

Elaboración y validación de una escala diagramática para evaluar la severidad de cenicilla en chabacano (*Prunus armeniaca* L.)

Elaboration and validation of a diagrammatic scale to assess powdery mildew severity in apricot (*Prunus armeniaca* L.)

Escala diagramática de cenicilla en chabacano

Jorge Luis Flores-Sánchez¹ , Carlos Patricio Saucedo-Acosta² , Santiago Domínguez-Monge^{3*} , Julio David Mendoza García⁴ , Alberto Margarito García-Munguía⁵ , Héctor Alonso San Martín-Matheis⁶ 

¹Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, Km 18, Carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, 20330, Aguascalientes, México.

²Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Calle 16, Av Japaraquí, 81110, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Ixtacuaco, Km. 4.5 carretera Federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, 93650, Tlapacoyan, Veracruz, México.

⁴Departamento de Parasitología Agrícola, Maestría en Ciencias en Protección Vegetal, Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 carretera México-Texcoco, 56230, Texcoco, Estado de México, México.

⁵SANAGRI, Carretera Aguascalientes-Villa Hidalgo Km. 5.5, 20371, Poblado La Cotorra, Aguascalientes, México.

⁶Facultad de Agronomía (UAS), km 17 carretera Culiacán-El Dorado, 80000, Culiacán, Sinaloa, México.

*Autor de correspondencia: dominguez.santiago@inifap.gob.mx

Fecha de recepción:

31 de octubre de 2023

Fecha de aceptación:

11 de marzo de 2024

Publicado en línea:

30 de mayo de 2025

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercial-

CompartirIgual 4.0

Internacional

(CC BY-NC-SA 4.0)

RESUMEN

La cenicilla del chabacano, causada por el hongo *Podosphaera* spp., es uno de los factores más importantes que limitan la producción del chabacano (*Prunus armeniaca* L.) a nivel mundial. El objetivo de este trabajo fue elaborar y validar una escala diagramática para evaluar la severidad de la cenicilla del chabacano. Se consideraron los límites mínimos y máximos de la severidad de la enfermedad en campo. La escala logarítmica se desarrolló con el *software* 2 LOG v1.0. La escala logarítmica se diseñó con 5 clases (0, 6.1, 36.2, 83.2 and 97.7%) y fue evaluada de acuerdo con su exactitud, precisión y reproducibilidad, por 13 evaluadores sin experiencia previa; utilizando 60 hojas con diferentes niveles de severidad, calculada previamente con el *software* Image Tool®. Una primera evaluación fue realizada sin la escala diagramática y 2 evaluaciones usando la escala con el mismo conjunto de hojas, con un intervalo de 7 días entre evaluaciones de los mismos evaluadores. La exactitud y precisión de cada evaluador fue determinada por regresión lineal entre la severidad actual y la estimada. La escala proporcionó una precisión $r^2=0.80-0.94$ en la primera evaluación y de $r^2=0.84-0.94$ en la segunda, lo cual demuestra la importancia del uso de estas herramientas para estudios epidemiológicos de campo que permitan determinar la intensidad epidémica, impactos productivos y medidas de manejo de esta enfermedad.

PALABRAS CLAVE

Prunus armeniaca, *Podosphaera* spp., evaluación de enfermedad

ABSTRACT

Apricot powdery mildew, caused by the fungus *Podosphaera* spp., is one of the most important factors limiting apricot (*Prunus armeniaca* L.) production worldwide. The objective of this study was to develop and validate a diagrammatic scale to assess the severity of apricot powdery mildew. The minimum and maximum limits of disease severity in the field were considered. The logarithmic scale was developed using the 2 LOG v1.0 *software*. The logarithmic scale was designed with five classes (0, 6.1, 36.2, 83.2, and 97.7%) and was evaluated based on its accuracy, precision, and reproducibility by 13 evaluators with no prior experience. A total of 60 leaves with different levels of severity, previously calculated using Image Tool® *software*, were used. An initial assessment was conducted without the diagrammatic scale, followed by two evaluations using the scale with the

same set of leaves, with a 7-day interval between evaluations by the same evaluators. The accuracy and precision of each evaluator were determined by linear regression between actual and estimated severity. The scale provided a precision of $r^2 = 0.80-0.94$ in the first evaluation and $r^2 = 0.84-0.94$ in the second evaluation, demonstrating the importance of using these tools for epidemiological field studies to determine epidemic intensity, productive impacts, and management measures for this disease.

