

Artículo de investigación

Modelación matemática de la severidad de la cercosporiosis de la acelga en función de las variables meteorológicas

Mathematical modeling of the severity of Cercospora leaf spot of chard as a function of meteorological variables

Brayham Jhayr Rodríguez Moreno¹, Leónides Castellanos González², Carmen Omaira Rozo García³

¹Ingeniero agrónomo independiente. Carrera 103 #129d-22 Lagos de Suba, Bogotá. Bogotá DC. Colombia. Correo electrónico: dyland6625@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-5552-6778>, ²Ingeniero agrónomo. Doctor en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Carretera Bucaramanga km1. Pamplona. Norte de Santander. Colombia. Correo: lclcastell@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9285-4879>, ³Microbiólogo. MSc. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona. Vía Bucaramanga Km 1. Pamplona. Colombia. Correo electrónico: omairaroz@unipamplona.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6545-2268>

RESUMEN

La acelga (*Beta vulgaris* subsp cicla L.) es una planta rica en nutrientes como vitaminas, minerales, antioxidantes y fibras dietéticas, sin embargo, su cultivo enfrenta desafíos debido a la falta de tecnología y a la cercosporiosis, causada por el hongo *Cercospora beticola*. Esta investigación tuvo como objetivo modelar la severidad de cercosporiosis de la acelga en función de las variables meteorológicas bajo condiciones ambientales en la huerta de la Escuela Normal Superior de Pamplona (Norte de Santander; Colombia). La valoración del progreso de la enfermedad se desarrolló evaluando en el cultivo cada siete (7), días a lo largo del tiempo para relacionarlas con las variables las variables meteorológicas. Se consideraron siete variables climáticas, los cuales se procesaron durante siete días anterior a cada muestreo para obtener la temperatura máxima, media y mínima, humedad relativa máxima, media y mínima semanal, la lluvia acumulada semanal y los días lluviosos en esos siete días. La correlación de Pearson mostró fuertes y moderadas relaciones lineal positiva entre la severidad de la enfermedad y las variables climáticas para los dos periodos de la fecha de siembra de febrero y marzo. Del modelo de regresión lineal múltiple se obtuvieron relaciones altamente significativas que explican la variabilidad de la severidad de la cercosporiosis en el cultivo tales como: la TM, HRMAX, HRM y TMAX. para la fecha de siembra de febrero y TMAX, TM y HRM para la fecha de siembra de marzo, con R² con confiabilidad por encima del 90% en la fecha de siembra de febrero y 90 % en la fecha de marzo en función de las variables climáticas.

Palabras clave: epidemiología, *Cercospora beticola*, severidad, regresión lineal múltiple.

ABSTRACT

Chard (*Beta vulgaris* subsp cicla L.), is a plant rich in nutrients such as vitamins, minerals, antioxidants and dietary fibers, however, its cultivation faces challenges due to the lack of technology and, caused by the fungus *Cercospora beticola*. This research aimed to model the severity of *Cercospora* leaf spot of chard based on meteorological variables under environmental conditions in the garden of the Escuela Normal Superior de Pamplona (Norte de Santander; Colombia). The assessment of the progress of the disease was developed by evaluating the crop every seven (7) days over time to relate them to the meteorological variables. Seven climatic variables were considered, which were processed for seven days prior to each sample to obtain the maximum, average and minimum temperature, maximum, average and minimum weekly relative humidity, weekly accumulated rainfall and rainy days in those seven days. The Pearson score showed strong and moderate positive linear relationships between disease severity and climatic variables for the two periods of February and March sowing date. From the multiple linear regression model, highly significant relationships were obtained that explain the variability of the severity of *Cercospora* leaf spot in the crop such as: TM, HRMAX, HRM and TMAX for the February sowing date and TMAX, TM and HRM for the March sowing date, with R² with reliability above 90% on the February sowing date and 90% on the March date depending on the climatic variables.

Keywords: Epidemiology, *Cercospora beticola*, multiple linear regression.

Recibido: 16-11-2024

Aceptado: 11-03-2025

Publicado: 11-03-2025

Autor de correspondencia: Leónides Castellanos González;

Correo: lclcastell@gmail.com.

