



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**DISEÑO DE UNA ESCALA PARA EVALUAR
LA SEVERIDAD DE LA CENICILLA
(*Erysiphe cichoracearum* DC) EN EL
CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**

P R E S E N T A

NESTOR ANGEL GARCIA VILLARREAL

CO-DIRECTORES DE TESIS:

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ

DR. SANTIAGO DOMÍNGUEZ MONGE



Cuernavaca, Morelos, abril de 2022

**DISEÑO DE UNA ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE LA
CENICILLA (*Erysiphe cichoracearum* DC) EN EL CULTIVO DE PEPINO
(*Cucumis sativus* L.)**

Tesis realizada por **Nestor Angel Garcia Villarreal** bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

COMITÉ REVISOR

Co-Director de
tesis:

Dr. Víctor López Martínez

Co-Director de
tesis:

Dr. Santiago Domínguez Monge

Revisor:

Dr. Irán Alía Tejacal

Revisor:

Dr. Porfirio Juárez López

Revisor:

Dra. Margarita de Lorena Ramos García

Cuernavaca, Morelos, abril del 2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 18 de marzo de 2022.1

Asunto: Voto de aprobación de tesis.

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ
DR. IRAN ALIA TEJACAL
DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ
DRA. MARGARITA DE LORENA RAMOS GARCÍA
COMITÉ TUTORAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente envió los **VOTOS DE APROBACIÓN** del trabajo de tesis titulado: **DISEÑO DE UNA ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE LA CENICILLA (*Erysiphe cichoracearum* DC) EN EL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)** que presenta el **ING. NESTOR ANGEL GARCIA VILLARREAL**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ** y la codirección del **DR. SANTIAGO DOMÍNGUEZ MONGE** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, una vez revisado y lo encuentro satisfactorio, firmar el voto de aprobación para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración, y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ
DIRECTOR DE TESIS

c.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

IRAN ALIA TEJACAL | Fecha:2022-03-25 05:43:01 | Firmante

wXvzBauEMDFrP4DbDliqz6bhB6OD3qb/ZQJJW74Hv/vYZyZJJoRUpZsNqifR00cwHII6+OD4VSWRAOUwvsoTeg0JUbC3kidTZOAO+zwxTS1OTsdEDZMW4TO/Z66fpyKRj1hY
Tt0843gTKJR/eaSl+DVVxSjNm5gJw/UlqfyJ/GRXIP76D6TF23kMiaHlUoPW9qXEc22A17+4pUZYZyknPaO4uMMF/IIv8VOQwwdCRi4ZBcxhzJ19EifvGSwqujYe4Klo8pk2C69T+U
J1+dTFG6Vgv2FCmOEORT457Sv73hu6Tj8103GjpiqbAt15uwqKCHh5jwh7L2EwRgryWkaQ==

PORFIRIO JUAREZ LOPEZ | Fecha:2022-03-25 06:25:36 | Firmante

fYVZw4r5lshsby+abd16edSG0yD+bWgDQaDMbnr7IJJORIRvuSUfx5Y3eoyOYH2NRkjj3clhYW2d4ULqtEe3O0fWxIAymInVOcH+Z7Sd8hr2UhtPziP8VNTC7ioF4WBsvtO1ch/YpVp
uK3DMeAtNUd8Mx51LOeTUA+qZhoB7EJlqWq4gOSL6LCIBlaHkroS/InERnyd4ZnWA9MKBbKtSgROPsjpgK9yD2DhoAaQC0Q1hQSEH8Gov09nc7LMelyjilmgFlbjSwZ6/DV7E
w6ndj+N2ZQBvN/ZBa7VJU2HxscVfC9aHWbE8O2BzUPsyztIOoUunoHFbLk1LFqMzSfK/iBA==

VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha:2022-03-26 01:17:14 | Firmante

DB+JoCv9ixDwzldoRtwHyKYoqH+sFNkjEejs4+PMZAIUAzwKT8NKLkIFBZAM6HzLJFraCnnN5m5O/RNbEK4al5IM+k+p5W2XUaB401QFviCoEQXdWGHXAitdSqYDzfdYSXV5a
R4imatL93vGUhDTbwXd+xueu6faXr8mgx0G0WVG9VMNzddzKWCNJA8aWgXuYamEKKcXoGLUVMSSGTH40EEI4+7pHewtueA0SXBxmLhQBb77xadwaPpc6A2YPeFb1ak369I
A+rPvwr8lj1L0rcAKekaJx+7VE87XkEy77ageKrnvqo1Yegz22BQRp8MCGfDH/Lua2lmyP6e3/7t/ADA==

MARGARITA DE LORENA RAMOS GARCIA | Fecha:2022-03-27 00:34:31 | Firmante

oB+dL+REQuKDERklhG2IXnKgN/BKtm4/dqHEdfu8obWwfALkn5efSfrzGIClp2IKbF7JhYkvB8O0iB1WDSJEZ8jil+1CoVsx66DMQjEwDVKth+PnnHhGuuPH97TWhgxbGhLANG5
hF653skEzHN3YJe/BJVE6oG7QhZeNx6map+2lewS5WhgHxxZtCfdgSwbld8GD7nfc5d5PxsVW5YKRL8YglSuCkMvloHdrME72UITf8L0WVhCU/rNDpB5kkBnR4YFUBIDQ0sQE
c8U/HMjSfL7SGcE6i3ipmRp77zKriASWV4J1wPmxcZ4nyrtBvNjl+dmuTm8fGrLeJlt4Hjg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[jCU61ipHQ](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/1OagqAkBKYefkuXslUZM3SCBgEegORH>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 18 de marzo de 2022.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **DISEÑO DE UNA ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE LA CENICILLA (*Erysiphe cichoracearum* DC) EN EL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)** que presenta el **ING. NESTOR ANGEL GARCIA VILLARREAL**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ** y la codirección del **DR. SANTIAGO DOMÍNGUEZ MONGE** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. IRAN ALIA TEJACAL
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

IRAN ALIA TEJACAL | Fecha:2022-03-25 05:43:01 | Firmante

dqPhByobxV2zoXjwLk/pDXe9OhC5HfobWuhuAkenPcZMhU5JXOHC4pgLSu+YLjmvzEULC0Es62ShuD6OkDKGKAIt0g5al2JJbpG1oTuDFJlfCdq67nXrKEVORKNtc2cO1XLz0VU
bTO/Ovoihl7XqOcsrATizNkdbNwtgeXpZ1Nkr+9OOP55YeCEjITNsZTYXNjFvdN6r1TZQDusnjWF7QbtPYF13/3/xkVuNC6qXZgbSxVnm6LCDMgicZyP25TiD4Y4aeXgTjtoUhbtiK
F2+K9khdRhk6A0VG18k49FylbRulcuhSNWJgjeSVkqlwi+va0L46QS7bxm32kIO3feXA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[r4UuzZJlw](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/1izXvWwW2lx24hLlCtLST2MiofN3EbXd>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 18 de marzo de 2022.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **DISEÑO DE UNA ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE LA CENICILLA (*Erysiphe cichoracearum* DC) EN EL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)** que presenta el **ING. NESTOR ANGEL GARCIA VILLARREAL**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ** y la codirección del **DR. SANTIAGO DOMÍNGUEZ MONGE** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DRA. MARGARITA DE LORENA RAMOS GARCÍA
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MARGARITA DE LORENA RAMOS GARCIA | Fecha:2022-03-27 00:34:29 | Firmante

3Jc3ii/HIQKPLr7DtjoQK+5ErKHxcVXe3/d6+fok3U+8Hi8R9H0IIH5zjSJ9V7isp+X0D9fTj/8PMI3EUxs2Bayqf+Bt1tgdZwS5Uv90117JaEtKC8MF9eRg2wfrEWoi3/kphKs5lJjgp/iQSDkLJ/T4nBY4Z941QIM46TMDdHSLIWKWfIHNd9MeY17bet3WBm1c9nXyluGFVQW0ifRi03T96YdWJnP75lpxCYCgDrfeOFnLFNFxJdCKpAeOBdEgYclkJiMTlyVmEk4pWszWNpOy/7GkQJZSpEsBtJqyAHPJ2SUAIEIM4HsFaMayJEOU1kreZBHj9scirVjbMX/lk3og==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[mfSkrGtsa](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/XPYkSSIfGZEKQ6lLuMt0IX38xkUaS4aC>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 18 de marzo de 2022.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **DISEÑO DE UNA ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE LA CENICILLA (*Erysiphe cichoracearum* DC) EN EL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)** que presenta el **ING. NESTOR ANGEL GARCIA VILLARREAL**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ** y la codirección del **DR. SANTIAGO DOMÍNGUEZ MONGE** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PORFIRIO JUAREZ LOPEZ | Fecha:2022-03-25 06:25:35 | Firmante

2fuuqLFHVsbkddvWwG5eSx1KwFklSSEviYDgEgILb+Xal2cV23ZJQytGJvSw8Zh+wFMatw+GbiAD2m0PXGRmJ6xKO6TU9Ce0+dt6G4flXTMUpOqSZKU/Lhe7CZAZ69BwxU3W
VXL66iwb32eQltTZLJCK7f+QLbB4i5MA/N2IceT0TmANjllRFs7sCYKBxQvQeNvKuG0lYV9sAMDKNjZvRNbOE2YocMfAQsIZkFpo9muJ37VuekeD6RyTqxxQeY/t/+fz1Zk4Ezcid
UasGDwhu8pmyw8AM1oEBW79bRDyJ1LuXffqTMOQaCU28HcqZecjUeqvj6RIOcyB18EChZYQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[wrj4vKEpV](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/wnX2mvrevTFoLi0glBVmmKEJbbNgulEi>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 18 de marzo de 2022.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **DISEÑO DE UNA ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE LA CENICILLA (*Erysiphe cichoracearum* DC) EN EL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)** que presenta el **ING. NESTOR ANGEL GARCIA VILLARREAL**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección y la co-dirección del **DR. SANTIAGO DOMÍNGUEZ MONGE** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha:2022-03-26 01:15:44 | Firmante

WfuHDDtnEczlAJaJnRpGmzTt4DZIZ+XPKoh+gJ7CpdUe8Hlqlz73lxbfA6jjaS/0v6v/mN0u5jZVhbJeJwlt/GGG4whXUs1y8J/h7duwh5PKiSPaO/vaPuXYCtV1iWL/o/ysg8+2glXEyhqKWh0T4y4xpl774Ka3+vZ3pAjVA4iW/A1m2qEZFYLF5/gT295KFxScpkhkS5BOKhB3IFRPe8yhzzRVy6M1pOJKP/Jj9VNa1myokMyzkepnFc3a35ozFkws/5CFTWZ97UjDfDcckW27IlcXk8whcbSjQm4XSOLHazvrnTzAhuCK1qoHYABrJ1q5ZaAsStEGEE27cbLuJA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



E42pTaMZw

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/wlVZsh39XAHbiX3V4pPmWBcJYpzN4nGQ>



AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)**, por la beca proporcionada para el desarrollo del programa.

