



Agronomía Mesoamericana
ISSN: 2215-3608
pccmca@gmail.com
Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Determinación de una escala diagramática de severidad para mancha en red en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.)¹

Petta, A.; Lavilla, M.

Determinación de una escala diagramática de severidad para mancha en red en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.)¹

Agronomía Mesoamericana, vol. 33, núm. 3, 49035, 2022

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43771129010>

DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v33i3.49035>

© 2022 Agronomía Mesoamericana es desarrollada en la Universidad de Costa Rica bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escriba a pccmca@ucr.ac.cr, pccmca@gmail.com



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Determinación de una escala diagramática de severidad para mancha en red en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.)¹

Determination of a diagrammatical severity scale for net blotch in malting barley (*Hordeum vulgare* L.)

A. Petta

Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de

Buenos Aires, Argentina

analiapetta87@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0294-3304>

DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v33i3.49035>


Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43771129010>

M. Lavilla

Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de

Buenos Aires, Argentina

miguellavillapergamino@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7282-4696>

Recepción: 22 Noviembre 2021

Aprobación: 23 Febrero 2022

RESUMEN:

Introducción. En la actualidad la mancha en red, causada por *Drechslera teres* en cebada, no posee una escala visual para evaluar la severidad de la enfermedad a campo, por lo tanto, la falta de un método estándar de la cuantificación visual de la enfermedad puede llevar a estimaciones imprecisas que induce a conclusiones equivocadas. **Objetivo.** Desarrollar una escala para evaluar la severidad de la mancha en red en hojas de cebada. **Materiales y métodos.** Se recolectaron cien hojas de diferentes cultivares de cebada cervecera, utilizados en un ensayo en el campo experimental de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, en la localidad de Junín, Buenos Aires, Argentina, durante el año 2017, las cuales presentaron diferentes niveles de severidad. La escala se determinó con los siguientes valores de severidad: 1 %, 2,1 %, 4,5 %, 9,1 %, 17,8 %, 31,7 % y 50 %. La validación de la escala propuesta se realizó con base en cincuenta hojas de cebada con diferentes niveles de severidad de mancha en red, distribuidas a veinte evaluadores sin experiencia en la estimación de daños de esta enfermedad. Se procedió a su validación al evaluar la severidad de las hojas primero sin escala y después con la escala propuesta. Los análisis estadísticos se realizaron a través de una prueba de t y regresión lineal simple. **Resultados.** El uso de la escala mejoró la valoración de la severidad en hojas con mancha en red, debido a que en promedio la pendiente de la regresión de la mayoría de los evaluadores aumentó en un 15 % cuando utilizaron la escala visual para evaluar la enfermedad. **Conclusión.** Se logró desarrollar una escala para evaluar la severidad de la mancha en red en hojas de cebada.

PALABRAS CLAVE: *Drechslera teres*, patometría, enfermedades fungosas.

ABSTRACT:

Introduction. At present, the net blotch caused by *Drechslera teres* in barley, does not have a visual scale to assess the severity of the disease in the field, therefore, the lack of a standard method for visual quantification of the disease can lead to imprecise estimates that induce to wrong conclusions. **Objective.** To develop a scale to assess the severity of net blotch in barley leaves. **Materials and methods.** One hundred leaves of different malting barley cultivars used in a trial at the experimental field of the Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, in the locality of Junin, Buenos Aires, Argentina, were collected in 2017, which presented different severity levels. The scale was determined with the following severity values: 1 %, 2.1 %, 4.5 %, 9.1 %, 17.8 %, 31.7 %, and 50 %. The validation of the proposed scale was carried out based on fifty barley leaves with different levels of net blotch severity, distributed to twenty evaluators without experience in estimating the damage from this disease. Validation was carried out by evaluating the severity of the leaves first without scale and then with the proposed scale. Statistical analyzes

NOTAS DE AUTOR

miguellavillapergamino@gmail.com

were performed using a t-test and simple linear regression. **Results.** The use of the scale improved the assessment of the severity in leaves with net blotch, because on average the slope of the regression of most of the evaluators increased by 15 % when they used the visual scale to evaluate the disease. **Conclusion.** The development of a scale to assess the severity of the net blotch in barley leaves was achieved.