Introducción

La acelga (*Beta vulgaris* subsp. *cicla* L.), es originaria del sur de Europa y Norte de África. Se considera que deriva de la remolacha silvestre del mar mediterráneo (*Beta vulgaris* subsp. *marítima*) (Rangel et al., 2020). Las características morfológicas que permiten identificar fácilmente la planta incluyen hojas grandes de forma ovalada, de color verde brillante, el tallo formado por peciolos carnosos de color blanco. Además, en la base de la planta se evidencia la forma de roseta originado por la agrupación de las hojas (Espinoza, 2020).

La importancia de la acelga en sus propiedades nutricionales y medicinales. Estas hortalizas presentan amplia gama de vitaminas que incluye A, B1, B3, B5, B6, B9, C, E y K. Adicionalmente, exhiben una significativa concentración de minerales como calcio, sodio y potasio, acompañados de contenido en cobre, hierro y fósforo. Su ingesta provee al organismo humano de ácidos grasos esenciales como el Omega-3, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020). También, es rica en fibras dietética (Zanin, 2022) y antioxidantes como la luteína, flavonoides, betacaroteno y zeaxantina (Mzoughi et al., 2019).

El cultivo de acelga, al igual que cualquier otro tipo de cultivo, se enfrenta a ciertas limitaciones y desafíos. Algunas de las restricciones habituales asociadas al cultivo de acelga son: la insuficiencia tecnológica que representa un factor adicional en el contexto socioeconómico que afecta al campesino. Además de las condiciones climáticas adversas, el campesino practica una forma de agricultura de subsistencia caracterizada por bajos rendimientos debido al empleo inadecuado de fertilizantes, la selección de variedades inapropiadas, la escasez de riego y nutrientes en el suelo, especialmente en tareas culturales como la poda, que promueve el desarrollo foliar (Salas, 2019).

Tomando en consideración lo mencionado anteriormente, es crucial monitorear los cultivos en busca de síntomas y signos de enfermedades y tomar medidas para prevenirlas o controlarlas. Esto se debe a que las enfermedades pueden tener un impacto significativo en el rendimiento de un cultivo. Cuando una planta se ve afectada por una enfermedad, su capacidad para absorber nutrientes y agua se ve comprometida, lo que puede afectar su crecimiento y desarrollo. Es decir, una enfermedad se considera una limitante de importancia en la producción agrícola (Rodríguez et al., 2022).

La enfermedad conocida como cercosporiosis afecta negativamente el rendimiento productivo de la acelga. Esta es causada por el hongo fitopatógeno *Cercospora beticola*. Sacc (Ascomycota: Mycosphaerellaceae) (Rangel et al., 2020). La patología es una limitante en el rendimiento productivo del cultivo de acelga y otras especies del género *Beta* spp. Se tienen registros de un ataque agresivo en cultivos de acelga procedente de las regiones de Hatay en

Turquía. Los autores comentan que observaron, la presencia característica de esta enfermedad foliar, manchas circulares marrones entre un 90-95% de incidencia en los campos inspeccionados (Soylu et al., 2003). Marcuzzo et al. (2021), también se refiere a este mismo patógeno como la principal enfermedad de la remolacha azucarera, (*Beta vulgaris* subsp. *altissima* L.), pariente cercano a la acelga que afecta el área foliar comprometiendo la productividad del cultivo hasta un 15 a 45% de reducción en el rendimiento productivo.

La cercosporiosis es una enfermedad policíclica, es decir, que durante el desarrollo y crecimiento fenológico del cultivo el patógeno causa numerosos ciclos asexuales de infección bajo condiciones ambientales (Rangel et al., 2020; Gutiérrez, 2023). Ebert et al. (2021), se refiere a la característica del patógeno como hemibiotrófico a dos etapas de infección sobre el huésped, biotrofo que es la etapa inicial de colonización (infección temprana asintomática), y necrotrofo cuando esta causa muerte del tejido celular del huésped, alimentándose de los nutrientes de este y consigo la presencia de lesiones necróticas foliar.