A la **Universidad Autónoma del Estado de Morelos**, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a todo el Personal administrativo por permitir que me formara profesionalmente y brindarme una educación de calidad, así como también proporcionarme todas las facilidades necesarias para realizar la presente investigación.

Al **Dr. Dagoberto Guillén Sánchez †**, por su amistad incondicional, por el valioso tiempo que invirtió en mí, por aceptarme como su estudiante en el postgrado y dirigir este proyecto, gracias por el apoyo total durante todo el postgrado. Descanse en paz querido Doctor.

Al **Dr. Santiago Domínguez Monge**, por el apoyo incondicional en la realización de este trabajo y todas las aportaciones que realizó para la culminación de este proyecto.

Al **Dr. Víctor López Martínez** por su asesoría y tiempo invertido en el término de esta investigación.

A mi comité revisor: Al **Dr. Irán Alía Tejacal**, **Dr. Porfirio Juárez López** y **Dra. Margarita de Lorena Ramos García** por su asesoría, aportaciones y valiosos comentarios para el desarrollo del trabajo de investigación en campo y laboratorio.

DEDICATORIAS

A mis padres

Fernando y Verónica, las personas que más admiro y quiero en el mundo, les agradezco darme la vida y hacerme la persona quien soy. Por todos los consejos de vida, el amor incondicional y el apoyo que me han brindado durante toda mi vida.

A mis hermanos

Efrén y Oscar, quienes han compartido conmigo gran parte de mi vida, siempre he contado con su apoyo y confianza en momentos difíciles. Los quiero hermanos.

A mi esposa

Pamela, mi compañera de vida, la persona con quien elegí vivir este camino y volvería a elegir mil veces más. Por ser mi motivación, quien me comprende, mi apoyo total y la persona que más amo.

A mi profesor

Dagoberto, lamento profundamente su pronta partida y agradezco la confianza en darme la oportunidad de iniciar este posgrado que no pudo ver culminado. Lamentamos su pérdida, celebramos con alegría su vida.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	1
SUMARY	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	6
3. LITERATURA REVISADA	7
3.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO	7
3.1.1. ORIGEN	7
3.1.2. DISTRIBUCIÓN.....	7
3.1.3. IMPORTANCIA.....	7
3.1.3.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA A NIVEL MUNDIAL.....	8
3.1.3.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA EN MÉXICO	8
3.1.3.3. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE PEPINO EN MORELOS	9
3.2. PRINCIPALES ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL PEPINO	9
3.2.1. CENICILLA.....	9
3.2.1.1. DISTRIBUCIÓN.....	10
3.2.1.2. IMPORTANCIA.....	10
3.2.1.3. SÍNTOMAS Y MORFOLOGÍA	11
3.2.1.4. MANEJO	11
3.3. ESCALAS DE SEVERIDAD.....	12
3.3.1. ESCALAS DIAGRAMÁTICAS	13
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1. TOMA DE IMÁGENES Y SITIO DE MUESTREO	14
4.2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE DAÑO.....	14

4.3.	DETERMINACIÓN DE LAS ESCALAS.....	14
4.4.	DISEÑO DE LA ESCALA DIAGRAMÁTICA.....	15
4.5.	VALIDACIÓN	15
4.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1.	PORCENTAJE DE DAÑO CAUSADO POR <i>E. cichoracearum</i> DC. EN <i>C. sativus</i> L. Y LAS CLASES DE LA ESCALA	19
5.2.	RELACIÓN ENTRE SEVERIDAD REAL Y EVALUADA DE <i>E. cichoracearum</i> DC.....	22
5.3.	EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD, PRECISIÓN Y CONCORDANCIA DE LAS ESTIMACIONES DE SEVERIDAD DE <i>E. cichoracearum</i> DC. EN <i>C. sativus</i> L.	25
6.	CONCLUSIONES.....	30
7.	RECOMENDACIONES.....	30
8.	LITERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Análisis del modelo lineal generalizado y separación de medias de los estadísticos del análisis de correlación de concordancia de Lin representa la exactitud (tipos de sesgo), la precisión (coeficiente de correlación) y la concordancia (Lin's CCC) de la estimaciones porcentuales de la severidad del mildiú del pepino por 15 evaluadores sin experiencia durante tres evaluaciones sin y con el uso de una escala diagramática como ayuda para la evaluación de la severidad de la enfermedad: sin ayuda (SA, sin escala), y dos con ayuda, CA1 (usando la escala, dos semanas después de la evaluación sin ayuda) y CA2 (usando la escala, dos semanas después de la evaluación con ayuda).....	27
2. Medidas de confiabilidad entre evaluadores de las estimaciones de severidad realizadas por 15 evaluadores sin experiencia en durante tres evaluaciones sin y con el uso de una escala diagramática como ayuda para la evaluación de la severidad de la enfermedad: sin ayuda (SA, sin escala), y dos con ayuda (CA), siendo CA1 dos semanas después de la evaluación sin ayuda y CA2 cuatro semanas después de la sesión sin ayuda.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Evaluadores de la Lic. en Nutrición de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos reunidos en la plataforma Google® meet.....	16
2. Formulario de la escala de severidad utilizando la herramienta de Google® Forms.....	17
3. Escala desarrollada para evaluar la severidad de la cenicilla en hojas de pepino. Los números en los diagramas representan el porcentaje (%) del área de la hoja con síntomas de cenicillas sobre la hoja.....	22
4. A Relación entre la severidad real y evaluada de cenicilla estimada por 15 evaluadores sin experiencia para un conjunto de 50 hojas (n=750). La primera evaluación se realizó sin ayuda (SA) y, se realizaron dos evaluaciones adicionales a las dos (CA1) y cuatro semanas (CA2) después de la primera con la ayuda de una escala diagramática que representa la severidad de cenicilla en pepino de 3% a 90%. La línea discontinua representa la línea de concordancia. B Relación entre el error absoluto (evaluación – real) de las evaluaciones de severidad de cenicilla por los mismos evaluadores. La línea continua representa una línea sin errores.....	24
5. Distribución, media y desviación estándar de cada estadístico del análisis de concordancia de Lin que representa exactitud (sesgo sistemático y constante), precisión (coeficiente de correlación de Pearson – r), y concordancia (Lin's CCC) de las estimaciones de severidad de la cenicilla del pepino por 15 evaluadores sin experiencia para tres evaluaciones diferentes. La primera evaluación se realizó sin ayuda (SA) y, dos evaluaciones adicionales con la ayuda de una escala diagramática dos semanas (CA1) y cuatro semanas (CA2) después de la sesión de SA...	26

RESUMEN

La cenicilla del pepino (*Cucumis sativus* L.), inducido por el hongo fitopatógeno *Erysiphe cichoracearum* DC., es una enfermedad de importancia económica en México, debido a que provoca severas pérdidas en rendimiento de fruto. Dada su importancia se requieren métodos estandarizados de cuantificación de los daños ocasionados por la enfermedad, que permitan realizar estudios epidemiológicos reproducibles; con este propósito fue elaborada una escala diagramática de severidad con los intervalos 3, 9, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 % de área foliar afectada, analizándose su exactitud, precisión y reproducibilidad. La validación consideró a 15 evaluadores y 50 hojas con distintos niveles de severidad, medidos previamente con el programa Assess®. Fueron realizadas tres evaluaciones, en el que diferentes secuencias de las mismas hojas fueron estimadas visualmente por los mismos evaluadores. La primera evaluación se realizó sin ayuda (SA, sin escala). Se realizaron dos evaluaciones adicionales a las dos (CA1, con escala) y cuatro semanas (CA2, con escala) después de la primera. Las estimaciones, de acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson, se describen como poco precisas al presentar valores de 0.69 y 0.77 en evaluaciones con ayuda CA1 y CA2 respectivamente. De la misma manera, el sesgo generalizado (*Cb*) se vio afectado ya que las estimaciones sin ayuda fueron inferiormente precisas ($Cb=0.77$). Por lo tanto, la escala propuesta en este estudio presentó valores que demuestran que fue poco precisa, exacta y confiable.

Palabras clave: Patosistema, escala diagramática, validación de escalas diagramáticas.

SUMMARY

Powdery mildew in cucumber (*Cucumis sativus* DC.) is induced by the fungi *Erysiphe cichoracearum*, a disease of economic importance in Mexico, it causes severe yield losses. Given the increase of the importance, standardized damage quantification methods of the disease are required to perform reproducible epidemiological studies. For this purpose, a diagrammatic severity scale was developed with 3, 9, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 % intervals of the affected leaf area, accuracy, precision and reproducibility were analyzed. The validation considered fifteen evaluators and 50 plants with different levels of severity previously measured with the Assess® program. Three evaluations were carried out, in which different sequences from the same leaves were visually estimated by the same evaluators. The first evaluation was carried out without guidance (SA, without scale). Two additional evaluations were performed at two (CA1, with scale) and four weeks (CA2, with scale) after the first. The precision of the estimations, according to the Pearson correlation coefficient, was less precise due to the values found of 0.69 and 0.77 on the evaluations with guidance CA1 and CA2, respectively. Therefore, the generalized bias (Cb) was affected given the low accuracy in the unguided estimations (Cb=0.77). Therefore, the proposed scale in this study showed values that demonstrate it was not highly precise, accurate or reliable.

Keywords: Pathosystem, diagrammatic scale, validation of diagrammatic scales.