KEYWORDS

Prunus armeniaca, *Podosphaera* spp., disease evaluation

El chabacano (*Prunus armeniaca* L.) es un frutal perenne caducifolio originario de China y Siberia, ampliamente distribuido en las zonas de clima templado (Armas, 1997). Turquía es el principal productor con 795,768 t, seguido de Irán, Uzbekistán, Argelia e Italia (FAO, 2014). En México, el cultivo comercial abarca aproximadamente 300 ha en algunos estados de la república. La cenicilla del chabacano, causada por *Podosphaera* spp., es una de sus principales enfermedades de este cultivo, con un impacto económico significativo cuando afecta frutos. Los síntomas se presentan en brotes, hojas, flores, y frutos. En las hojas, las infecciones inician como manchas cloróticas en el haz y pueden extenderse por la superficie del envés y llegan a cubrir totalmente la hoja con una masa polvorienta de esporas y micelio de color blanco (Jones y Aldwinckle, 1990).

No existen métodos estandarizados para cuantificar la severidad de la cenicilla en chabacano, lo que limita la realización de estudios epidemiológicos y comparación de medidas de control. En este contexto, el desarrollo de una escala diagramática representa una herramienta eficiente para estandarizar la evaluación de la enfermedad. Estas escalas permiten obtener estimaciones exactas, precisas y reproducibles de la severidad cuando han sido cuidadosamente desarrolladas y validadas. La exactitud se refiere como la proximidad entre la estimación y el valor real de la enfermedad; la precisión, como la consistencia de las estimaciones en mediciones repetidas; y la reproducibilidad, como la capacidad de obtener valores consistentes cuando distintos evaluadores analizan la misma muestra (Nutter, 2001). El objetivo de este estudio fue desarrollar una escala diagramática para evaluar la severidad de la cenicilla en hojas de chabacano y analizar los niveles de exactitud, precisión y reproducibilidad de las estimaciones generadas con su uso.

Para la elaboración de la escala, se recolectaron 200 hojas de chabacano en huertos con diferentes niveles de severidad de la enfermedad. Las hojas fueron digitalizadas a 400 dpi con una cámara digital DSC-WX80® (Sony, Tokyo, Japón). Mediante el *software* ImageTool v3.0, se determinó el área total (AT) y el área con síntomas (AS) de cada hoja. La severidad total de la enfermedad se calculó como la relación $AS/AT \times 100$. La escala logarítmica fue desarrollada con el *software* 2LOG® (Tovar-Soto et al., 2002), con base en la ley de precisión visual de Weber-Fechner (Horsfall y Cowling, 1978) y en el valor máximo de severidad observado en las hojas colectadas. A cada clase se le asignó una imagen, generando así la escala logarítmica diagramática (Barbosa et al., 2006; Campbell y Madden, 1990). Para validar la escala, se utilizaron 60 imágenes de hojas con diferentes niveles de severidad. Trece evaluadores sin experiencia previa en la cuantificación de la enfermedad participaron en el estudio. Inicialmente, estimaron la severidad sin la ayuda de la escala diagramática. Una semana después, realizaron una evaluación con apoyo de la escala. Para evaluar la reproducibilidad, se organizó una nueva secuencia de las mismas imágenes, y siete días después de la primera evaluación con la escala, se llevó a cabo una tercera estimación visual, nuevamente con su uso. La exactitud, precisión y reproducibilidad de las estimaciones se determinaron mediante regresión lineal simple entre las mediciones obtenidas con la escala y los valores reales calculados con el *software* Image Tool®. La precisión de las estimaciones de cada evaluador y el grupo en conjunto se evaluó mediante la prueba *t* aplicada a la intersección de la regresión lineal (A) para verificar la hipótesis $H_0: a = 0$, y al coeficiente ángulo de la línea (b), para probar $H_0: b = 1$, con un nivel de significancia del 5% ($P = 0.05$). La precisión también se determinó a partir del coeficiente de deter-