En Colombia la producción de acelga ha tomado importancia en los últimos años, debido al aporte nutricional. Es por ello, que el ICA, ha dado a conocer a los productores de acelga, sobre la posibilidad para exportar este producto al mercado estadounidense, lo cual es una buena noticia para el sector agrícola. Pero para ello el departamento de sanidad vegetal y animal de Inspección de los Estados Unidos (APHIS), ha dado a conocer los requerimientos fitosanitarios que se deben cumplir para poder comercializar este producto en dicho mercado. Los interesados deben contar con el certificado del ICA, y así mismo, que ha sido inspección indicando que el producto se encuentra libre de plagas y enfermedades. Como también, estar registrado ante el ICA como exportador de hortalizas (ICA, 2013).

En vista a lo anterior, uno de los aspectos más limitantes y de importancia económica en la producción agrícola es la presencia de enfermedades, que pueden causar la disminución del rendimiento productivo de los cultivos, es por ello, que esta investigación se centra en el estudio del comportamiento epidemiológico de la cercosporiosis y las condiciones favorables para la enfermedad en la huerta de la Escuela Normal Superior Pamplona (Norte de Santander; Colombia) y tiene como objetivo modelar matemáticamente la severidad de la enfermedad en función de las variables meteorológicas.

Materiales y métodos

Ubicación del estudio

La investigación se ejecutó en la huerta de la Escuela Normal Superior de Pamplona (Norte de Santander; Colombia), en el año 2023 durante el semestre A. Se llevó a cabo una investigación de tipo cuantitativa experimental, con dos tratamientos que correspondieron a dos fechas de

siembras del cultivo de acelga una a principios de marzo y otra a finales de abril con 45 días de diferencia.

Relación de severidad de la cercosporiosis con las variables meteorológicas

Los muestreos se realizaron en las parcelas con dos fechas de siembra diferentes, teniendo en cuenta, que la presencia de los síntomas de *C. beticola* ocurren 7 días después de la infección del patógeno sobre el huésped (Rangel et al., 2020). Las evaluaciones se realizaron hasta que comenzó la cosecha, 12 semanas a partir de la plantación en cada parcela

La severidad fue determinada como el porcentaje de tejido de la planta afectado por la cercosporiosis (Ivancovich & Lavilla, 2016). Por tanto, para estimar el daño del tejido se utilizó la fórmula de Townsend y Heurgerger, que corresponde la proporción del tejido de la planta que está siendo invadido por la enfermedad y se expresa en porcentaje Ciba Geigy (1981).

Para la evaluación de la severidad de la enfermedad en el campo se seleccionaron 50 plantas agrupadas en cinco (5) sitios. A cada planta se le asignó un grado de severidad según el porcentaje de tejido enfermo con la escala diagramática de 6 grados) 0 planta sana 5, más del 75% del tejido foliar enfermo

La valoración del progreso de la enfermedad se desarrolló evaluando en el cultivo cada siete (7), días a lo largo del tiempo para relacionarlas con las variables las variables meteorológicas La información climática fue obtenida por el servicio de la IDEAM a partir de la estación meteorológica automática situada en el ISER a 1,87 km del Huerto de la Normal Superior (Google Earth). Se consideraron los datos temperatura máxima, media y mínima, humedad relativa máxima, media y mínima, lluvia diaria, los cuales se procesaron durante siete días anterior a

cada muestreo para obtener la temperatura máxima, media y mínima, humedad relativa máxima, media y mínima semanal, la lluvia acumulada semanal y los días lluviosos en esos siete días.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre la severidad y las variables climáticas para las dos fechas de siembra (febrero y marzo). Para explicar el desarrollo de la enfermedad en relación con variables climáticas se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, considerando la variable de respuesta la severidad y las variables climáticas explicativas, (temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, humedad relativa máxima, humedad relativa media, humedad relativa mínima, precipitación y días lluviosos procesados siete días antes de cada muestreo) para las fechas de siembra de febrero y marzo considerando la severidad de la enfermedad como variable dependiente.

