron una buena eficacia en el control de enfermedades foliares de cebada. [16] obtuvieron resultados favorables en pruebas in vitro logrando inhibir el 100 % del crecimiento micelial del hongo causante de la mancha marrón con la aplicación de Propiconazol y Difenconazol + Propiconazol.

De manera general, los tratamientos sin fungicida fueron los más precoces numéricamente en cada variedad, mientras que cuando se aplicó Azoxistrobin 7.07 % + Propiconazol 11.79 %, se observó que el comportamiento de las variedades fue el de retardar la senescencia de la hoja. [17] reportaron que el fungicida Azoxistrobina provoca un retraso en la senescencia de la hoja, sin embargo, esto no significa necesariamente un aumento en la biomasa ni el rendimiento de grano. [12] reportan retardo en la senescencia de la hoja con la aplicación de Azoxistrobin + Tebuconazol. [18] reportan para mancha en red una eficacia de control del 51.89% aplicando Propiconazol 25% (Tilt 250 EC).

Los valores promedio de PH obtenidos en los tratamientos con fungicida, cumplen con el valor especificado en la norma mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003 para la comercialización de cebada, como lo indican [3]. Los mayores PH fueron obtenidos en la combinación Doña Josefa Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79% con un 59.13 kg hL<sup>-1</sup>, mientras que sin la aplicación de fungicida Esmeralda tuvo el peso hectolítrico más bajo (55.97 kg hL<sup>-1</sup>).

El rendimiento de grano se incrementó en cada variedad cuando se aplicaron fungicidas. Doña Josefa con Propiconazol 25.64% tuvo los mejores rendimientos (5972.38 kg ha<sup>-1</sup>), y Esmeralda con Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79% alcanzó 4542.75 kg ha<sup>-1</sup>. Estos resultados muestran que las variedades responden de forma diferente a la aplicación de estos productos fúngicos. Resultados similares fueron reportados por [19] quienes indican que al aplicar fungicidas del grupo de los triazoles como Trifloxystrobin 25% + Tebuconazole 50% y Tebuconazole 25.9% se observa un aumento en el rendimiento de grano del 56.5 y 53.27% respectivamente. [12] reportan que las variedades responden de forma diferente a la aplicación de fungicidas.

El control químico representa una opción viable para evitar pérdidas en el rendimiento y grano de mala calidad en cebada; sin embargo, se debe utilizar de forma racional y responsable dicho control, para evitar contribuir al deterioro de los recursos naturales y a la resistencia del patógeno como lo mencionan [12] quienes indicaron que para tener un control eficiente de las enfermedades en el cultivo de cebada es importante considerar el ambiente de producción, la variedad a sembrar y el fungicida por aplicar, lo que permitirá tener un menor impacto en el ambiente y mayores ingresos económicos para el productor.

## 5 CONCLUSIÓN

El rendimiento de grano fue superior en los tratamientos con fungicidas, siendo Doña Josefa con aplicación de Propiconazol 25.64% el mejor tratamiento. El fungicida más eficaz para el control de enfermedades foliares fue Azoxistrobin 7.07% + Propiconazol 11.79%. Al aplicar el fungicida a base de Azoxistrobina se observó incremento del ciclo de cultivo o retardación de senescencia (stay-green). Las variedades respondieron de forma diferente a la aplicación de productos fúngicos. La presencia de enfermedades foliares durante el ciclo del cultivo ocasiona disminución en el rendimiento de grano y demerita la calidad física del grano. Para tener un control eficiente de las enfermedades foliares es importante considerar la variedad a sembrar y el producto fungicida por aplicar, lo cual se traducirá en menor daño al ambiente y mayores ingresos económicos para el productor.

## AGRADECIMIENTO

Al proyecto de cebada: Mejoramiento genético de cebada para obtener líneas forrajeras de alta productividad y tolerantes a enfermedades No. SIGI: 12532434778.