minación (R^2), la varianza del error absoluto (severidad estimada menos severidad real) y la repetibilidad de las estimaciones, analizada mediante la regresión entre la segunda y la primera evaluación de la misma unidad de muestra. La reproducibilidad se evaluó con los valores de R^2 obtenidos a partir de un análisis correlativo entre las severidades estimadas por diferentes evaluadores sobre la misma unidad de muestra, combinados en pares (Nutter y Schultz, 1995). Todos los análisis se realizaron con el *software* SAS V 9.0.

El valor máximo de severidad de la cenicilla observado en 200 hojas analizadas fue 97.7%. La escala logarítmica diagramática para evaluar la severidad de la cenicilla del chabacano incluyó cinco niveles de severidad: 0, 6.1, 36.2, 83.2 y 97.7% del área foliar con síntomas (Figura 1).

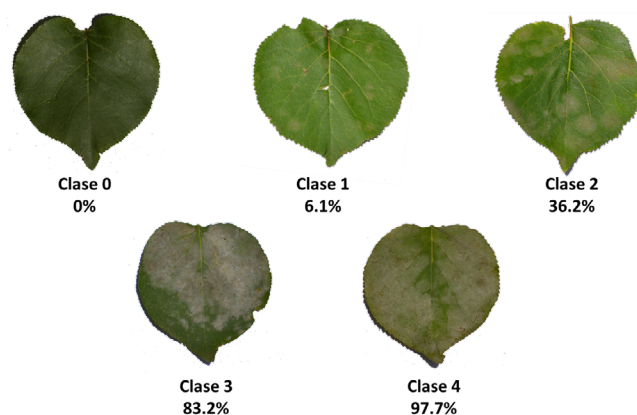


Figura 1. Escala logarítmica diagramática para evaluación de la cenicilla del chabacano (*Podospheera* spp.) con 5 clases de severidad: 0 = 0, 1 = 6.1, 2 = 36.2, 3 = 83.2 y 4 = 97.7% de severidad.

En el desarrollo de una escala logarítmica diagramática, el número de clases debe definirse con base en el objetivo del estudio. Barbosa et al. (2006) mencionan que una escala diagramática diseñada para evaluar el efecto de métodos de control debe incluir el mayor número de clases posibles, sin volverse impráctica, permitiendo así una mejor comparación entre dosis de un producto o diferentes estrategias de manejo.

Sin el uso de la escala diagramática, los evaluadores mostraron baja exactitud. El 100% presentó valores de intercepto diferentes de cero ($P \leq 0.05$) en las líneas de regresión entre la severidad real y la estimada, con un valor promedio de 10.91 (Cuadro 1). Esto indica que los evaluadores sobreestimaron consistentemente la severidad, con desvíos positivos en todos los niveles

de la enfermedad. Al utilizar la escala diagramática, la mayoría de los evaluadores mejoró sus niveles de exactitud en la estimación de la severidad (Cuadro 1). En ambas evaluaciones con la escala, solo el 38% de los evaluadores (D, E, F, I y K) presentaron valores de intercepto significativamente diferente de cero ($P \leq 0.05$), manteniendo desvíos positivos constantes. Sin embargo, los valores medios de intercepto en la primera (3.77) y segunda evaluación (3.14) siguieron siendo significativamente diferentes de cero ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1). En relación con el parámetro de tasa, el 85% de los evaluadores obtuvo valores significativamente diferentes de 1 en la evaluación sin escala, lo que indica la presencia de desvíos sistemáticos. Con el uso de la escala, el 100% de evaluadores en ambas evaluaciones presentaron tasas similares a 1 ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1), lo que refleja una reducción significativa en los errores sistemáticos de las estimaciones. Barbosa et al. (2006) señalan que la validación adecuada de una escala de severidad requiere evaluaciones imparciales, en la que los evaluadores sobrestimen y subestimen de manera aleatoria.