Además, para no incurrir en error de eliminar variables que pueden estar dando significancia en la regresión se utilizó el método de eliminación hacia atrás de Backward con la finalidad de obtener un modelo menos complejo con variables que explicaran el aumento de la severidad de la cercosporiosis en el cultivo de acelga. Se empleó el paquete estadístico R versión 4.3.2

Resultados y discusión

La severidad por cercosporiosis para la fecha de siembra de febrero mostró una correlación positiva fuerte entre la TM, Tmin, y moderada entre HRMAX y HRM, de tal modo, que a medida que los valores de estas variables predictoras aumentaban, la severidad de enfermedad tendía a aumentar significativamente. Para la fecha de siembra de marzo, se observó una fuerte correlación positiva entre la severidad y la TMAX, y una correlación moderada con TM, HRM y HRmin (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del análisis de correlación de Pearson entre la severidad de la enfermedad y las variables meteorológicas en las dos fechas de siembra.

Fechas de Siembra	Variables meteorológicas							
	TMAX	TM	Tmin	HRMAX	HRM	HRmin	LLuvia	DLLuv.
FS feb.	-0,02	0,85**	0,83**	0,53*	0,39*	0,14	0,32	-0,07
FS mar.	0,78**	0,57*	-0,12	-0,08	0,69*	0,56*	0,31	0,39

** Estadísticamente significativo al nivel del 0,01. * Estadísticamente significativo al nivel del 0,05.

El análisis de regresión lineal múltiple por el paquete R usando el método de eliminación hacia atrás (Backward), lo cual resulta en un modelo capaz de explicar la variabilidad de la severidad de manera más asertiva y con una complejidad razonable, donde se eliminan las variables que

generan ruido para de explicar la variabilidad de la severidad, mostró los modelos de mejor ajuste para cada fecha de siembra (Tabla 2).

En ambos modelos aparecen cuatro variables meteorológicas, los cuales logran valores de R² ajustado

mayores a 0,92. En el caso del modelo de la fecha de siembra del mes de marzo todos los términos con variables meteorológicas de la ecuación aportan de forma positiva a

la severidad, pero en el modelo de febrero los días lluviosos aportan de forma negativa.

Tabla 2. Resultados del análisis de regresión lineal múltiple entre la severidad y las variables meteorológicas en la etapa antes de la cosecha por el método de Backward.

Fecha de siembra	Ecuación
Febrero	$Y (Sev.) = -1089,91 + 5,984 TM + 9,337 HRMAX + 1,793 HRM - 2,79 DLL$
Marzo	$Y (Sev.) = -577,18 + 7,37 TMAX + 12,88 TM + 3,12 HRM + 0,39 Precipitación$

Un análisis más profundo se presenta en la Tabla 3 donde puede apreciarse que solo se repiten en los modelos la Temperatura media y la Humedad relativa media, y que

mientras son significativos los coeficientes TM y HRMAX en febrero, resultaron significativos TMAX, TM y HRM en el modelo de marzo.

Tabla 3. Análisis de la severidad de la cercosporiosis en función de las variables climáticas durante la etapa antes de cosecha en la fecha de siembra de febrero y marzo.

Resumen parámetros de la regresión lineal múltiple.					
Fecha de siembra	VARIABLES predictoras	Coefficientes	Sigs. coeficientes	Prueba VIF	R ² ajustado
Febrero	Intercepto	-1089,919	0,00954 **	0	0,92
	TM	5,984	0,01603 *	2,173	
	HRMAX	9,337	0,01039 *	2,907	
	HRM	1,793	0,24983	1,842	
	DLL	-2,799	0,12443	2,874	
Marzo.	Intercepto	-577,1825	0,000227 ***	0	0,92
	TMAX	7,3763	0,003604 **	1,472	
	TM	12,8847	0,003150 **	1,278	
	HRM	3,1200	0,007249 **	1,557	
	Precipitación	0,3993	0,171187	1,271	

***. Estadísticamente significativo al nivel del 0,001. **. Estadísticamente significativo al nivel del 0,01. *. Estadísticamente significativo al nivel del 0,05.

Un representación gráfica de esta situación se obtiene cuando en el programa R se cruzan en combinaciones de dos en dos las variables meteorológicas y se grafican los planos tridimensionales de la dependencia de la severidad de la cercosporiosis con las variables meteorológicas para la

fecha de siembra de marzo. En los seis gráficos puede observarse que la severidad de la cercosporiosis aumenta con las diferentes combinaciones de las variables meteorológicas (Figura 1).