1. INTRODUCCIÓN

Durante 2018 México se posicionó en el noveno lugar como país productor de hortalizas en el mundo, al alcanzar una producción total de 14.1 millones de toneladas de una amplia variedad de especies hortícolas; esta cifra fue superior en un 6% con respecto al año anterior. Las cinco principales hortalizas que se producen en el país, tomando como referencia el volumen de producción, en orden descendente son: jitomate, chile verde, cebolla, elote y pepino, las cuales en conjunto concentran cerca de 9.1 millones de toneladas (SIAP, 2019). Los principales estados productores de pepino en 2019 en orden descendente de producción fueron: Sinaloa, Sonora, Michoacán, Morelos y Guanajuato, que en conjunto con el resto de estados productores del país registraron una producción nacional anual de 826 485 toneladas (SIAP, 2020).

El pepino, *Cucumis sativus* L., es un fruto tipo baya procedente de una planta herbácea que recibe el mismo nombre, su tallo principal es anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador, con hojas de color verde oscuro y recubiertas de un vello muy fino, sus flores tienen pétalos de color amarillo. Esta planta pertenece a la familia de las cucurbitáceas, misma familia de otros cultivos de importancia como la sandía, melón, chayote y calabaza (SIAP, 2019).

Dado el valor económico para la producción de alimentos y la demanda en la población que tienen los representantes del grupo de las cucurbitáceas, cualquier factor que implique una reducción en los rendimientos de estos cultivos cobra gran importancia. Tal es el caso de la enfermedad causada por cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC), la cual puede ocasionar cuantiosas pérdidas agrícolas a las cucurbitáceas (Delgado y Lemus, 2004). La cenicilla aparece en hojas, peciolo y yemas jóvenes, como una masa blanca con aspecto de ceniza, compuesta de micelio denso y un gran número de esporas. Bajo condiciones medioambientales favorables, la superficie de la hoja puede ser cubierta completamente, incluso llegar a cubrir ambas superficies, además, puede provocar una defoliación prematura en

las plantas (González *et al.*, 2010). La infección puede alcanzar tejidos más profundos y llegar a tal grado que las hojas tomen una coloración amarilla, posteriormente café y finalmente secarse. Este hongo es biotrófico por lo tanto, solo se alimenta de tejido vivo. Las hifas presentan paredes finas, son flexuosas, en ocasiones rectas o geniculadas, de 3-4 μm de ancho y forman apresorios de forma alterna (González *et al.*, 2010).

La cuantificación de las enfermedades en las plantas es de suma importancia para el diseño de estrategias de manejo de los cultivos (Ivancovich *et al.*, 1998). Para realizar una óptima estrategia de manejo pueden ser empleadas diferentes tipos de escalas diagramáticas, estas son las más ampliamente utilizadas. Estas escalas consisten en la representación ilustrada de una serie de plantas o partes de plantas mostrando los síntomas de una enfermedad en diferentes grados de severidad (Nascimento *et al.*, 2005; Mora *et al.*, 2000).

En epidemiología, el uso de escalas diagramáticas para medir la severidad de las enfermedades de las plantas es parte fundamental para la correcta interpretación de los estudios de manejo. La decisión sobre qué tipo de medida utilizar dependerá de las características de la enfermedad en sí y del tiempo disponible para la evaluación. Aunado al uso de los sistemas computacionales de alta precisión, así como el desarrollo de cámaras fotográficas digitales. Actualmente, con el uso de estas tecnologías es posible diseñar las escalas diagramáticas. Estas son desarrolladas para distintos patosistemas y usadas para estimar niveles de daño en raíces, hojas, frutos y panículas (Meirelles y Cardoso, 2012).

Las escalas de severidad son un instrumento importante que aproxima a investigadores, técnicos y agricultores a dimensionar el efecto de una enfermedad, sin embargo, los diseños de estas escalas diagramáticas por lo general tienden a subestimar o sobre estimar este tipo de daños por lo que se debe recurrir hoy en día a métodos que sean más objetivos a la hora de valorarlas en campo. Las escalas para la evaluación de enfermedades en campo deben ser apropiadas y acopladas

a la enfermedad que debe evaluarse, deben ser reproducibles, de uso fácil y rápido. Así mismo este tipo de escalas permite la normalización de la estimación visual, por lo que las evaluaciones son más precisas y exactas entre los evaluadores reduciendo el error en la estimación visual (Acco et. al., 2020). En la actualidad no existe una escala que determine la severidad de *E. cichoracearum* DC. para la zona del estado de Morelos en el cultivo de pepino, esta situación conlleva a la inexactitud de evaluar la severidad por las distintas metodologías usadas, por tal motivo resulta conveniente diseñar una escala diagramática que, dé certeza de realizar una evaluación precisa de esta enfermedad en el cultivo de pepino bajo las condiciones edafoclimáticas del estado de Morelos, México.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

- Generar una escala diagramática para la cuantificación de la severidad de cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC.) en hojas de pepino (*Cucumis sativum* L.).

Objetivos particulares

- Desarrollar y validar una escala diagramática para cuantificar la cenicilla en campo.

Hipótesis

El empleo de la escala diagramática para determinar la severidad de *E. cichoracearum* DC. en el cultivo de pepino permitirá hacer estimaciones del daño de forma precisa y exacta.

3. LITERATURA REVISADA

3.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

3.1.1. ORIGEN

El pepino, *Cucumis sativus* L., es miembro de la familia Cucurbitaceae que comprende 90 géneros y 750 especies. El género *Cucumis* comprende alrededor de 30 especies diferentes que se distribuyen en dos áreas geográficamente distintas: El grupo africano, que contiene la mayor parte de la especie se extiende por gran parte de África y Oriente Medio hasta Pakistán y el sur de Arabia. El grupo asiático, del cual *C. sativus* es miembro, se puede encontrar en las áreas al sur y al este del Himalaya. Los estudios fitogeográficos y de parásitos hospedadores llevaron a proponer el noreste de África, Arabia y el área del Mediterráneo oriental como el centro genético primario y Sudáfrica como el centro genético secundario del género *Cucumis* (Tatlioglu, 1993).

3.1.2. DISTRIBUCIÓN

En la actualidad se sabe que el pepino fue introducido a Francia en el siglo IX, posteriormente a Inglaterra en el siglo XIV y, como consecuencia de la colonización, a Norte América a mediados del siglo XVI; actualmente esta especie está distribuida mundialmente (Bisognin, 2002). El pepino se cultiva en casi todos los países de zonas templadas, es una especie vegetal termófila y susceptible a las heladas, que crece mejor a temperaturas superiores a 20 °C (Tatlioglu, 1993).

3.1.3. IMPORTANCIA

Las hortalizas, constituyen un alimento fundamental por su alto contenido nutricional conformado por agua, fibra, minerales y aporte de vitaminas, además de que contienen una baja densidad de calorías y carecen de grasas contribuyendo a

formar parte indispensable de la dieta de los humanos. El pepino es una planta herbácea, cuya parte comestible es un fruto inmaduro; tiene gran demanda en todo el mundo, debido a sus cualidades refrescantes, ya que no tiene gran valor alimenticio debido a que el mayor porcentaje de composición es agua. Dentro de la familia de las cucurbitáceas a la que pertenece, se posiciona en el cuarto lugar en importancia por la superficie sembrada (CEDRSSA, 2020).

3.1.3.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA A NIVEL MUNDIAL

De acuerdo con datos de la FAO, en 2018 se produjeron en el mundo 75,219,440.0 ton en la categoría de pepinos y pepinillos, concentrándose la mayor producción en China con 56,240,428.0 ton, lo que representa el 74.7% del total mundial, posteriormente se reportan países como Irán, Turquía y Rusia, México, se posiciona en el sexto lugar de producción mundial de pepino produciendo 1,072,048.0 ton (CEDRSSA, 2020).

3.1.3.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA EN MÉXICO

En México el consumo anual per cápita de pepino es de 2.4 kg; el constante aumento en la producción y la demanda por parte del mercado de este fruto se debe a la aportación que tiene la producción bajo invernadero, puesto que es un cultivo que tiene factibilidad para ser reproducido bajo un ambiente controlado. Del total producido en 2019 el 72.3% se destina a la exportación, siendo el principal comprador el socio comercial más importante Estados Unidos, ya que es el que adquiere el mayor volumen. En promedio se siembran poco más de 17,000 ha cada año en México, observándose un constante aumento en el rendimiento obtenido, la mayor producción a nivel estatal es encabezada por Sinaloa y Sonora, que obtienen en conjunto el 57.2%, con 358,681.1 y 253,842.9 ton, respectivamente. Los meses de mayor producción nacional se centran en el periodo de enero a mayo con una producción de más de 100 mil toneladas, lo que representa más del 60% de la producción anual (CEDRSSA, 2020; SIAP, 2020).

3.1.3.3. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE PEPINO EN MORELOS

De acuerdo con datos reportados por el SIAP en 2019 Morelos se posicionó como el cuarto mayor productor de pepino en México, con un volumen de producción de 52 ,203 toneladas cosechadas, lo cual significó un incremento del 6.1% con respecto al 2018. La producción de pepino en Morelos representa un 15% del total nacional lo cual lo coloca dentro de los principales estados productores de la fruta (SIAP, 2020). Del mismo modo, en Morelos, el SIAP reporta una superficie cultivada 128,021 hectáreas de pepino, con valor de comercialización de 8,278,879 mil pesos (SIAP, 2021).

3.2. PRINCIPALES ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL PEPINO

El cultivo de las cucurbitáceas y en específico el de pepino está expuesto a diversas enfermedades entre las que destacan las causadas por hongos fitopatógenos, entre las principales enfermedades fungosas se encuentran el complejo Damping-off (*Pythium* sp., *Fusarium* sp.), el Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk y Curt) y la Cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC.) (González *et al.*, 2010; Henríquez-Díaz *et al.*, 2020; López Zamora, 2003).

3.2.1. CENICILLA

El término “cenicilla” se utiliza para una serie de enfermedades con síntomas similares causados por diferentes especies de hongos siendo el más importante *Erysiphe cichoracearum* DC. (Bettioli *et al.*, 1998). La cenicilla es un parásito obligado, es decir, necesita del hospedante para desarrollarse, y el micelio se desarrolla sobre la superficie de los tejidos de la planta. Infecta directamente a través de la epidermis formando haustorios (órganos de alimentación) los cuales penetran hacia las células epidérmicas de los órganos de la planta, utilizando los nutrientes de las células como fuente de alimentación, disminuye la fotosíntesis, aumentan la respiración y transpiración de la planta, disminuyen su crecimiento y

reducen su productividad en ocasiones de un 20 a un 40% (Agrios, 1997).