El análisis de la precisión de las estimaciones visuales sin la escala diagramática también mostró valores bajos, con coeficientes de determinación entre 0.62 y 0.76 con un promedio de 0.68 (Cuadro 1). Los errores en la cuantificación de la severidad, representados por las diferencias entre los valores estimados visualmente y los reales obtenidos electrónicamente, se redujeron drásticamente con el uso de la escala diagramática. La distribución de los residuos en las estimaciones sin la escala presentó errores que variaron entre -16.6 y 22.5 (Figura 2A). Con la escala, los residuos no presentaron un patrón de error definido y variaron entre -8.1 y 14 en la primera evaluación (Figura 2B) y entre -6.9 y 10.2 en la segunda evaluación (Figura 2C). La mayoría de los errores absolutos de los evaluadores con la escala fue inferior al 10%.

Aunque algunas mediciones presentaron errores absolutos, estos pueden ser compensados por la rapidez y practicidad del uso de las escalas diagramáticas. Además, dado que la cuantificación de la severidad de enfermedades con escalas diagramáticas está sujeto a cierto grado de subjetividad, esto puede reducirse con entrenamiento (García-Landa et al., 2022; Michereff et al., 2009; Nutter y Schultz, 1995).

Cuadro 1. Intercepto (*a*), parámetro de tasa (*b*) y coeficiente de determinación (R^2) de ecuaciones de regresión lineal simple relacionando estimaciones visuales de severidad de la cenicilla del chabacano realizadas por evaluadores, sin y con apoyo de la escala logarítmica diagramática, y la severidad real determinada con el *software* Image Tool.

Evaluador	Sin escala			Con escala					
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	1ª Evaluación			2ª Evaluación		
				<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2
A	4.11*	0.86	0.68	1.82	0.94	0.86	1.50	0.92	0.89
B	8.68*	0.76*	0.68	0.5	0.88	0.85	0.77	0.88	0.92
C	3.43*	0.7*	0.67	1.33	0.83	0.87	1.83	0.84	0.89
D	17.85*	0.81*	0.75	9.02*	0.90	0.90	5.32*	0.92	0.95
E	11.21*	0.72*	0.67	7.96*	0.81*	0.83	8.41*	0.85	0.87
F	20.86*	0.64*	0.64	9.17*	0.8*	0.83	6.11*	0.88	0.90
G	11.63*	0.73*	0.68	1.19	0.88	0.87	0.83	0.89	0.87
H	14.98*	0.66*	0.62	0.9	0.88	0.90	0.82	0.94	0.95
I	12.85*	0.74*	0.64	6.0*	0.83	0.82	4.89*	0.85	0.86
J	9.84*	0.78*	0.69	1.69	0.94	0.88	1.42	0.92	0.89
K	7.02*	0.86	0.76	6.88*	0.89	0.93	6.66*	0.89	0.93
L	11.52*	0.73*	0.66	1.46	0.88	0.90	1.35	0.88	0.93
M	7.87*	0.75*	0.75	1.11	0.92	0.83	0.96	0.91	0.85
Media	10.91*	0.75*	0.68	3.77*	0.88	0.87	3.14*	0.89*	0.90

* La hipótesis nula ($a = 0$ ó $b = 1$) fue rechazada por la prueba de t ($P = 0.05$).