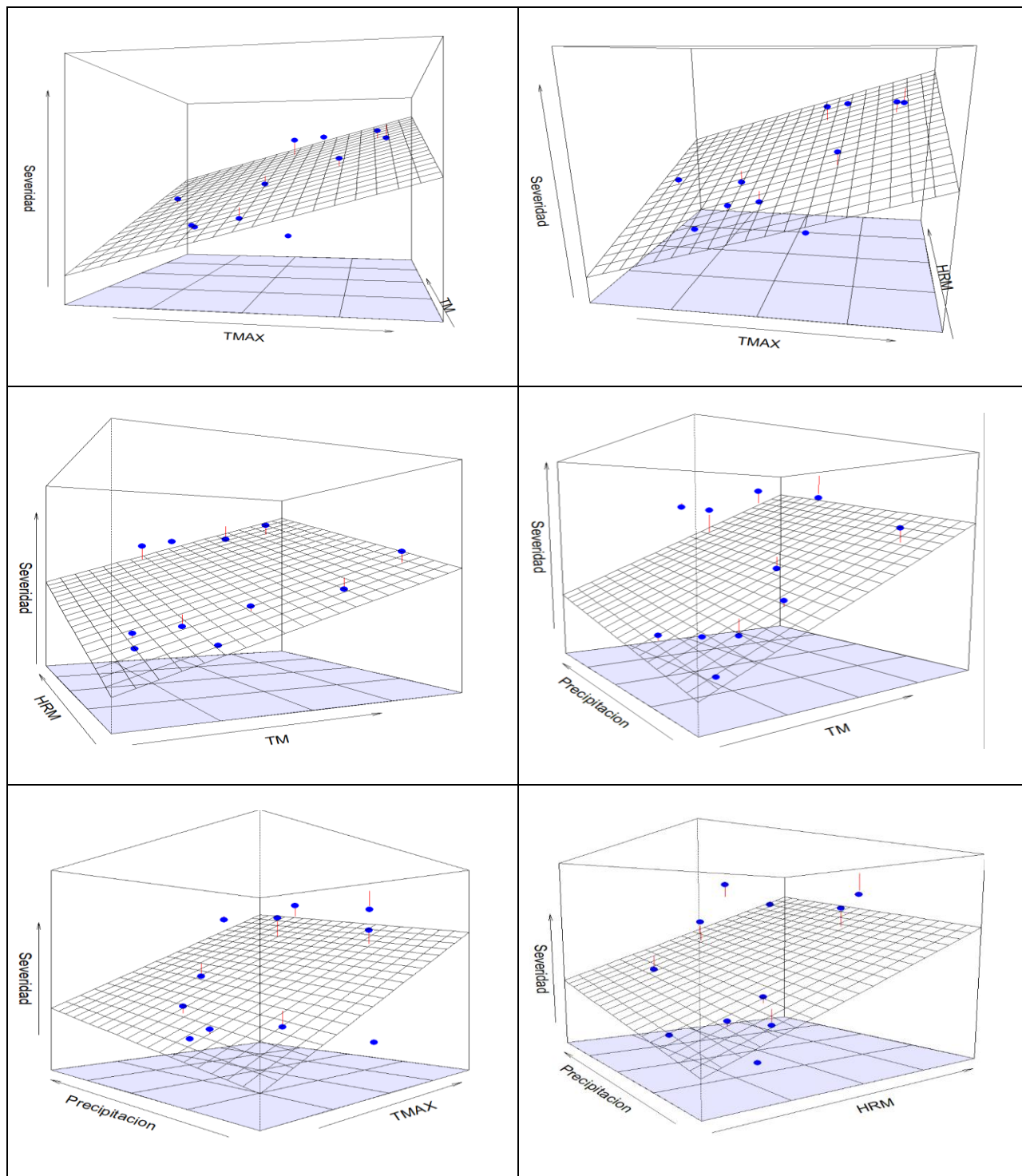


Figura 1. Representación tridimensional de la dependencia de la severidad de la cercosporiosis en función de las diferentes combinaciones de las variables meteorológicas del modelo para el mes de marzo.