La cenicilla es un parásito obligado que pertenece a la Clase: Ascomycetes; Orden: Erysiphales; Familia: Erysiphaceae; Género: *Erysiphe* y Especie: *Erysiphe cichoracearum* DC. Su forma imperfecta está formada por conidióforos cortos, productores de cadenas más o menos largas de conidias. La forma perfecta corresponde a los cleistotecios, que son cuerpos globosos, pequeños, cerrados y negros (Pérez-Gonzalez *et al.*, 2006).

3.2.1.1. DISTRIBUCIÓN

La cenicilla que afecta a las cucurbitáceas es una enfermedad ampliamente distribuida en el mundo ya que se ha reportado su presencia en el continente Americano, Europeo y Asiático. En algunos países de estos continentes se puede encontrar en menor o mayor presencia, sin embargo, descartar la presencia del patógeno en algún lugar no es prudente, debido a la similitud de condiciones bioecológicas que favorecen su presencia y desarrollo (González *et al.*, 2010).

3.2.1.2. IMPORTANCIA

El grupo de las cucurbitáceas representa un conjunto de alimentos con alta demanda y de gran valor económico; por ello cualquier factor que implique una reducción en los rendimientos de estas producciones cobra gran importancia económica. Tal es el caso de la enfermedad causada mayormente por la cenicilla (*E. cichoracearum* DC) la cual puede ocasionar cuantiosas pérdidas agrícolas y alcanzar índices de pérdidas de alrededor del 50% (González *et al.*, 2010).

La cenicilla, es una enfermedad destacada dentro de las cucurbitáceas. Las cenicillas se encuentran como los principales patógenos que afectan a los cultivos, aunque en pocas ocasiones causan la muerte de la planta, reducen el rendimiento y calidad de plantas afectando al fruto (Abbod y Losel, 2003).

3.2.1.3. SÍNTOMAS Y MORFOLOGÍA

La cenicilla causada por *E. cichoracearum* DC, puede aparecer en distintos órganos de la planta, principalmente ataca primero en hojas cubriendo ambos lados con manchas blancas, circulares, posteriormente ataca peciolo y yemas jóvenes. Las manchas blancas están compuesta por micelio denso y de un gran número de esporas; que en condiciones medioambientales favorables puede cubrir la totalidad de la superficie de las hojas, bajo estas condiciones las defoliaciones son comunes, así mismo, puede alcanzar tejidos más profundos que toman una coloración amarillenta (Hansen, 2009).

E. cichoracearum DC es un hongo biotrófico el cual presenta hifas con paredes finas, en ocasiones rectas o geniculadas de 3-4 μm de ancho y puede formar apresorios de forma alterna. En el estado sexual de la enfermedad, se presentan cleistotecios que se desarrollan en la superficie de las hojas del hospedante llegando a medir entre 80 y 140 μm , con apéndices sin ramificaciones y contiene de 10 a 15 ascas (Sitterly, 1978).

El ciclo de la enfermedad inicia a partir de conidios o de ascosporas que al entrar en contacto con el hospedante y bajo condiciones climáticas favorables se inicia la germinación del tubo germinativo; que una vez establecido el primer haustorio pueden emerger más tubos germinativos de la espora. Posterior a cuatro días de establecida la infección se forman los conidióforos y comienza la esporulación (Elenkov, E. y Jristova, E. 1978).

3.2.1.4. MANEJO

Existen distintos tipos de manejo para el control de *E. cichoracearum*, entre las que se pueden encontrar las prácticas culturales, las cuales se sustentan en la eliminación de los residuos de plantas enfermas al final de la cosecha para evitar

preservar el hongo y disminuir la cantidad de inóculo; así como una rotación periódica de cultivos (Hansen, 2009). Entre los compuestos biológicos reportados en el control de la cenicilla, Apablaza *et al.*, (2002) reportan el uso de saponinas con buenos resultados. El control genético con el uso de variedades resistentes es un logro importante del mejoramiento genético para el control de esta enfermedad. Bajo condiciones de un diagnóstico tardío de la enfermedad propicia a la necesidad del uso de plaguicidas químicos entre los que se encuentran Azoxistrobin, Triademefon, Clorotalonil, Benomyl, entre otros (Tuttle-McGratg, 2001).

3.3. ESCALAS DE SEVERIDAD

En los estudios epidemiológicos de enfermedades es indispensable la medición de la intensidad de una enfermedad (incidencia y severidad), y es de importancia en la caracterización cuantitativa de epidemias, en la comparación de prácticas de manejo de enfermedades, así como para determinar la importancia de la enfermedad a nivel económico a través de modelos de estimación (Tovar-Soto *et al.*, 2001).

Medir la severidad de una enfermedad es un proceso complejo ya que pueden existir errores graves de precisión, exactitud y reproducibilidad en la medición, por tal motivo es de gran importancia disminuir el error al mínimo en la medición, ya que este no puede eliminarse en su totalidad. Una forma de disminuir este error es seleccionar un sistema de medición que permita acercarse satisfactoriamente el valor de una medición estimada al valor real del grado de una enfermedad; en la actualidad el uso de escalas de severidad es ampliamente usado como herramienta para medir el daño de una enfermedad sobre un cultivo, minimizando los errores en precisión, exactitud y reproducibilidad (Campbell y Madden, 1990).

3.3.1. ESCALAS DIAGRAMÁTICAS

Las escalas de severidad son las más ampliamente utilizadas, sin embargo, la mayoría de estas tienen la característica de ser arbitrarias en los valores de los intervalos entre clases, los cuales tienen por función categorizar el nivel de daño del patógeno; del mismo modo, la mayoría de las escalas no cuentan con representaciones gráficas o visuales que ayuden en medir la severidad. Es por ello que este sistema de evaluación es poco preciso, reproducible e inexacto durante su aplicación práctica (Campbell y Madden, 1990; Jaraba *et al.*, 1999).

Actualmente existen opciones para disminuir las fuentes de error en el uso de escalas, las llamadas escalas logarítmicas diagramáticas basadas en el principio de establecer clases con base en un sistema logarítmico que elimina la designación arbitraria de clases o categorías de la enfermedad, del mismo modo, ésta incluye una representación fotográfica para cada clase o categoría de medición; Adicionalmente estos sistemas de medición tienen la ventaja de ser prácticos y de fácil uso (Campbell y Madden, 1990; Jaraba *et al.*, 1999).

Recientemente se han desarrollado escalas diagramáticas de severidad en una gran diversidad de cultivos con diversos patógenos; dichos estudios presentan resultados con características similares los cuales describen que los evaluadores de las escalas muestran una tendencia en sobreestimar la enfermedad sin el apoyo de la escala de severidad desarrollada para cada cultivo, por lo tanto, cuando los evaluadores utilizan la escala propuesta con ayudas visuales los resultados arrojan valores cercanos a los reales, presentando una notable reducción en los errores y buenas estimaciones de repetitividad (Hernández y Sandoval, 2015; Cristiane-Delmadi *et al.*, 2018; Boito *et al.*, 2013).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

4.1. TOMA DE IMÁGENES Y SITIO DE MUESTREO

Se colectaron 150 hojas que exhibían síntomas causados por cenicilla (*E. cichoracearum* DC.) en el cultivo de pepino (*C. sativus* L.), las cuales incluyeron todo el abanico de síntomas encontrados en el muestreo de campo, estas hojas fueron fotografiadas por el haz con un fondo de color azul a una misma distancia de 30 cm para lo cual se utilizó un tripié. Los muestreos se llevaron a cabo durante marzo de 2020 en una plantación comercial del municipio de Tlaltizapán, ubicada en las coordenadas (18°47'43.5" N de latitud y 99°06'318" O de longitud) del estado de Morelos. Las fotografías fueron tomadas con la cámara de un teléfono celular modelo P30 de la marca Huawei, y a una resolución de 24 megapíxeles.

4.2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE DAÑO

Para determinar el porcentaje de daño de cada imagen tomada se utilizó el software ASSES V2.0 (The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA). Se utilizó el modelo de color automático de intensidad de saturación de tono (HSI por sus siglas en inglés) para discriminar entre el área enferma y el área total de la hoja, el cual se utilizó para calcular automáticamente la proporción del área foliar afectada (Del Ponte *et al.*, 2017).

4.3. DETERMINACIÓN DE LAS ESCALAS

Se determinó el número de clases de acuerdo con los criterios sugeridos por Del Ponte *et al.* (2017), donde propone que el número de clases no debe ser menor a 6

ni mayor a 10 y el cual debe estar distribuido de forma apropiadamente lineal, y espaciado a no más de 15%. Los valores mínimos y máximos de severidad se utilizaron para determinar el límite inferior y superior de la escala.

4.4. DISEÑO DE LA ESCALA DIAGRAMÁTICA

El diseño de los diagramas para las clases de la escala diagramática fue hecho de manera realista con líneas dibujadas, utilizando un dibujo de una hoja de pepino como base en el cual se agregaron las lesiones a cada diagrama, preservando las formas y patrones espaciales de los síntomas para el rango de severidad de la enfermedad que se encontró en campo. Esto para que el evaluador pudiera discriminar fácilmente (Del Ponte *et al.*, 2017).

4.5. VALIDACIÓN

Para realizar la validación se usó la herramienta digital Google® Forms, la cual es un instrumento virtual donde se pueden crear formularios que tiene por función compartirlo con otros usuarios y estos pueden ser resueltos desde sus ordenadores (PC). Se decidió usar esta herramienta digital con un grupo de universitarios de la Licenciatura en Nutrición de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, los cuales no tenían experiencia previa en el uso de escalas de severidad.

El formulario consistió en 50 imágenes de hojas enfermas con la severidad previamente medida (la cual era desconocida por los evaluadores). El mismo fue resuelto en tres ocasiones por 15 estudiantes en tres sesiones virtuales. La primera sesión se realizó vía conferencia virtual con ayuda de Google® meet, se les proporcionó instrucciones de cómo reconocer los síntomas de la enfermedad y como evaluar la severidad, a esta sesión se le llamó sesión sin ayuda (SA) (Figura 1).