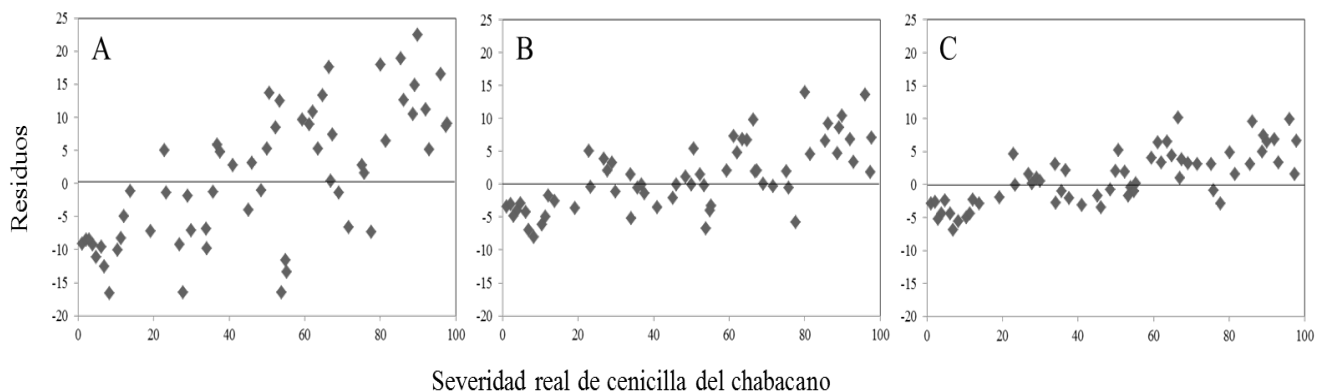


Figura 2. Residuos (severidad estimada - severidad real) de las estimaciones de cenicilla del chabacano realizadas sin apoyo de la escala logarítmica diagramática (A) y con la escala logarítmica diagramática en la primera (B) y segunda (C) validación.

Todos los evaluadores mejoraron la precisión de las estimaciones con la escala, con coeficientes de determinación entre 0.82 a 0.93 en la primera evaluación, y entre 0.85 a 0.95 en la segunda, con promedios de 0.87 y 0.90, respectivamente (Cuadro 1). Esto coincide con estudios previos de validación de escalas (Correa et al., 2009; Michereff et al., 2009; Nutter y Schultz, 1995; Tovar-Soto et al., 2002). Asimismo,

el 85% de los evaluadores mejoró su precisión en la segunda evaluación con respecto a la primera, excepto los evaluadores G y K, quienes mantuvieron el mismo nivel de precisión en ambas evaluaciones (Cuadro 1).

Las diferencias entre los evaluadores en la medición de cenicilla del chabacano eran esperadas, ya que la calidad de las estimaciones de severidad, además de ser influenciada por estímulos y respuestas

Cuadro 2. Intercepto (*a*), parámetro de tasa (*b*) y coeficiente de determinación (*R*²) de ecuaciones de regresión lineal simple relacionando la segunda y primera estimación visual de severidad de la cenicilla del chabacano realizadas por los mismos evaluadores, con apoyo de la escala logarítmica diagramática.

Evaluador	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²
A	-1.2	1.02	0.96
B	4.4*	0.95	0.84
C	1.13	0.96	0.94
D	4.33*	0.96	0.93
E	0.78	0.93	0.92
F	4.32*	0.9	0.89
G	0.45	0.98	0.99
H	0.43	0.94	0.95
I	1.05	0.97	0.95
J	-0.9	1.02	0.98
K	0.38	0.98	0.99
L	0.02	1	0.97
M	-1	1.01	0.98
Media	1.09	0.97	0.95

* La hipótesis nula ($a = 0$ o $b = 1$) fue rechazada por la prueba de *t* ($P = 0.05$).

psicológicas, puede verse afectada por factores como la dificultad de la unidad muestreada, el tamaño y la forma de lesiones, el color y número de lesiones (Kranz, 1988), la fatiga, la dificultad de concentración (Shokes et al., 1987) y la experiencia individual en la evaluación de la enfermedad (Michereff et al., 2000; Spósito et al., 2004).