De forma diferente ocurre cuando se cruzan en combinaciones de dos en dos, las variables meteorológicas, y se grafican los planos tridimensionales de la dependencia de la severidad de la cercosporiosis con las variables meteorológicas en la fecha de siembra de febrero (Figura 2).

Puede observarse que, para las combinaciones de la TM con los DLL, para la HR media con los DLL y para la HR máxima con DLL disminuye la severidad de la enfermedad, mientras que para el resto de las combinaciones aumenta la severidad en función de las variables meteorológicas.

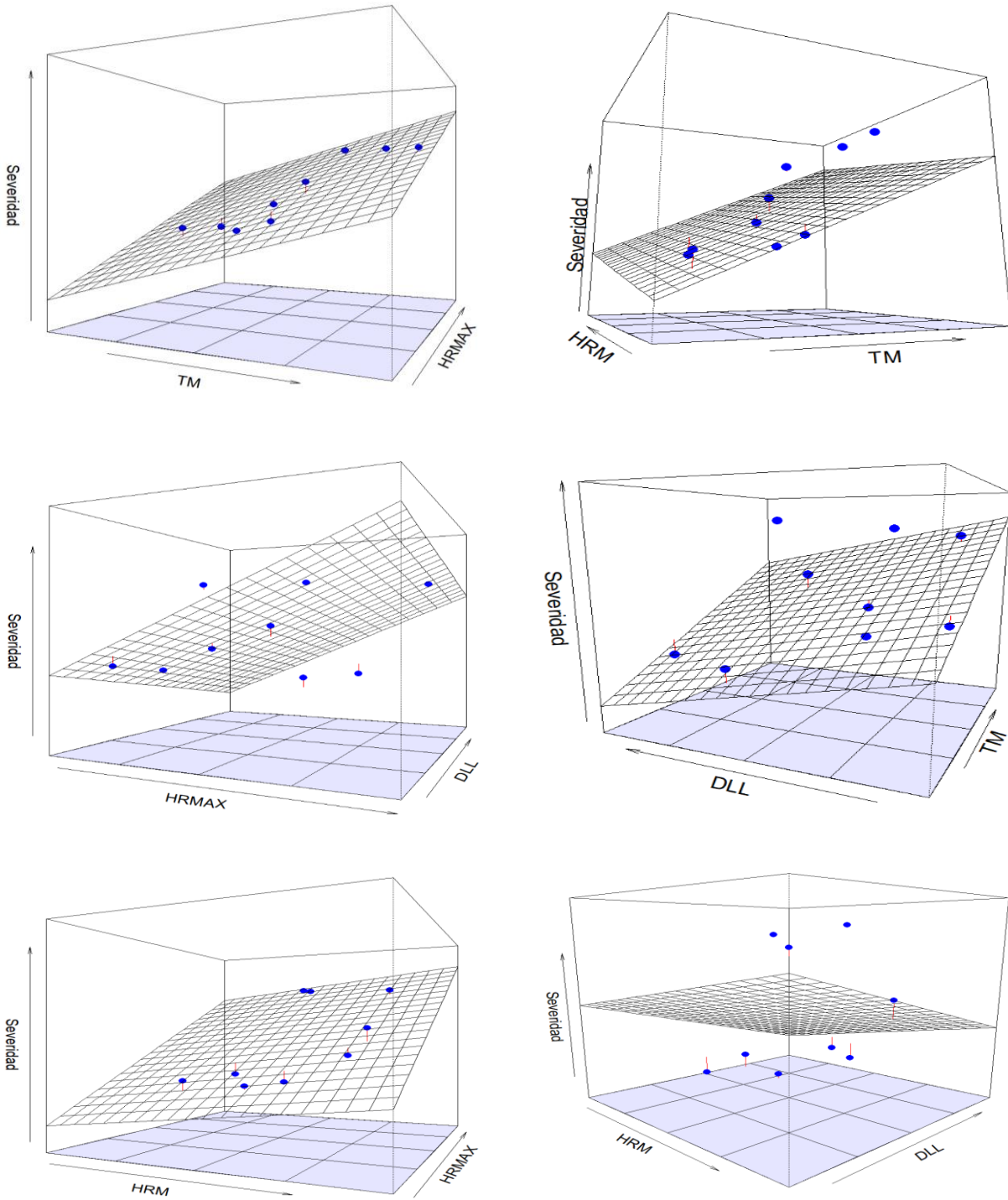


Figura 2. Representación tridimensional de la dependencia de la severidad de la cercosporiosis en función de las diferentes combinaciones de las variables meteorológicas del modelo para el mes de febrero.