KEYWORDS: *Drechslera teres*, pathometry, fungal diseases.

INTRODUCCIÓN

La mancha en red (MR) causada por *Drechslera teres* es la principal enfermedad foliar que afecta al cultivo de cebada en la Argentina y puede sobrevivir tanto en semilla, rastrojo, plantas voluntarias u otras plantas huéspedes. La MR provoca mermas de rendimiento en cebada de hasta un 20 % (Miralles et al., 2011).

Los síntomas de la MR pueden aparecer en todas las partes verdes de la planta. El síntoma típico ocurre en las hojas, donde aparecen estrías necróticas longitudinales cruzadas por otras transversales, lo cual da la apariencia de manchas en red (Mathre, 1997). En las lesiones más viejas el aspecto reticulado es muy evidente y el tejido afectado se vuelve clorótico (Mathre, 1997). Cuando la infección proviene de semilla, la primera hoja muestra una estría longitudinal necrótica y puede provocar la muerte precoz de la hoja (Mathre, 1997).

Para la cuantificación con precisión de la severidad de enfermedades, varias estrategias han sido propuestas y entre estas se destacan las escalas diagramáticas, que son representaciones ilustradas de una serie de plantas, hojas o partes de plantas con síntomas en diferentes niveles de severidad (Lavilla et al., 2022). Las escalas diagramáticas se han constituido en la principal herramienta de evaluación de severidad para muchas enfermedades. Estas deben ser de fácil uso, aplicables a una gran gama de condiciones, tener resultados reproducibles, un intervalo para representar todas las etapas de desarrollo de la enfermedad y deben permitir una evaluación inmediata (Lavilla et al., 2022).

En la elaboración de una escala, se deben considerar aspectos como, los límites superiores e inferiores, los cuales deben corresponder, respectivamente, a la cantidad máxima y mínima de la enfermedad encontrada en el campo; la representación de los síntomas, debe estar lo más cerca posible a los observados en la planta; y los niveles intermedios de la severidad de la enfermedad, deben abarcar las limitaciones de la visión humana, tal como se definen en la “Ley del estímulo de Weber-Fechner” (Horsfall & Barratt, 1945; Nutter & Schultz, 1995). Además, las escalas diagramáticas deben ser probadas (validadas) antes de ser propuestas como un método estándar de cuantificación de enfermedades y en el caso de producir resultados insatisfactorios, estas deben corregirse (Martins et al., 2004).

Debido a la ausencia de métodos estandarizados para la cuantificación de la mancha en red de la cebada, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una escala para evaluar la severidad de la mancha en red en hojas de cebada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento para la elaboración de la escala visual de severidad de mancha en red en cebada cervecera

El procedimiento para la elaboración de la escala visual de severidad de la MR en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L), se basó en el método empleado por Martins et al. (2004). El área de cada hoja fue diseñada en plástico transparente, el cual fue sometido a un medidor de área foliar. De esta forma, fue posible determinar la hoja con menor y mayor número de lesiones, para establecer así el límite inferior y superior de la escala. Además, se determinaron otros cinco niveles intermedios de la escala, al considerar las limitaciones de la agudeza de la visión humana definida por la “ley del estímulo de Weber y Fechner” (Horsfall & Barratt, 1945).

Recolección y selección de hojas de cebada cervecera con diferentes niveles de severidad de mancha en red

La recolección y selección de hojas de cebada cervecera con diferentes niveles de severidad de la MR fue realizada en el campo experimental de la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires, en la localidad de Junín, Buenos Aires, Argentina, durante el ciclo de producción 2017.