En general, los evaluadores mostraron buena repetitividad en sus estimaciones con el uso de la escala diagramática, ya que la variación explicada en la primera evaluación por la segunda alcanzó un promedio de 95% (Cuadro 2). Para el 77% de los evaluadores, los valores de intercepto fueron significativamente diferentes de 0 ($P \leq 0.05$) entre ambas evaluaciones, mientras que el 100% de los valores del parámetro de tasa no fueron significativamente diferentes de 1 ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2), lo que indica coincidencia en precisión. Además, los valores promedios de ambos parámetros no difirieron de 0 y 1, respectivamente.

La reproducibilidad de las evaluaciones de severidad sin el uso de la escala diagramática fue baja. Las regresiones lineales entre las severidades estimadas por los 13 evaluadores presentaron coeficientes de determinación entre 0.62-0.84, con solo el 33.3% de los casos

alcanzando valores ≥ 0.75 (Cuadro 3). En contraste, con el uso de la escala diagramática, las evaluaciones mostraron una alta reproducibilidad. En ambas evaluaciones, los coeficientes de determinación fueron elevados, oscilando entre 0.8 a 0.99, y el 100% de los valores fueron ≥ 0.75 (Cuadro 3), en concordancia con lo reportado en validación de escalas diagramáticas para otros patosistemas (Barbosa et al., 2006; Correa et al., 2009; Michereff et al., 2009; Tovar-Soto et al., 2002).

El uso de la escala diagramática aumentó la reproducibilidad de las estimaciones obtenidas por diferentes evaluadores. Desde un punto de vista práctico, experimentos conducidos por distintos evaluadores serían comparables siempre que utilicen la misma escala y cuenten con un proceso previo de entrenamiento. La escala diagramática propuesta en este estudio para cuantificar la severidad de la cenicilla (*Podosphaera* spp.), resultó fácil de utilizar y permitió realizar estimaciones rápidas del nivel de daño de la enfermedad con buena precisión, exactitud y reproducibilidad. Por lo tanto, su aplicación es recomendable con enfoques epidemiológicos y en la evaluación de métodos de control de la enfermedad.

Cuadro 3. Coeficiente de determinación (R^2) de ecuaciones de regresión lineal simple relacionando las estimaciones de la cenicilla del chabacano entre evaluadores sin y con apoyo de la escala logarítmica diagramática en la primera y segunda evaluación.

Sin escala												
Evaluador	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	0.67	0.73	0.72	0.66	0.62	0.72	0.8	0.76	0.79	0.68	0.63	0.73
B		0.72	0.73	0.79	0.71	0.82	0.83	0.82	0.73	0.7	0.77	0.8
C			0.73	0.72	0.75	0.76	0.65	0.72	0.75	0.78	0.64	0.77
D				0.73	0.71	0.75	0.67	0.69	0.76	0.76	0.71	0.84
E					0.71	0.81	0.83	0.82	0.73	0.69	0.78	0.79
F						0.74	0.67	0.71	0.75	0.72	0.74	0.75
G							0.68	0.7	0.77	0.73	0.74	0.8
H								0.83	0.76	0.63	0.67	0.72
I									0.81	0.67	0.66	0.69
J										0.75	0.71	0.74
K											0.68	0.75
L												0.76
Con escala-1A validación												
Evaluador	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	0.86	0.86	0.88	0.86	0.87	0.88	0.85	0.9	0.99	0.89	0.88	0.85
B		0.88	0.87	0.83	0.82	0.87	0.86	0.8	0.87	0.88	0.92	0.9
C			0.87	0.91	0.86	0.86	0.9	0.85	0.87	0.89	0.91	0.84
D				0.86	0.88	0.88	0.91	0.91	0.89	0.91	0.92	0.9
E					0.87	0.87	0.87	0.86	0.87	0.86	0.89	0.83
F						0.86	0.86	0.88	0.87	0.87	0.88	0.82
G							0.83	0.84	0.89	0.89	0.89	0.83
H								0.85	0.86	0.92	0.88	0.86
I									0.9	0.88	0.86	0.83
J										0.9	0.89	0.85
K											0.89	0.89
L												0.9
Con escala-2A validación												
Evaluador	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	0.91	0.9	0.91	0.88	0.88	0.89	0.91	0.93	0.97	0.9	0.9	0.86
B		0.93	0.92	0.88	0.9	0.9	0.94	0.88	0.92	0.92	0.93	0.87
C			0.9	0.91	0.89	0.87	0.93	0.87	0.89	0.89	0.93	0.84
D				0.9	0.93	0.91	0.95	0.93	0.92	0.95	0.94	0.9
E					0.9	0.89	0.93	0.87	0.88	0.89	0.91	0.85
F						0.88	0.93	0.88	0.9	0.92	0.91	0.87
G							0.91	0.86	0.9	0.89	0.91	0.85
H								0.9	0.91	0.94	0.94	0.89
I									0.92	0.9	0.89	0.86