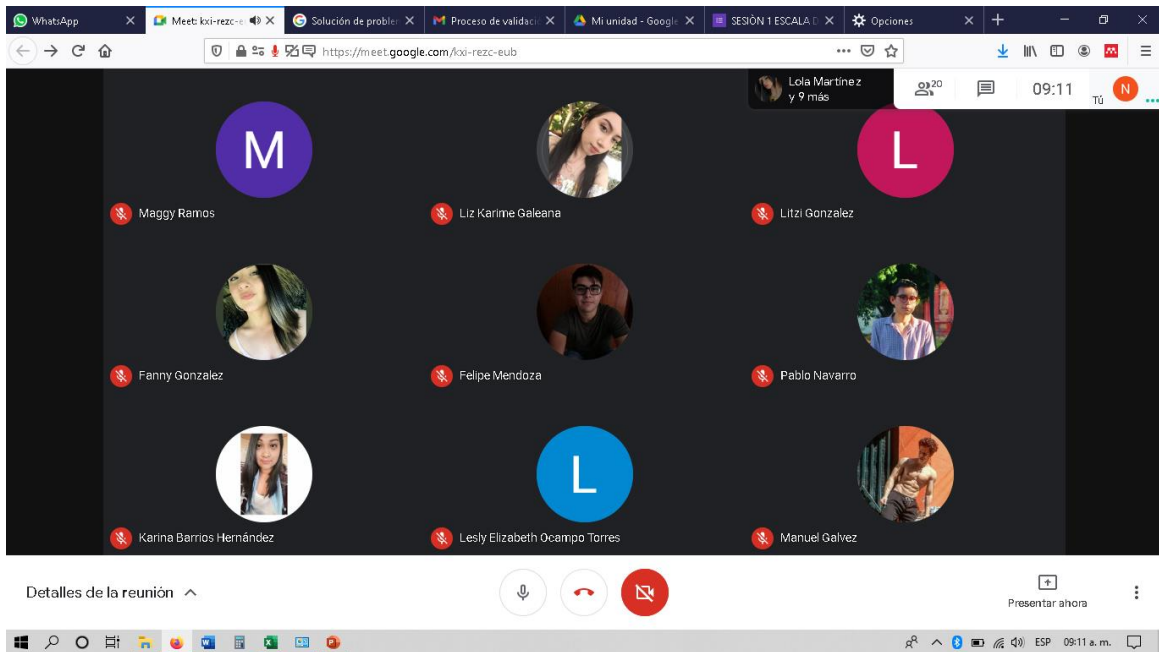


Figura 1. Evaluadores de la Lic. en Nutrición de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos reunidos en la plataforma Google® meet.

A continuación, se describe el proceso de validación de cada una de las tres sesiones

1. En la primera sesión, sesión sin ayuda (SA), los evaluadores llenaron el formulario virtual de Google® Forms el cual contenía 50 imágenes con distintos niveles de severidad de cenicilla previamente medida y desconocida por los evaluadores; según su percepción eligieron el porcentaje de severidad en una escala del 0 – 100%. Este paso se realizó sin la ayuda de la escala elaborada y solo se les proporcionó información sobre cómo distinguir una lesión por un patógeno (Figura 2).

ESCALA DE SEVERIDAD CENICILLA-PEPINO

De acuerdo a su percepción indique el porcentaje de severidad que se muestran en la imágenes

1. INDIQUE EL PORCENTAJE DE SEVERIDAD

10%

20%

30%

40%

50%

60%

70%

80%

90%

100%

Figura 2. Formulario de la escala de severidad utilizando la herramienta Google® Forms.

2. Catorce días después de la primera evaluación se repitió el proceso de evaluación, el mismo se nombró sesión con ayuda 1 (SA1), se usaron las mismas imágenes que con el formulario anterior y en esta ocasión se les proporcionó a los evaluadores estimaciones del porcentaje de daño con la ayuda de la escala desarrollada.
3. Dos semanas después de la segunda evaluación se volvió a aplicar el formulario proporcionándoles a los estudiantes las estimaciones de clases y porcentajes de la escala desarrollada, a esta sesión se le nombró sesión con ayuda 2 (SA2).

Las condiciones del desarrollo de los formularios trataron de ser las mismas, se realizaron los días martes a la misma hora de la mañana y se dieron instrucciones específicas de cómo desarrollar el formulario, así como un tiempo límite entre cada evaluación, esto con el fin de evitar cualquier impacto de distracción en la precisión de las estimaciones durante las pruebas. Las tres repeticiones se realizaron con ayuda del mismo grupo de personas.

Al concluir con este proceso la herramienta de Google® Forms generó una hoja de cálculo por sesión, mismas que fueron descargadas y posteriormente vaciadas a un solo libro de Microsoft® Office Excel 2016 para posteriormente realizar los análisis estadísticos correspondientes.

4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la evaluación del efecto de la escala diagramática en los componentes de precisión y exactitud, para cada participante se evaluaron las estimaciones utilizando el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (Lin, L. 1989). El coeficiente de Lin (P_c) proporciona una media general de concordancia o exactitud, tomando en cuenta tanto la precisión (coeficiente de correlación, r) como el parámetro de sesgo generalizado, un coeficiente calculado en función del sesgo sistemático (u) y el sesgo constante (μ) (Madden *et al.*, 2007). Se utilizó un análisis a través de un modelo lineal generalizado para probar la hipótesis de que las medias de cada uno de los cinco coeficientes de Lin entre los evaluadores no difirieron entre las tres evaluaciones secuenciales. El análisis de desviación probó la significancia de los efectos fijos usando una prueba de Bartlett con una probabilidad del 5% ($P > X^2$). Adicionalmente, se evaluó la confiabilidad o reproducibilidad utilizando el coeficiente de determinación (R^2) (Nutter y Schultz, 1995). Los análisis estadísticos se realizaron en el paquete R (R Core Team 2016) y mediante el software estadístico SAS 9.0 (SAS, 2003).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. PORCENTAJE DE DAÑO CAUSADO POR *E. cichoracearum* DC EN *C. sativus* L. Y LAS CLASES DE LA ESCALA

Los valores de severidad reales de cenicilla del pepino determinados por análisis de imagen variaron de 3% a 90% los cuales fueron la severidad mínima y máxima encontrada en campo. Por lo tanto, la escala consistió en ocho hojas (clases) cada una con una severidad que consiste en porcentaje que varían entre 3%, 9%, 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 90% (Figura 3).

Clase I: El valor inicial de la escala de severidad inicia con valor mínimo de 3% y no con valor de 0%, tal y como suele ocurrir en otro tipo de escalas. Las manchas polvorientas suelen estar distribuidas sobre las hojas en pequeños puntos apenas perceptibles llegando a medir unos pocos milímetros, estos pueden estar distribuidos por el foliolo o agruparse (Figura 3).

Clase II: El porcentaje de severidad de 9 de la escala presenta pequeñas manchas blancas dispersas sobre el foliolo, sin embargo, se presenta en mayor cantidad y empiezan a agruparse para generar manchas blanquecinas más perceptibles.

Clase III: En el porcentaje 15, las manchas blanquecinas han aumentado de tamaño a unos pocos centímetros (2-3 cm), esto debido a la agrupación de las lesiones, así mismo la cantidad de nuevas y pequeñas lesiones aumenta (Figura 3).

Clase IV: En el porcentaje 30 de la escala es un daño considerable puesto que una tercera parte de la hoja ha sido cubierta por las lesiones, mismas que empiezan a unirse y a generarse manchas blanquecinas de mayor tamaño, las cuales empiezan a cubrir los bordes de las hojas.

Clase V-VIII: A partir del 45% al 90%, se manifestó un rápido incremento del número

de manchas, así como una unión de las manchas existentes con manchas vecinas, incrementando las dimensiones y la proporción de daño sobre las hojas. En porcentajes de 75 y 90, además de ser muy perceptible el daño en las hojas, se puede observar el ataque en otros tejidos como el peciolo lo que lleva finalmente a la senescencia de la hoja y su inevitable caída (Figura 3).

La severidad medida de la enfermedad se esquematizó de tal forma que cada uno de los porcentajes está marcado de forma diferenciable y bien definida por lo que el evaluador pudo identificar la severidad de *E. cichoracearum* DC. en *C. sativus* L. La manifestación de los síntomas y signos de esta enfermedad tienen la característica que en campo pueden presentar un porcentaje muy alto de daño sobre la hoja, es por ello que en el caso de la escala desarrollada se llega a valores máximos del 90%.

Teramoto *et al.*, (2011), crearon una escala diagramática para evaluar de severidad de *C. cassicola* Berk y M.A. Curtis en el cultivo de pepino, dicho patógeno tiene la característica de atacar el follaje como la cenicilla. La escala desarrollada por los autores anteriormente mencionados consta de siete clases con rangos determinados según las características de infección en la planta de pepino en follaje presentando como valor máximo de 60%. De acuerdo con los autores, una vez realizado el proceso de validación con y sin ayuda de la escala elaborada encontraron que las determinaciones de la severidad con ayuda de la escala diagramática eran más precisas y exactas, en las estimaciones de la mayoría de los evaluadores. La escala propuesta fue considerada adecuada para estimar la severidad de la enfermedad, en hojas de pepino, y se puede utilizar en estudios epidemiológicos y evaluación de estrategias de control de esta enfermedad.

Cabe destacar que la escala elaborada en el presente estudio se basa en el patógeno *E. cichoracearum* DC. y no en *C. cassicola* Berk y M.A. Curtis, sin embargo, comparten como cultivo hospedante *C. sativus* L. y ambas investigaciones comparten una amplia similitud en su metodología empleada en el proceso de

validación.

Del mismo modo, existen diversas escalas logarítmicas que evalúan la severidad de una gran cantidad de enfermedades en diversos cultivos; las cuales comparten como principios la toma de imágenes, procesamiento y finalmente la validación. Hernández y Sandoval, (2015) desarrollaron una escala del complejo de hongos que producen la enfermedad conocida como mancha de asfalto en el cultivo de maíz la cual es de gran importancia económica en México. Los autores realizaron el proceso de validación con 50 imágenes con diversos niveles de severidad con la ayuda de 10 evaluadores; describen que una vez realizado el proceso de validación con y sin ayuda de la escala, los evaluadores mostraron una tendencia a sobreestimar la enfermedad sin la escala propuesta, en contraste, con la ayuda de la escala propuesta arrojaron valores cercanos a los valores reales previamente medidos con niveles aceptables de precisión.