Los resultados de la regresión pudieran interpretarse de dos formas, primero que realmente en la fecha de febrero un

aumento de los días lluviosos en la semana anterior al muestreo desfavorecía el aumento de la severidad de la

enfermedad por lavado de conidios, o dificultades en la diseminación por el aire, o que, las consecuencias de esos eventos se reflejaban en posteriores momentos y no en el muestreo de los siete días posteriores al evento.

De cualquier forma, los presentes resultados constituyen un aporte a la epidemiología de la cercosporiosis en acelga, y a pesar de que no se evidenció coincidencia total de los resultados de correlación, la TM y la HRM en ambas fechas de siembra lograron correlación fuerte o moderada con la severidad de la enfermedad, lo que posteriormente se corroboró al aparecer en los modelos de regresión de ambas fechas de siembra. Sin embargo, sería recomendable continuar las investigaciones por más tiempo para acumular más información y precisar mejor los resultados.

En otra publicación al analizar las variables meteorológicas de forma aislada Yadav. et al. (2016) encontraron interesantes regresiones lineales entre la severidad de *Pyricularia grisea* en *Pennisetum glaucum* con las variables meteorológicas que habían obtenido correlaciones lineales significativas, por lo que deben continuarse las observaciones. Esto obliga a profundizar en estos aspectos, ya que, como es sabido, el desarrollo de la enfermedad no sólo está influenciado por el cultivo y el patógeno, sino también por las variables climáticas y el manejo del agricultor como han señalado numerosos autores (Castellanos, 2013; Lavilla et al. 2023).

Los resultados con relación a la influencia de los días lluviosos tendrán que seguirse evaluando más profundamente ya que Cabral et al. (2013) plantean que el tamaño de las gotas de agua salpicadas sobre las plantas tuvo un fuerte efecto en la gravedad de la septoriosis en el cultivo del tomate.

Debido a que no fueron estables los modelos de correlaciones lineales con todas las variables meteorológicas, se impone la necesidad de seguir investigando y profundizando en este tipo de modelación matemática basada tanto en las variables meteorológicas como en la edad del cultivo como proponen Castellanos et al. (2005) para la incidencia del tizón temprano de la papa y Bombelli et al. (2013) para la severidad de *Alternaria tenuissima* en arándanos.

En futuros estudios deberían estudiarse modelos curvilíneos en función de la edad del cultivo, pero incorporando las variables meteorológicas como lo sugiere Bombelli et al. (2013) o incorporar variables climáticas diferenciales estableciendo rangos o umbrales como han planteado Lavilla et al. (2023).

Conclusiones

La correlación de Pearson mostró fuertes y moderadas relaciones lineal positiva entre la severidad de la enfermedad y las variables climáticas para los dos periodos

de la fecha de siembra de febrero y marzo. Del modelo de regresión lineal múltiple se obtuvieron relaciones altamente significativas que explican la variabilidad de la severidad de la cercosporiosis en el cultivo tales como: la TM, HRMAX, HRM y TMAX. para la fecha de siembra de febrero y TMAX, TM y HRM para la fecha de siembra de marzo, con un R^2 con confiabilidad por encima del 90%, sin embargo, las ecuaciones solo mantuvieron dos de las variables climáticas similares, mientras que en la fecha de febrero los días lluviosos aportaron negativamente a la severidad.

Agradecimientos

Los autores expresan su sincero agradecimiento a la Dirección de la Escuela Normal Superior y al personal del Huerto, por brindar las facilidades y el apoyo necesarios para la realización de esta investigación en sus instalaciones.