J	0.91	0.9	0.86
K		0.91	0.89
L			0.91

LITERATURA CITADA

- Armas, R. R. (1997). *Factores que limitan amarre y apertura de yemas florales de chabacano (Prunus armeniaca L.)*. [Tesis de doctorado no publicada]. Colegio de Postgraduados.
- Barbosa, M. A. G., Michereff, S. J., & Mora, A. G. (2006). Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem branca do crisântemo. *Summa Phytopathologica*, 32, 57-62.
- Campbell, C. L., & Madden, L. V. (1990). *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley and Sons.
- Correa, F. M., Bueno Filho, J. S. S., & Carmo, M. G. F. (2009). Comparison of three diagramatic keys for the quantification of late blight in tomato leaves. *Plant Pathology*, 58, 1128-1133.
- García-Landa, E. C., Domínguez-Monge, S., Allende-Molar, R., Hernández-Hernández, J., Mendoza-García, J. D., Pérez-Hernández, O., & Flores-Sánchez, J. L. (2022). Diseño de una escala diagramática para evaluar la severidad foliar de antracnosis en vainilla. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 40 (Suplemento), 69-70.
- Horsfall, J. G., & Cowling, E. B. (1978). Pathometry: the measurement of plant disease. En Horsfall, J. G., & Cowling, E. B. (Eds.), *Plant disease: an advanced treatise-how disease develops in populations*. (pp. 119-136). Academic Press.
- Jones, A. L., & Aldwinckle, H. S. (1990). *Compendium of apple and pear diseases*. American Phytopathological Society.
- Kranz, J. (1988). Measuring plant disease. En Kranz, J., & Rotem, J. (Eds.), *Experimental techniques in plant disease epidemiology*. (pp. 35-50.). Springer-Verlag.
- Michereff, S. J., Maffia, L. A., & Noronha, M. A. (2000). Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. *Fitopatologia Brasileira*, 25(4), 612-619.
- Michereff, S. J., Noronha, M. A., Lima, G. S. A., Albert, I. C. L., Melo, E. A., & Gusmao, L. O. (2009). Diagramatic scale to assess downy mildew severity in melon. *Horticultura Brasileira*, 27, 76-79.
- Nutter, F. W. Jr. (2001). Disease assessment. Terms and concepts. En Maloy, O. C., & Murray, T. D. (Eds.), *Encyclopedia of plant pathology*. (pp. 312-323). Wiley.
- Nutter, J. R., 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, 174-184. <https://doi.org/10.1080/07060669509500709>
- Shokes, F. M., Berger, R. D., Smith, D. H., & Rasp, J. M. (1987). Reliability of disease assessment procedures: a case study with late leafspot of peanut. *Oléagineux*, 42(4), 245-251.
- Spósito, M. B., Amorim, L., Belasque Junior, J., Bassanezi, R. B., & de Aquino, R. (2004). Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. *Fitopatologia Brasileira*, 29(1), 81-85. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000100012>
- Tovar-Soto, A., Hernandez-Martínez, M., Cristóbal-Alejo, J., Romero-Hijo, R., & Mora-Aguilera, G. (2002). Escala logarítmica diagramática de severidad de la mancha negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 20, 103-109.