La escala para la evaluación de la MR en cebada, se elaboró a partir de 100 hojas recolectadas de los diferentes cultivares de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.; Shakira, Overture, Andreia, Traveler, Sinfonía), los cuales presentaban diferentes niveles de severidad de la MR. Luego de la recolección, se separaron cincuenta hojas por cantidad de área lesionada (severidad). De esta forma, fue posible determinar la hoja de cebada con el menor y el mayor número de lesiones, por los evaluadores experimentados. Para establecer el límite superior e inferior de la escala. Además de los niveles mínimo y máximo, se determinaron otros cuatro niveles intermedios de acuerdo con la agudeza de la visión humana definida por la “ley del estímulo de Weber y Fechner” (Horsfall & Barratt, 1945). Una vez establecidos los porcentajes de la enfermedad de la escala, se asignaron las hojas enfermas de cebada representativas para cada porcentaje de severidad, para establecer la escala diagramática.

Validación de la escala diagramática

La validación de la escala propuesta se realizó con base en cincuenta hojas de cebada con diferentes niveles de severidad de mancha en red (Figura 1), distribuidas a veinte evaluadores sin experiencia en la estimación de daños de esta enfermedad. Tres fitopatólogos experimentados analizaron en forma individual y visual las hojas sin la utilización de ningún equipamiento u observación a simple vista (“ojo desnudo”), y se definió un valor de severidad de mancha en red por folíolo sin escala y luego con escala (Figuras 1 y 2), para determinar la severidad real de cada folíolo.

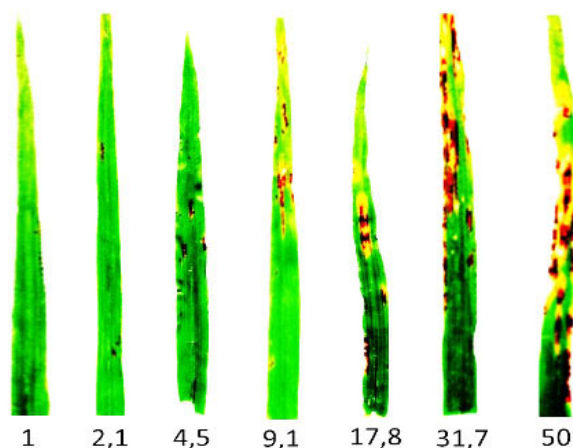


FIGURA 1

Escala visual para evaluar la severidad de mancha en red causada por *Dreschlera teres* en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.). Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina. 2017.

Figure 1. Visual scale to evaluate the severity of net blotch caused by *Dreschlera teres* in malting barley (*Hordeum vulgare* L.). Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junin, Buenos Aires, Argentina. 2017.



FIGURA 2

Síntomas de mancha en red causada por *Drechslera teres* en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.), cultivar Andreia. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina. 2017.

Figure 2. Symptoms of net blotch caused by *Drechslera teres* in malting barley (*Hordeum vulgare* L.). Cultivar Andreia. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junin, Buenos Aires, Argentina. 2017.

Los análisis estadísticos, prueba de t y regresiones lineales simples, se realizaron con los softwares InfoStat (Di Rienzo et al., 2011) y StatSoft (StatSoft, 2005).

RESULTADOS

Los evaluadores inexperimentados tuvieron valores de b (pendiente) más cercanas a cero cuando evaluaron la severidad de mancha en red sin escala (Cuadro 1). El evaluador dieciséis fue el único que al evaluar con y sin escala, la severidad de la mancha en red, sus apreciaciones no fueron estadísticamente diferentes a las mostradas por los evaluadores experimentados (Cuadros 1, 2 y 3).