Tovar-Soto *et al.*, (2001) mencionan que una escala de severidad debe tener suficientes clases con el fin de proporcionar una resolución adecuada para diferenciar los niveles de severidad. De acuerdo con Campbell y Madden, (1990) la agudeza visual es inversamente proporcional al logaritmo del estímulo, es decir, si existen pocas clases (<5) se reduce la resolución en las evaluaciones de severidad lo que puede llegar a afectar considerablemente la estimación de parámetros epidemiológicos. Por el contrario, si hay demasiadas clases (>10), existe la tendencia a ser confusa y poco práctica. Diversos autores han investigado ampliamente el principio del logaritmo del estímulo visual y su repercusión en las evaluaciones de severidad (Sherwodd *et al.*, 1983; Campbell y Madden, 1990).

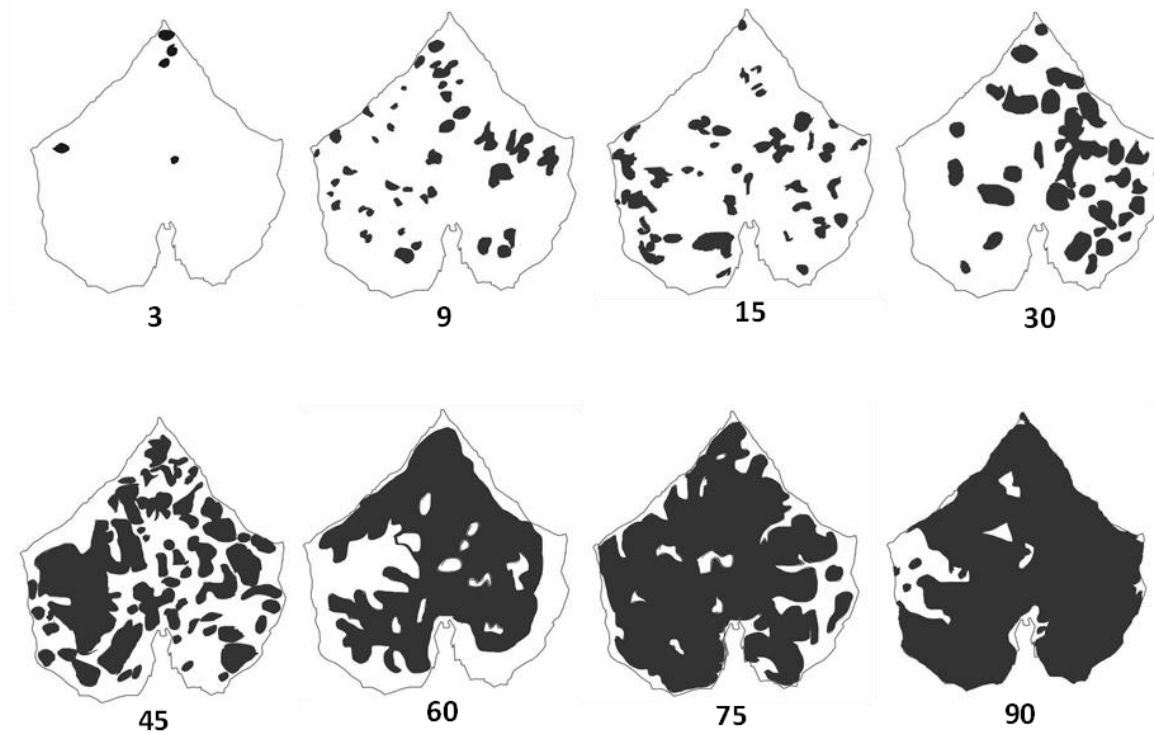


Figura 3. Escala desarrollada para evaluar la severidad de la cenicienta en hojas de pepino. Los números en los diagramas representan el porcentaje (%) del área de la hoja con síntomas de cenicientas sobre la hoja.

5.2. RELACIÓN ENTRE SEVERIDAD REAL Y EVALUADA DE *E. cichoracearum* DC.

Las estimaciones obtenidas durante las tres evaluaciones sin y con la escala diagramática presentaron generalmente baja cercanía a los valores reales, como se muestra en los diagramas de dispersión de las estimaciones frente a la severidad real (Figura 4A), y las desviaciones frente a la severidad real, que estuvieron generalmente alejadas de cero (Figura 4B).

El análisis muestra que se obtuvo una mayor dispersión de los datos cuando se realizó la evaluación sin ayuda de la escala ($R^2= 0.68$) (SA). De la misma manera,

cuando se utilizó la escala diagramática (3-90% de área infestada) a las dos ($R^2=0.69$) (CA1) y cuatro semanas posteriores a la primera observación ($R^2=0.77$) (CA2), también se obtuvo alta dispersión de los datos, a pesar del uso de la escala elaborada. Estos primeros análisis como parte de los resultados comenzaron a sugerir la baja efectividad de la escala diagramática elaborada para la evaluación de *E. cichoracearum* DC. en *C. sativus* L.

De acuerdo con Mora-Aguilera (2013), las validaciones de las escalas deben realizarse previamente a su aplicación en estudios epidemiológicos. Este proceso es de suma importancia y tiene mayores implicaciones en la toma de decisiones para la evaluación y uso de tratamientos químicos. Otro factor fundamental para tomar en cuenta como parte de la toma de decisiones de estudios epidemiológicos es la importancia de cerciorarse si las escalas han sido validadas para la región en que se va a aplicar.

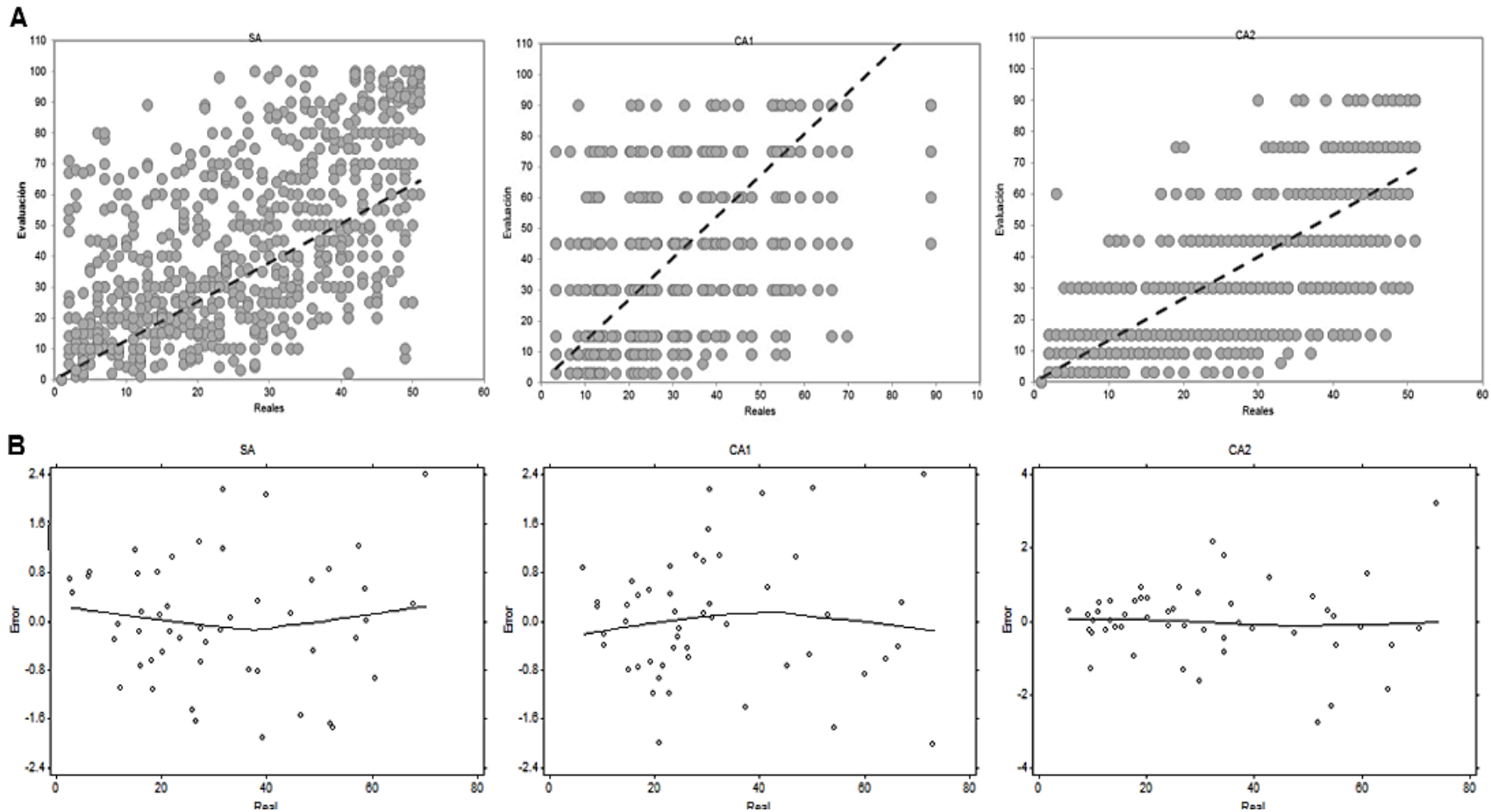


Figura 4. A Relación entre la severidad real y evaluada de cenicilla estimada por 15 evaluadores sin experiencia para un conjunto de 50 hojas (n=750). La primera evaluación se realizó sin ayuda (SA) y, se realizaron dos evaluaciones adicionales a las dos (CA1) y cuatro semanas (CA2) después de la primera con la ayuda de una escala diagramática que representa la severidad de cenicilla en pepino de 3% a 90%. La línea discontinua representa la línea de concordancia. B Relación entre el error absoluto (evaluación – real) de las evaluaciones de severidad de cenicilla por los mismos evaluadores. La línea continua representa una línea sin errores.

5.3. EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD, PRECISIÓN Y CONCORDANCIA DE LAS ESTIMACIONES DE SEVERIDAD DE *E. cichoracearum* DC. EN *C. sativus* L.