Referencias

- Bombelli, E. C., Moschini, R., Wright, E. R., López, M. V., & Fabrizio, M. D. C. (2013). Modeling for the prediction of diseases in crops of high commercial value. *Projections*, 11(1), 47–60.
- Cabral, R. N., Marouelli, W. A., Lage, D. A., & Café-Filho, A. C. (2013). Septoria leaf spots in organic tomatoes under diverse irrigation systems and water management strategies. *Horticultura Brasileira*, 31, 392–400.
- Castellanos, L., Rivero, T., Porras, A., & Pajón, J. (2005). Mathematical modeling of *Alternaria solani* Sor. in potatoes depending on meteorological variables and the age of the crop. *Fitosanidad*, 9(1), 7–14.
- Castellanos, L. (2013). El cambio climático y las enfermedades de las plantas. *Agroecosistemas*, 1(2). <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/52>
- Ciba-Geigy, B. (1981). *Manual para ensayos de campo en protección vegetal* (2.ª ed. revisada y ampliada). Basilea, Suiza.
- Ebert, M. K., Rangel, L. I., Spanner, R. E., Taliadoros, D., Wang, X., Friesen, T. L., de Jonge, R., Neubauer, J. D., Secor, G. A., Thomma, B. P. H. J., Stukenbrock, E. H., & Bolton, M. D. (2021). Identification and characterization of *Cercospora beticola* necrosis-inducing effector CbNip1. *Molecular Plant Pathology*, 22(3), 301–316. <https://doi.org/10.1111/MPP.13026>
- Espinoza, G. (2020). *Acelga, Beta vulgaris var. cicla, características, cultivo y propiedades. Naturaleza y Ecología*. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/verduras/acelga-beta-vulgaris-var-cicla>
- ICA. (2013). Acelga colombiana llegará a Estados Unidos. *CONtexto Ganadero*.

<https://www.contextoganadero.com/agricultura/acelga-colombiana-llegara-estados-unidos>

- Ivancovich, A., & Lavilla, M. A. (2016). Propuestas de escalas para la evaluación, a campo y en laboratorio, del “tizón foliar” y la “mancha púrpura de la semilla”, causadas por *Cercospora kikuchii*, en soja. Engormix. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/propuestas-escalas-evaluacion-campo-t40660.htm>
- Lavilla, M., Martínez, M., Ivancovich, A., & Díaz-Paleo, A. (2023). Predictive model of the severity of leaf blight caused by *Cercospora kikuchii* using meteorological variables. *Mesoamerican Agronomy*, 34(3), 54430–54430.
- Marcuzzo, L. L., Harbs, S. C., & Nascimento, A. (2021). Caracterização da epidemiologia temporal e espacial da cercosporiose da beterraba. *Summa Phytopathologica*, 46(4), 348–350. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/189360>
- Mzoughi, Z., Chahdoura, H., Chakroun, Y., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Morales, P., Mosbah, H., Flamini, G., Snoussi, M., & Majdoub, H. (2019). Wild edible Swiss chard leaves (*Beta vulgaris* L. var. cicla): Nutritional, phytochemical composition and biological activities. *Food Research International*, 119, 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.039>
- Onion, I. (2008). Análisis temporal de la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) de la cebolla (*Allium cepa* L.) bajo tres niveles de inóculo del patógeno. *Agrociencia*, 42(1), 71–83.
- Rangel, L. I., Spanner, R. E., Ebert, M. K., Pethybridge, S. J., Stukenbrock, E. H., de Jonge, R., Secor, G. A., & Bolton, M. D. (2020). *Cercospora beticola*: The intoxicating lifestyle of the leaf spot pathogen of sugar beet. *Molecular Plant Pathology*, 21(8), 1020–1041. <https://doi.org/10.1111/MPP.12962>
- Rodríguez, C. J., Varón, F., Villalobos, S. J. C., & Parody, R. J. A. (2022). *Manual de enfermedades y plagas del maíz*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/359746663_Manual_de_enfermedades_y_plagas_del_maiz
- Salas Espinoza, J. L. (2019). *Manejo de nutrición considerando capacidad de extracción de fertilizantes en la producción de acelga (Beta vulgaris)*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/46451/K%2066045%20Salas%20Espinoza%2C%20Jorge%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ciencia y Tecnología Agropecuaria es una revista publicada por la Universidad de Pamplona bajo la licencia: [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (CC BY-NC-SA 4.0)