CUADRO 1

Evaluaciones de la severidad en hojas de la mancha en red causada por *Dreschlera teres* en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.), sin escala particionada por evaluador inexperto. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina. 2017.

| Evaluador | Sin escala | | | | | | | |
|-----------|------------|---|-------|------|----------------|----------------|--------|--------|
| | b | | a | | R ² | Error absoluto | | |
| | | | | | | promedio | mínimo | máximo |
| 1 | -0,32 | * | 1,54 | n.s. | 0,20 | -6,75 | -40,00 | 7,80 |
| 2 | -0,28 | * | 2,07 | n.s. | 0,11 | -6,61 | -40,00 | 7,80 |
| 3 | -0,31 | * | -0,62 | n.s. | 0,13 | -4,37 | -40,00 | 11,70 |
| 4 | -0,21 | * | 5,01 | * | 0,11 | -8,39 | -28,30 | 5,00 |
| 5 | -0,05 | * | 15,30 | * | 0,0024 | -16,07 | -45,90 | 10,00 |
| 6 | -0,19 | * | 6,79 | * | 0,04 | -9,79 | -45,00 | 15,00 |
| 7 | -0,02 | * | 2,41 | n.s. | 0,00064 | -2,77 | -32,00 | 16,70 |
| 8 | 0,44 | * | 4,41 | * | 0,40 | 2,75 | -10,90 | 35,00 |
| 9 | 0,13 | * | -4,51 | * | 0,04 | 6,65 | -20,00 | 32,00 |
| 10 | -0,07 | * | -0,42 | n.s. | 0,01 | -0,69 | -35,00 | 20,00 |
| 11 | -0,09 | * | 1,55 | n.s. | 0,01 | -2,95 | -32,20 | 14,80 |
| 12 | -0,23 | * | 7,96 | * | 0,10 | -11,75 | -32,20 | 1,00 |
| 13 | 0,30 | * | 13,35 | * | 0,18 | -8,49 | -30,90 | 16,70 |
| 14 | -0,34 | * | 0,63 | n.s. | 0,15 | -6,15 | -45,00 | 10,00 |
| 15 | 0,26 | * | 1,83 | n.s. | 0,06 | 2,33 | -40,90 | 26,70 |
| 16 | 0,72 | * | 4,20 | * | 0,84 | 7,47 | -10,50 | 35,00 |
| 17 | -0,53 | * | -2,93 | n.s. | 0,20 | -5,63 | -48,30 | 15,80 |
| 18 | -0,02 | * | 7,32 | * | 0,00089 | -7,63 | -30,90 | 10,00 |
| 19 | -0,19 | * | 5,07 | n.s. | 0,03 | -8,15 | -42,90 | 21,70 |
| 20 | 0,07 | * | -1,18 | n.s. | 0,01 | 2,23 | -30,00 | 21,70 |
| PROM: | -0,05 | | 3,49 | | 0,13 | -0,98 | -22,02 | 20,34 |

(b) es la pendiente, (a) la ordenada al origen y (R²) es el coeficiente de determinación de la regresión lineal. (*) diferencia significativa, p<0,05, (n.s.) diferencia no significativa, p<0,05. Errores absolutos (severidad real - severidad estimada) para evaluaciones de mancha en red sin la ayuda de la escala esquemática. Los evaluadores del 1 al 20 son inexpertos, sin contacto previo con la escala. Promedio de la pendiente (b) en valor absoluto 0,24. / (b) is the slope, (a) the ordinate to the origin and (R²) is the coefficient of determination of the linear regression. (*) significant difference, p<0.05, (n.s.) non-significant difference, p<0.05. Absolute errors (actual severity - estimated severity) for net blotch evaluations without the aid of the schematic scale. The evaluators from 1 to 20 are inexperienced, without previous contact with the scale. Average slope (b) in absolute value 0.24.

Table 1. Leaf severity evaluations of the net blotch caused by *Dreschlera teres* in malting barley (*Hordeum vulgare* L.) without partitioned scale by inexperienced evaluator. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junin, Buenos Aires, Argentina. 2017.