De acuerdo con las comparaciones en exactitud de los valores obtenidos en el análisis del sesgo sistemático (Scale-shift, v) entre los evaluadores presentaron poca variación, con similitud en la variabilidad durante las tres evaluaciones, la cual tendió a estar un poco alejada de los valores de referencia sin sesgo sistemático ($v=1$) (Figura 5). Por su parte, en las comparaciones en exactitud de los valores obtenidos del sesgo constante (Location-shift, u) entre los evaluadores, se puede observar que presentaron mayor variación, con una ligera disminución en la variabilidad durante la tercera sesión con ayuda de la escala (CA2), que tendió a estar más cerca de los valores de referencia sin sesgo constante ($u=0$) Figura 5.

La evaluación de sesgo sistemático y constante a través del modelo lineal demostró que existieron diferencias en cuanto a la exactitud de la evaluación de *E. cichoracearum* sin ayuda de la escala en comparación con aquellas evaluaciones que se realizaron a las dos y cuatro semanas posteriores. En este sentido, los valores de sesgo sistemático presentaron medias de 1.29, 1.32 y 1.27 para las sesiones correspondientes a sesión sin ayuda (SA), primera sesión con ayuda (CA1) y segunda sesión con ayuda (CA2) respectivamente; los valores máximos y mínimos del sesgo sistemático se presentaron entre el 0.91 – 1.78 para la sesión sin ayuda (SA), 0.88 – 1.68 en la primera sesión con ayuda (SA1) y finalmente se presentaron valores de 0.74 – 1.63 en la segunda sesión con ayuda (SA2). Por otro lado, el sesgo constante presentó valores de 0.60 para la sesión sin ayuda (SA) con valores mínimos negativos y máximos de -0.58 – 1.74 respectivamente, posteriormente 0.26 para la primera sesión con ayuda (SA1) la cual presentó como valor inferior negativo -0.64 – 1.59 y finalmente 0.08 la segunda sesión con ayuda de la escala desarrollada (SA2) con valor mínimo negativo de -0.45 – 0.50.

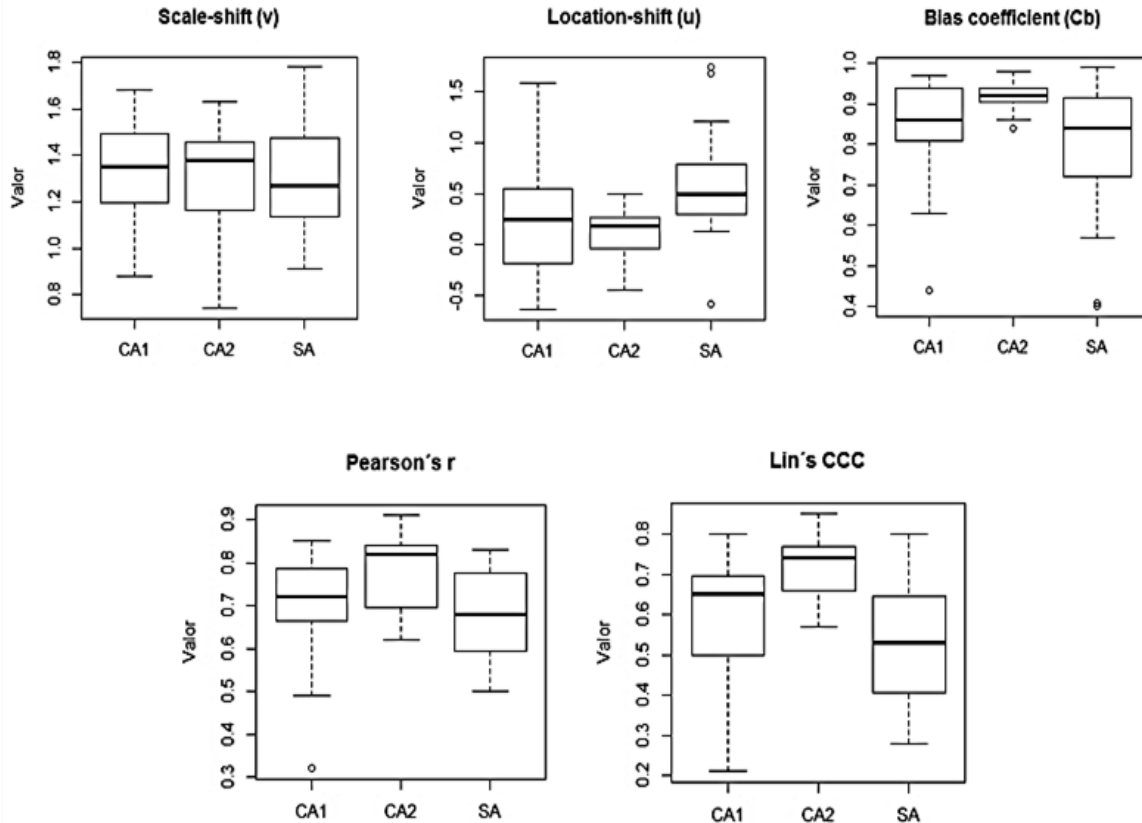


Figura 5. Distribución, media y desviación estándar de cada estadístico del análisis de concordancia de Lin que representa exactitud (sesgo sistemático y constante), precisión (coeficiente de correlación de Pearson – r), y concordancia (Lin's CCC) de las estimaciones de severidad de la cenicilla del pepino por 15 evaluadores sin experiencia para tres evaluaciones diferentes. La primera evaluación se realizó sin ayuda (SA) y, dos evaluaciones adicionales con la ayuda de una escala diagramática dos semanas (CA1) y cuatro semanas (CA2) después de la sesión sin ayuda SA.

Estadísticamente, ni el sesgo sistemático (v) ni el constante (u) difirieron entre las tres evaluaciones porque las estimaciones con y sin la ayuda de la escala, fueron generalmente poco precisas ($Cb \leq 0.91$). La precisión de las estimaciones con ayuda, en el tiempo de evaluación CA2, mejoró un poco (pero no significativamente) en comparación con las estimaciones CA1 y sin ayuda (SA). Como resultado de la poca mejora en la precisión, la concordancia general mejoró para CA2 en comparación con las sesiones de CA1 y SA ($Pc = 0.71$) (Cuadro 1).

La precisión en las mediciones determinada a partir del coeficiente de correlación de Pearson-*r* demuestra que las evaluaciones presentaron un leve incremento en la precisión (Cuadro 1). Puesto que el análisis arrojó que la primera sesión sin ayuda (SA) obtuvo un valor medio de 0.68, mientras que sus valores mínimos y máximos se presentaron en 0.50 – 0.83 respectivamente, en cuanto a la primera sesión con ayuda (CA1) presentó como valor medio 0.69, así mismo, un valor mínimo de 0.32 y máximo de 0.85; Por último, la segunda sesión con ayuda (CA2) presentó como valor medio 0.77 y como valores mínimos y máximos 0.62 – 0.91 respectivamente. Por lo cual puede concluirse que existió un pequeño incremento en la precisión de las evaluaciones, sin embargo, estadísticamente no es significativo.

Cuadro 1. Análisis del modelo lineal generalizado y separación de medias de los estadísticos del análisis de correlación de concordancia de Lin representa la exactitud (tipos de sesgo), la precisión (coeficiente de correlación) y la concordancia (Lin's CCC) de la estimaciones porcentuales de la severidad del cenicilla del pepino por 15 evaluadores sin experiencia durante tres evaluaciones sin y con el uso de una escala diagramática como ayuda para la evaluación de la severidad de la enfermedad: sin ayuda (SA, sin escala), y dos con ayuda, CA1 (usando la escala, dos semanas después de la evaluación sin ayuda) y CA2 (usando la escala, dos semanas después de la evaluación con ayuda).

Evaluación	u^b	μ^c	Cb^d	r^e	Pc^f
SA	0.60 a	1.29 a	0.77 b	0.68 a	0.53 b
CA1	0.25 ab	1.32 a	0.83 ab	0.69 a	0.58 b
CA2	0.08 b	1.27 a	0.91 b	0.77 a	0.71 a
	8.47	0.14	25.86(<0.0001	2.76	7.82
χ^2g (P-value)	(0.0145)	(0.9297))	(0.2509)	(0.0200)

La escala representó ocho imágenes de hojas con severidad definida de cenicilla del pepino (3-90%). Medias seguidas de una misma letra en la columna no son significativamente diferentes; ^bSesgo sistemático (u , 1 = sin sesgo en relación a la línea de concordancia); ^cSesgo constante (μ , 0 = sin sesgo en relación a la línea de concordancia); ^dSesgo generalizado (Cb) mide hasta qué punto la línea de mejor ajuste se desvía de la línea de concordancia (Madden *et al.* 2007); ^eEl coeficiente de correlación de Pearson (r) mide la precisión; ^fEl coeficiente de correlación de concordancia de Lin (Pc) combina ambas medidas de precisión (r) y sesgo generalizado (Cb) para medir la exactitud; ^gValor de Chi-cuadrado de una prueba de Bartlett y probabilidad ($P < 0.05$).

Los valores de precisión (r) en general fueron bajos (Cuadro 1). Estos valores indican que la primera evaluación sin experiencia es considerablemente alta, sin embargo, con el uso de la escala y el entrenamiento en su uso tuvo una influencia positiva en la calidad de las evaluaciones puesto que el valor del coeficiente de correlación fue mayor con respecto a la primera sesión sin el uso de la escala. Estudios como el de (Barbosa *et al.*, 2006) demuestran que el uso de escalas incrementa la exactitud y presión de las estimaciones de evaluadores sin experiencia.

Cuadro 2 Medidas de confiabilidad entre evaluadores de las estimaciones de severidad realizadas por 15 evaluadores sin experiencia durante tres evaluaciones sin y con el uso de una escala diagramática como ayuda para la evaluación de la severidad de la enfermedad: sin ayuda (SA, sin escala), y dos con ayuda (CA), siendo CA1 dos semanas después de la evaluación sin ayuda y CA2 cuatro semanas después de la sesión sin ayuda.