## REFERENCIAS

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations, «FAOSTAT» 2020 [Online] Disponible: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Diciembre, 2020).
- [2] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, «Producción Anual Agrícola» 2021 [Online] Disponible: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Junio 15, 2022).
- [3] M. González-González, M. Zamora-Díaz y S. Solano-Hernández, «Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera», *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 7, no. 1, pp. 159-171, 2016.
- [4] O. P. Gangwar, S. C. Bhardwaj, G. P. Singh, P. Prasad and S. Kumar, «Barley diseases and their management: An Indian perspective», *Wheat and Barley Research*, vol. 10, no. 3, pp. 138-150, 2018.
- [5] M. González-González, M. R. Zamora-Díaz, S. Solano-Hernández, R. Huerta-Zurita, R. Gómez-Mercado y I. Rojas-Martínez, «Mejoramiento genético de cebada en el INIFAP (1985-2020)», *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Publicación especial no. 25, pp. 15-20, 2021.
- [6] D. R. Walters, A. Avrova, I. J. Bingham, F. J. Burnett, J. Fountaine, N. D. Havis, S. P. Hoad, G. Hughes, M. Looseley, S. J. P. Oxley, A. Renwick, C. F. E. Topp and A. C. Newton, «Control foliar diseases in barley: towards an integrated approach», *European Journal of Plant Pathology*, vol. 133, no. 1, pp. 33-73, 2012.
- [7] E. Nagy, L. Tigudean, A. Suciú, V. Florian and D. C. Nagy, «Influence of fungicide foliar treatments on the spring barley grain yield», *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, vol. 67, no. 1, p. 328, 2010.
- [8] L. Agostinetto, R. Trezzi-Casa, A. Bogo, C. Sachs, C. Arruda-Souza, E. Melo-Reis and I. C. Cunha, «Barley spot blotch intensity, damage, and control response to foliar fungicide application in southern Brazil», *Crop Protection*, vol. 67, no. 67, pp. 7-12, 2015.
- [9] M. Jalli, J. Kaseva, B. Andersson, A. Ficke, L. Nistrup-Jorgensen, A. Ronis, T. Kaukoranta, J. E. Orum and A. Djurle, «Yield increases due to fungicide control of leaf blotch diseases in wheat and barley as a basis for IPM decision-marking in the Nordic-Baltic region», *European Journal of Plant Pathology*, vol. 158, no. 2, pp. 315-333, 2020.

- [10] A. Backes, G. Guerriero, E. A. Barka and C. Jacquard, «Pyrenophora teres: Taxonomy, morphology, interaction with barley, and model of control», *Frontiers in Plant Science*, vol. 12: 614951, pp. 1-18, 2021.
- [11] L. I. Gilchrist-Saavedra, «Problemas fitosanitarios de los cereales de grano pequeño en los Valles Altos de México», *Revista Mexicana de Fitopatología*, vol. 18, no. 2, pp. 132-137, 2000.
- [12] M. F. Rodríguez-García, M. González-González, Julio Huerta-Espino y S. Solano-Hernández, «Fungicides evaluation against yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) in six barley cultivars», *Mexican Journal of Phytopathology*, vol. 39, no. 3, pp. 414-434, 2021.
- [13] J. C. Zadoks, T. T. Chang and C. F. Konzak, «A decimal code for the growth stages of cereals», *Weed Research*, vol. 14, no. 6, pp. 415-421 1874.
- [14] E. E. Saari and J. M. Prescott, «Scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases», *Plant Disease Reporter*, vol. 59, no. pp. 377-380, 1975.
- [15] M. Correira, M. Rodrigues, P. Paiga and C. Delerue-Matos, *Fungicides*, In: Encyclopedia of food and Health, Academic Press, Cambridge, p. 169, 2016.
- [16] M. M. Hasan, F. Ahmed, M. R. Islam and K. F. I. Murad, «*In vitro* effect of botanical extracts and fungicides against *Bipolaris sorokiniana*, causal agent of leaf blotch of barley», *Journal of Agroforestry and Environment*, vol. 6, no. 1, pp. 83-27, 2012.
- [17] J. R. Bertelsen, E. Neergaard and V. Smedegaard-Petersen, «Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole of phyllosphere fungi, senescence and yield of Winter wheat», *Plant Pathology*, vol. 50, no. 2, pp. 190-205, 2001.
- [18] N. Beyene and A. Abera, «Evaluation of different fungicides for the control of net blotch (*Pyrenophora teres*) disease of barley (*Hordeum vulgare* L.) at west showa zone, Ethiopia», *Journal of Plant Pathology Microbiology*, vol.11, no. 1, pp. 1-7.
- [19] H. Kanwar, P. S. Shekhawat, V. Kumar and BDS Nathawat, «Evaluation of fungicides for the management of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) of barley», *Wheat and Barley Research*, vol. 10, no. 8, pp. 224-227, 2018.