CUADRO 2

Evaluaciones de la severidad de la mancha en red causada por *Dreschlera teres* en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.), con escala particionada por evaluador inexperto. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina. 2017.

| Evaluador | Con escala | | | | | | | |
|-----------|------------|------|------|------|----------------|----------------|--------|--------|
| | b | | a | | R ² | Error absoluto | | |
| | | | | | | promedio | mínimo | máximo |
| 1 | 0,77 | * | 6,33 | * | 0,52 | -2,66 | -22,60 | 18,30 |
| 2 | 0,92 | n.s. | 2,96 | n.s. | 0,72 | -1,66 | -22,60 | 18,30 |
| 3 | 0,54 | * | 5,73 | * | 0,34 | 1,75 | -22,60 | 32,20 |
| 4 | 0,70 | * | 6,14 | * | 0,49 | -1,28 | -22,60 | 22,60 |
| 5 | 0,82 | * | 4,76 | * | 0,68 | -1,85 | -22,60 | 18,30 |
| 6 | 0,76 | * | 2,12 | n.s. | 0,77 | 1,71 | -13,30 | 22,60 |
| 7 | 0,69 | * | 2,94 | n.s. | 0,65 | 2,08 | -22,60 | 18,30 |
| 8 | 0,77 | * | 3,86 | * | 0,67 | -0,11 | -22,60 | 18,30 |
| 9 | 0,85 | n.s. | 4,74 | * | 0,55 | -2,39 | -22,60 | 18,30 |
| 10 | 0,71 | * | 2,29 | n.s. | 0,50 | 1,14 | -13,90 | 18,30 |
| 11 | 0,88 | n.s. | 2,23 | n.s. | 0,72 | -0,26 | -13,90 | 18,30 |
| 12 | 0,70 | * | 5,78 | * | 0,59 | -0,9 | -22,60 | 18,30 |
| 13 | 0,76 | * | 5,90 | * | 0,57 | -2,05 | -22,60 | 18,30 |
| 14 | 0,73 | * | 4,21 | * | 0,55 | 0,15 | -22,60 | 32,20 |
| 15 | 1,04 | n.s. | 3,14 | n.s. | 0,64 | -3,7 | -32,20 | 13,90 |
| 16 | 0,98 | n.s. | 4,40 | * | 0,70 | -4,01 | -22,60 | 13,30 |
| 17 | 0,68 | * | 6,03 | * | 0,42 | -0,81 | -32,20 | 32,20 |
| 18 | 0,89 | n.s. | 8,98 | * | 0,61 | -7,17 | -27,20 | 13,90 |
| 19 | 0,77 | * | 4,43 | n.s. | 0,66 | -0,76 | -22,60 | 18,30 |
| 20 | 0,78 | * | 2,38 | n.s. | 0,60 | 3,19 | -13,90 | 22,60 |
| PROM: | 0,79 | | 4,47 | | 0,60 | -4,24 | -34,05 | 16,72 |

(b) es la pendiente, (a) la ordenada al origen y (R²) es el coeficiente de determinación de la regresión lineal. (*) diferencia significativa, p<0,05, (n.s.) diferencia no significativa, p>0,05. Errores absolutos (severidad real - severidad estimada) para evaluaciones de mancha en red con la ayuda de la escala esquemática. Los evaluadores del 1 al 20 son inexpertos, en contacto previo con la escala. Promedio de la pendiente (b) en valor absoluto 0,79. / (b) is the slope, (a) the ordinate to the origin and (R²) is the coefficient of determination of the linear regression. (*) significant difference, p<0.05, (n.s.) non-significant difference, p>0.05. Absolute errors (actual severity - estimated severity) for net blotch evaluations with the help of the schematic scale. The evaluators from 1 to 20 are inexperienced, in previous contact with the scale. Average of the slope (b) in absolute value 0.79.

Table 2. Leaf severity evaluations of the net blotch caused by *Dreschlera teres* in malting barley (*Hordeum vulgare* L.) with partitioned scale by inexperienced evaluator. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junin, Buenos Aires, Argentina. 2017.