Evaluación	R^{2a}	95% CI ^b	P-value
SA	0.475 b (0.04)	0.40-0.54	<0.0001
CA1	0.498 ab (0.04)	0.40-0.57	<0.0001
CA2	0.613 a (0.04)	0.54-0.67	<0.0001

^a Medias (error estándar) de todas las comparaciones por pares entre evaluadores fueron calculadas utilizando el coeficiente de determinación (R^2) (Lin 1989) de la relación entre dos evaluadores. Los valores medios se compararon mediante una prueba de t apareada entre evaluaciones; ^b Intervalo de confianza respectivo para cada evaluación.

Al analizar la confiabilidad entre evaluadores, las estimaciones de la severidad de *E. cichoracearum* en *C. sativus* presentaron un incremento moderado con el uso de la escala diagramática en comparación con las estimaciones sin ayuda de la escala; de acuerdo con el Cuadro 2 se obtuvieron valores de coeficiente de determinación (R^2) de 0.47, 0.49 y 0.61 en la primera, segunda y tercera evaluación, respectivamente. Esto demostró que existió un pequeño incremento de confiabilidad cuando se utilizó la escala a las dos (CA1) y cuatro (CA2) semanas posteriores a la primera evaluación, por lo que los valores obtenidos sin la utilización de la escala (SA) fueron confiables

en menor medida. Las medias obtenidas del coeficiente de determinación demuestran que hubo diferencia estadística entre la primera evaluación sin ayuda (SA) y la segunda evaluación con ayuda (CA2), sin embargo, el valor presente en esta última evaluación con ayuda es significativamente bajo por tal motivo no respalda la confiabilidad de la escala.

6. CONCLUSIONES

El diseño y validación de la escala diagramática finalmente se constituyó de ocho niveles de severidad con valores mínimos y máximos que oscilaron de 3 a 90% del área foliar de *C. sativus* L. infestada por *E. cichoracearum* DC.

Las estimaciones de los valores de severidad de *E. cichoracearum* DC. sobre *C. sativus* L. cuando los evaluadores utilizaron la escala diagramática diseñada en esta investigación no demostraron ser suficientemente precisos y fueron poco confiables de acuerdo con los resultados obtenidos del coeficiente de determinación y el coeficiente de correlación de Pearson.

La escala elaborada y validada bajo las circunstancias en las que se llevó esta investigación no es viable para su uso en estudios epidemiológicos que involucre este patosistema.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la validación de la escala de forma presencial con el fin de poder controlar en mayor nivel las condiciones en las que los evaluadores realizan su evaluación; asimismo, se recomienda una cuarta sesión de validación (sesión con ayuda 3) con el fin de elevar la precisión, exactitud y confiabilidad de las estimaciones.

8. LITERATURA CITADA

- Abbod, J. K.; y Losel, D. M. 2003. Changes in carbohydrate composition of cucumber leaves during the development of powdery mildew infection. *Plant Pathology*, 52: 256–265.
- Acco, L. F.; Gomes, D. G.; Matos, J. N.; Ribeiro, N. R.; y Balbi-Peña, M. I. 2020. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da pústula bacteriana em soja. *Summa Phytopathologica*, 46(2): 145–149.
- Agrios, G. N. 1997. Plant pathology. Academic Press United States. San Diego, CA. 635 p. (4th ed).
- Apablaza, G.; Diaz, M. J.; San Martin, R.; y Moya, E. 2002. Control de oidio de las cucurbitáceas con saponinas presentes en extractos de Quillay (Quillaja saponaria) 1. *Ciencia e Investigación Agraria*, 29(2): 83–90.
- Barbosa, M.; Michereff, S.; y Mora, A. G. 2006. Elaboration and validation of diagramatic key to evaluate white rust severity in Chrysanthemum. *Summa Phytopathologica*, 32: 57–62.
- Bettiol, W.; Garibaldi, A.; y Migheli, Q. 1998. *Bacillus subtilis* for the control of powdery mildew on cucumber and zucchini squash. *Bragantia*, 56(2): 281-287.
- Bisognin, D. 2002 Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural*, 32(5): 715-723.
- Boito, G.; Crenna, A.; Giuggia, J.; Giovanini, D.; Odino C.; y Gerardo U.A. 2013. Desarrollo y validación de una escala para evaluación de daño por orugas defoliadoras en soja (*glycine mas* L.), para el sur de la provincia de Córdoba. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(1), 91–104.
- Campbell, C. L.; Madden, L. V. 1990. introduction to Plant Disease Epidemiology. Wiley-Interscience Press. New York. 532 p.

- CEDRSSA. 2020. Análisis de la Producción y consumo de Hortalizas. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, Cámara de diputados. Ciudad de México. 43 p.
- Cristiane-Delmadi, L.; Pieri, C. de.; Sander-Porcena, A.; y Luiz-furtado, E. 2018. Escala diagramática para cuantificación de la severidad de la roya en hojas de teca. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(2), 331–341.
- Del Ponte, E. M.; Pethybridge, S. J.; Bock, C. H.; Michereff, S. J.; Machado, F. J.; y Spolti, P. 2017. Standard area diagrams for aiding severity estimation: Scientometrics, pathosystems, and methodological trends in the last 25 years. *Phytopathology*, 107(10), 1161–1174.
- Delgado, G.; y Lemus, Y. 2004. Taxonomía de *sphaerotheca fuliginea* (erysiphales, ascomycota) sobre melón en cuba. *Fitosanidad*, 8(2), 27–29.
- Elenkov, E. y Jristova, E. 1978. Enfermedades y enemigos de las cucurbitáceas. 211-214. Enfermedades y enemigos de las hortalizas. Editorial Plovdiv. Bulgaria.
- González, N. M.; Martínez, B. C.; y Infante, M. D. 2010. Mildiu Polvoriento En Las Cucurbitáceas. *Rev. Protección Veg*, 25(1), 44–50.
- Hansen, M. A. 2009. Powdery mildew of cucurbits. Virginia Cooperative Extension, publication 450-710. Virginia Tech. Virginia U.S.A. 2 p.
- Henríquez-Díaz, F. M.; Salgado-Valle, Y.; Ramírez-Arrebató, M. A.; Reyes-Pérez, J. J.; Rodríguez-Pedroso, A. T.; Ruiz-Sánchez, M.; y Hernández-Montiel, L. G. 2020. Efecto de Quitomax en el control del mildiú veloso en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(2), 7.
- Hernández, R.; y Sandoval, J. 2015. Escala diagramática de Severidad para el Complejo Mancha de Asfalto del Maíz. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 33(1), 95–103.
- Ivancovich, A.; Botta, G.; Ploper, D.; Laguna, I.; y Annone, J. 1998. IV curso de

- diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. (E. INTA, Ed.). Pergamino, Buenos Aires, Argentina. 54 p.
- Jaraba, N. J.; Aguilar, R. G.; Gutiérrez, A. H.; Chavarin, P. J.; Mora-Aguilera, G. 1999. Elaboración y validación de una escala diagramatizada para la roya blanca del crisantemo (*Puccinia horiana* Henn.) en crisantemo (*Dendrathera grandiflora* Tzvelev). Memorias del X congreso Latinoamericano de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco. 292 p.
- Lin, L. 1989. A concordance Correlation coefficient to Evaluate reproducibility, *Biometrics*, 45. 255-268 p.
- López Zamora, C. M. 2003. Cultivo del pepino. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Guía técnica No. El Salvador. 17. 45 p.
- Madden, L. V.; Hughes, G.; y Van de Bosch, F. 2007. The Study of Plant Disease Epidemics. In APS Press. St. Paul, MN. 432 p.
- Meirelles, S.; y Cardoso, C. 2012. Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em plantas. Comunicado técnico 120. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Bento Gonçalves, Brazil. 6 p.
- Mora-Aguilera, G. 2013. Elaboración de una escala logarítmica diagramática de medición de intensidad de enfermedad. Practica No. 9. Colegio de Postgraduados 1.
- Mora, A. G.; Rivas, V. P.; Góngora, C. C.; Tovar, S. A.; Cristóbal, A. J.; Loeza, K. E.; Osada, V. K. 2000. Sistemas computarizados en la epidemiología: 2-Log ver. 1.0 y su aplicación en el diseño de escalas diagramáticas logarítmicas. XXIX Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Puerto Vallarta.
- Nascimento, A.; Michereff, S.; Mariano, R.; y Gomes, A. 2005. Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira. *Summa Phytopathologica*, 31, 59–64.

- Nutter, J. F. W.; y 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.
- Pérez-Gonzalez, A.; Posos-Ponce, P.; Martínez-Ramírez, J.; Rodríguez-Ruvalcaba, R.; Duran-Martínez, C.; y Aceves-Nuñez, V. 2006. Efectividad biológica de azoxistrobin + poly-l-menteno vs cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum*) en calabacita. *Avances En La Investigación Científica En El CUCBA*, 139–145.
- SAS. 2003. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. p. 83-122. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Sherwodd, R.; Berg, C.; Hoover, M.; y Zeider, K. 1983. Illusions in visual assessment of Stagonospora leaf spot of orchardgrass. *Phytopathology*, 73, 173–177.
- SIAP. 2019. El consentimiento de la familia cucurbitaceae: el pepino. [En línea]. <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/el-consentido-de-la-familia-cucurbitaceae-el-pepino?idiom=es> Fecha de acceso: 12-marzo-2021
- SIAP. 2020. Panorama agroalimentario 2020. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. edición 2020. Ciudad de México. 200 p.
- SIAP. 2021. Anuario Estadístico de la Producción agrícola. [En línea]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de acceso: 20-marzo-2021
- Sitterly, W. R. 1978. Powdery Mildews of Cucurbits. *London/New York: Academic*, 359–379.
- Tatlioglu, T. 1993. Cucumber. *Genetic Improvement of Vegetable Crops*, 197–234.
- Teramoto, A.; Da, S.; Alvo, M.; Folhas, E. M.; y Aguiar, R. A. 2011. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo em folhas de pepineiro. *Pesq. Agropec. Trop.*, 41(3), 439–445.
- Tovar-Soto, A.; Hernández-Martínez, M.; Cristobla-alejo, J.; Romero-Hijo, R.; y Mora-

Aguilera, G. 2001. Escala logarítmica diagramática de severidad de la mancha negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 20(1), 103–109.

Tuttle-McGratg, M. 2001. fungicide Resistance in cucurbit Powdery: experiences and challenges. *Plan Diseases*, 85(3), 23–245.