CUADRO 3

Diferencias entre los coeficientes de regresión (R^2), particionada por evaluador inexperto, basados en la escala sobre la severidad de la mancha en red causada por *Dreschlera teres* en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.). Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina. 2017.

| Evaluador | R^2 CE | R^2 SE | Diferencia ⁺ |
|--------------|----------|----------|-------------------------|
| 1 | 0,52 | 0,20 | 0,32 |
| 2 | 0,72 | 0,11 | 0,61 |
| 3 | 0,34 | 0,13 | 0,21 |
| 4 | 0,49 | 0,11 | 0,38 |
| 5 | 0,68 | 0,00 | 0,68 |
| 6 | 0,77 | 0,04 | 0,73 |
| 7 | 0,65 | 0,00 | 0,65 |
| 8 | 0,67 | 0,40 | 0,27 |
| 9 | 0,55 | 0,04 | 0,51 |
| 10 | 0,50 | 0,01 | 0,49 |
| 11 | 0,72 | 0,01 | 0,71 |
| 12 | 0,59 | 0,10 | 0,49 |
| 13 | 0,57 | 0,18 | 0,39 |
| 14 | 0,55 | 0,15 | 0,40 |
| 15 | 0,64 | 0,06 | 0,58 |
| 16 | 0,70 | 0,84 | -0,14 |
| 17 | 0,42 | 0,20 | 0,22 |
| 18 | 0,61 | 0,00 | 0,61 |
| 19 | 0,66 | 0,03 | 0,63 |
| 20 | 0,60 | 0,01 | 0,59 |
| PROM: | 0,60 | 0,13 | 0,47 |

(CE) con escalas, (SE) sin escala. + Los valores positivos de las diferencias entre los R^2 indican que el uso de la escala mejoró la evaluación de la severidad en hojas de la mancha en red causada por *Dreschlera teres* en cebada cervecera. / (CE) with scales, (SE) without scale. + The positive values of the differences between the R^2 indicate that the use of the scale improved the evaluation of the severity in leaves of the net blotch caused by *Dreschlera teres* in malting barley.

Table 3. Differences between the regression coefficients (R^2), partitioned by inexperienced evaluator based on the scale on the severity of the net blotch caused by *Dreschlera teres* in malting barley (*Hordeum vulgare* L.). Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina. 2017.

La utilización de escalas mejoró la evaluación de la MR, debido a que las diferencias entre los coeficientes de determinación siempre fueron positivos, excepto en el evaluador dieciséis. El promedio para los valores absolutos de b, para cada evaluador inexperto, fue menor cuando no utilizaron escala (0,24) respecto al uso de ella (0,79), para la evaluación de la severidad en hoja de la mancha en red. La utilización de la escala mejoró la evaluación de la MR para los evaluadores inexpertos (Cuadros 1 y 2).

La variación de los errores absolutos fue mayor cuando los evaluadores determinaron la enfermedad sin escala. Hubo una mayor heterogeneidad en las evaluaciones sin escala que con ella, en el valor de severidad de la mancha en red en hojas (Cuadros 1 y 2).

Exceptuando al evaluador dieciséis, todos los demás presentaron un coeficiente de determinación (R^2) mayor cuando utilizaron la escala, lo que mejoró la evaluación de la severidad de la enfermedad y los valores de la variable patométrica analizada por los evaluadores inexpertos fue similar a la determinada por los evaluadores experimentados (Cuadro 3). Para agilizar el proceso de evaluación de cultivares y/o tratamientos químicos, también se propuso el uso de escalas basadas en grados (Lavilla et al., 2022). La severidad de la MR se divide en tres grados, grado uno (bajo nivel de severidad), grado dos (moderado nivel de severidad) y grado tres (elevado nivel de severidad) (Figura 3).

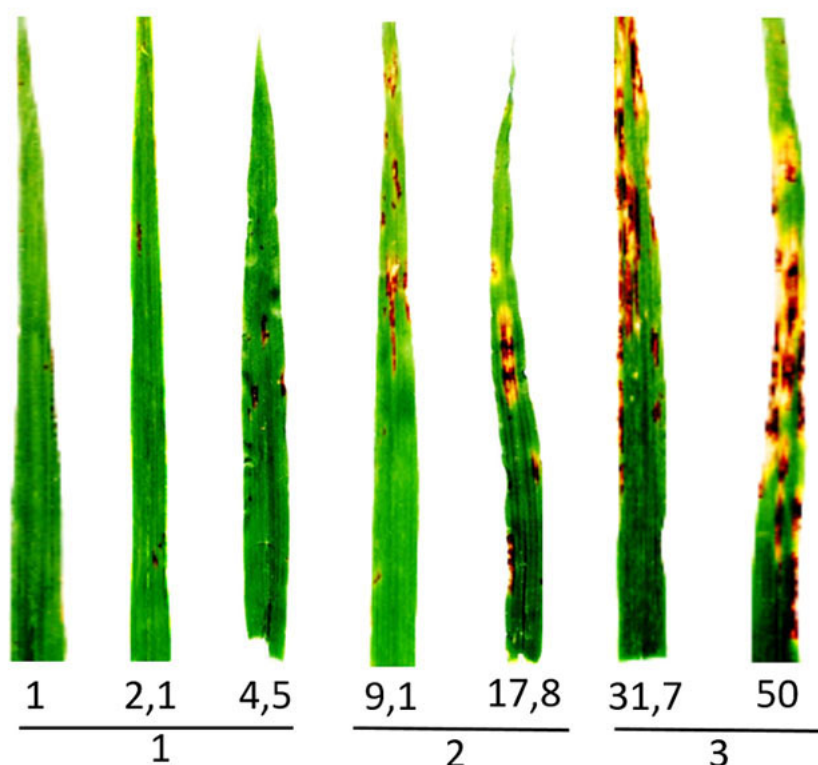


FIGURA 3

Escala para la mancha en red (*Dreschlera teres*), en hojas de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.), según los grados de severidad. grado 1 bajo nivel de severidad, grado 2 moderado nivel de severidad y grado 3 elevado nivel de severidad. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina. 2018.

Figure 3. Scale for net blotch (*Dreschlera teres*) in malting barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves, according to degrees of severity. grade 1 low level of severity, grade 2 moderate level of severity, and grade 3 high level of severity. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junin, Buenos Aires, Argentina. 2018.

DISCUSIÓN

La precisión de los niveles de severidad de la MR (variación asociada con una estimación, independiente del valor medio), fue mayor con el uso de la escala esquemática para los evaluadores inexpertos (Cuadros 1 y 2). La precisión de la evaluación de la enfermedad se calcula a partir de los valores de R^2 y con la varianza de los errores absolutos (Nutter Jr. & Schultz, 1995).

Los valores de R^2 para los evaluadores inexpertos variaron entre 0,00064 y 0,84 sin escala y de 0,34 a 0,77 con la escala (Cuadros 1 y 2). Los errores promedios absolutos variaron entre -16,07 y 7,47, sin la utilización de la escala y con el uso de ella variaron entre -7,17 y 3,19 (Cuadros 1 y 2). Estos valores confirman que la utilización de la escala mejoró la evaluación de la severidad de la MR.

Las hojas con severidades similares por diferentes números y, en consecuencia, tamaños de lesiones, a menudo generan estimaciones diferentes. Asimismo, los evaluadores tienden a sobreestimar la gravedad de la enfermedad en campo (Godoy et al., 2006). Para el caso de la MR, el uso de la escala mejoró la precisión de los evaluadores inexpertos, con la excepción del evaluador dieciséis, que tuvo una diferencia negativa entre los coeficientes de determinación (R^2 ; Cuadro 3).

El uso de una escala esquemática para la evaluación de la mancha anillada causada por *Corynespora cassiicola* en soja resultó en una mayor exactitud y precisión de las estimaciones realizadas, lo que significa que esto puede considerarse una herramienta rápida y fácil para ayudar a evaluar la gravedad de la mancha objetivo de la soja (Soares et al., 2009). Estos resultados coinciden con los observados con el uso de la escala para mancha en red en el cultivo de cebada cervecera.

La escala desarrollada en este estudio es similar a la publicada para el tizón foliar, causado por *Cercospora kikuchii* en soja (Lavilla et al., 2022), que representan diferentes niveles de severidad para evaluar enfermedades en el follaje. El uso de sistemas estándar para la cuantificación de enfermedades foliares en los cultivos de grano es una herramienta muy útil, ya que permite la comparación de experimentos llevados a cabo por diferentes instituciones. Además, las estimaciones visuales imprecisas pueden conducir a errores que alteran las conclusiones de los resultados, es por eso que el uso de escalas estandarizadas reducen los errores subjetivos en los evaluadores inexpertos. La calidad de la estimación de la enfermedad está influida por múltiples factores, entre ellos al ser una determinación realizada por una persona, influye el estado anímico, la fatiga y dificultad para concentrarse en la realización de las tareas, así como la complejidad de la unidad de muestreo, la forma de las lesiones y el color, entre otras. En tal sentido, tener una escala estandarizada para la evaluación de las enfermedades foliares reduce las probabilidades de sobreestimar o subestimar los niveles de enfermedades y facilita la tarea en campo.

CONCLUSIÓN

En esta investigación se pudo desarrollar una escala para evaluar la severidad de la mancha en red en hojas de cebada.

La escala propuesta para evaluar la severidad de la mancha en red en hojas de cebada, se puede utilizar para discriminar los mejores tratamientos de fungicidas foliares o diferenciar entre cultivares.

REFERENCIAS

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez L., Tablada M., & Robledo, C. W. (2011). *Infostat - Software estadístico*. Infostat. <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=15>
- Godoy, C. V., Koga, L. J., & Canteri, M. G. (2006). Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, 31(1), 63–68. <https://doi.org/10.1590/s0100-41582006000100011>
- Horsfall, J. C., & Barratt, R. W. (1945). An improved grading system for measuring plant diseases. *Phytopathology*, 35, 665.
- Lavilla, M., Ivancovich, A., & Díaz-Paleo, A. (2022). Diagrammatic scale for assessment the severity of *Cercospora* leaf blight on soybean (*Glycine max*) leaflets. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1), Article 43338. <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.43338>
- Martins, M. C., Guerzoni, R. A., Câmara, G. M. S., Mattiazzi, P., Lourenço, S. A., & Amorim, L. (2004). Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. *Fitopatologia Brasileira*, 29(2), 179–184. <https://doi.org/10.1590/s0100-41582004000200009>
- Mathre, D. E. (1997). *Compendium of Barley diseases* (2nd ed.). APS Press.

- Miralles, D. J., Arisnabarreta, S., & Alzuela, I. (2011). Desarrollo ontogénico y generación del rendimiento. En D. J. Miralles, R. L. Benech-Arnold, & L. G. Abeledo (Eds.), *Cebada cervecera* (1ª ed., pp. 3–34). Editorial Facultad de Agronomía.
- Nutter Jr., F. W., & Schultz, P. M. (1995). Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 17(2), 174–184. <https://doi.org/10.1080/07060669509500709>
- Soares, R. M., Godoy, C. V., & de Oliveira, M. C. N. (2009). Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alva da soja. *Tropical Plant Pathology*, 34(5), 333–338. <https://doi.org/10.1590/s1982-56762009000500007>
- StatSoft. (2005). *STATISTICA Data analysis software system*. <https://statistica-update.software.informer.com/7.1/>

NOTAS

- 1 Este trabajo formó parte de la tesina de grado de Petta A. financiado por la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Argentina.

ENLACE ALTERNATIVO

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/index> (html)