

Influencia de la edad de las plantas y la época del año en la severidad de *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler



<https://cu-id.com/2247/v37n3e01>

Influence of the age of the plants and season of the year on of severity *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler

✉ Javier Delgado Padrón*, ✉ Arelis Rodríguez Martínez, ✉ Lázaro Pardo Mora

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE Km 1 ½. Boyeros, C.P. 19390. La Habana, Cuba.

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue determinar la influencia de la edad de las plantas y la época del año en la severidad de *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler. Se plantaron dos experimentos con 44 y 41 cultivares de caña de azúcar, respectivamente, en focos provocativos de infección, en el bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Mayabeque-Artemisa. Las evaluaciones se realizaron mensualmente, desde los dos hasta los nueve meses. Estas se efectuaron en una estación de muestreo de dos cm², evaluando en las hojas +3 y +5 de 10 plantas al azar. Se calculó el porcentaje de pústulas por centímetro cuadrado en cada hoja, se estimó el área foliar afectada y la severidad de la enfermedad. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y prueba de comparación de medias por Tukey, para comparar los porcentajes promedios de severidad de la enfermedad en los cultivares infectados con la edad de las plantas y los meses del año ($p \leq 0,05$). Además, se determinó la tendencia en las mismas mediante ecuaciones de regresión lineal para la edad de las plantas, y cuadrática para los meses del año. Existen diferencias altamente significativas entre la severidad promedio de la roya naranja en los cultivares infectados con la edad de las plantas y los meses del año. La infección aumenta con la edad de las plantas en el periodo evaluado y esta se acentúa más en los meses de invierno (diciembre a abril), con marcado descenso de junio a octubre.

Palabras clave: caña de azúcar, enfermedad, roya naranja, severidad.

ABSTRACT: The objective of the work was to determine the influence of the age of the plants and the season of the year on the severity of *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler. Two experiments, with 44 and 41 sugarcane cultivars each, were planted in provocative foci of infection in the experimental block of the Mayabeque-Artemisa Sugarcane Territorial Research Station. Evaluations were performed monthly from two to nine months. These were carried out in a sampling station of two cm², evaluating leaves +3 and +5 of 10 random plants. The percentage of pustules per square centimeter on each leaf was calculated, the affected leaf area and the severity of the disease were estimated. A simple classification analysis of variance and Tukey's mean comparison test were performed to compare the mean percentages of disease severity in the infected cultivars with the age of the plants and the months of the year ($p \leq 0.05$). In addition, the trend in them was determined by means of linear regression equations for the age of the plants and quadratic for the months of the year. There were highly significant differences between the average severity of orange rust in infected cultivars with the age of the plants and the months of the year. The infection increased with the age of the plants in the evaluated period and it was more accentuated in the winter months (December to April), with a marked decrease from June to October.

Key words: Sugar cane, disease, orange rust, severity.

INTRODUCCIÓN

La roya naranja (*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler) se encuentra dentro de las 61 enfermedades de la caña de azúcar detectadas en Cuba (1). Se informó en el territorio nacional en 2008 (2) y, a partir de esta fecha, se considera una enfermedad de importancia potencial. Su presencia en el país se cataloga como de baja prevalencia; sin embargo, se encuentra distribuida en todas las provincias y el número de cultivares comerciales infectados asciende a 30 (3).

En este mismo sentido, los resultados de Perera *et al.* (4), a partir del uso de técnicas moleculares, revelaron que la población de *P. kuehnii* estudiada en Cuba presenta una alta variabilidad morfológica y genética,

por lo que advierten que ello pudiera tener un efecto epifitiológico significativo.

En condiciones naturales de infección, en Cuba, se observó la inestabilidad de la presencia de los síntomas en los focos de infección informados (5), por lo que consideraron que la respuesta epifitiológica de la enfermedad es inestable para estas condiciones. Estos mismos autores señalaron que el empleo de cultivares resistentes se considera el método más efectivo para su manejo y es necesario tener en cuenta el polimorfismo de *P. kuehnii*, así como la variabilidad en su agresividad y virulencia a causa de la existencia de razas fisiológicas que originan variaciones en la interacción hospedante-patógeno-ambiente.

*Correspondencia a: Javier Delgado Padrón. E-mail: yusnel.rivero@inica.azcuba.cu

Recibido: 29/04/2022

Aceptado: 10/09/2022

En estudios en casa de cultivo se identificaron respuestas diferenciales de cultivares de caña de azúcar a la infección por *P. kuehni*, a través de interacciones no compatibles a diferentes grados de susceptibilidad (6).

En Brasil, Guatemala, Costa Rica y Estados Unidos de América se investiga la tendencia del avance de la roya naranja y los factores que influyen en el desarrollo de las epifitias (7, 8, 9). Sin embargo, es escasa la literatura con evaluaciones y datos epifitológicos que consideren diferentes ciclos o épocas de plantación (10).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia de la edad de las plantas y la época del año en la severidad de *Puccinia kuehni* (Krüger) Butler.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Mayabeque-Artemisa; ubicado en las coordenadas georeferenciadas latitud norte: 22° 47' 12" y longitud oeste: 82° 23' 13", municipio Quivicán, provincia Mayabeque, Cuba.

Se plantaron dos experimentos bajo un diseño experimental de bloques al azar utilizando el cultivar C89-147, altamente susceptible, como fuente de inóculo de la enfermedad (11). Este cultivar se estableció cada dos surcos y bordeando el área de estudio, lo que permitió incrementar la presión de inóculo del agente patógeno. De cada individuo se plantó una parcela de un surco de seis metros de longitud al azar en dos réplicas, separadas por un pasillo de tres metros.

En el experimento establecido en julio del año 2013, se evaluaron 44 cultivares (B7274, B77418, B78505, B80250, CB44-52, Co997, CP52-43, C85-1, C85-102, C86-12, C86-56, C86-156, C86-165, C86-251, C86-456, C86-503, C87-51, C88-356, C88-380, C88-523, C89-147, C89-148, C89-161, C89-176, C89-559, C90-105, C90-317, C90-469, C90-530, C92-325, C95-416, C97-445, C98-128, C99-128, C120-78, C132-81, C137-81, C266-70, C323-68, C334-64, C1051-73, Ja64-11, PR980 y SP70-1284). La cosecha se efectuó en abril de 2014 como caña planta y, en este mismo mes de 2015, como retoño (soca).

En el experimento plantado en septiembre de 2015 se evaluaron 41 cultivares (B7274, B77418, B78505, B80250, Co213, Co997, CP52-43, CP72-2086, C02-319, C85-1, C85-102, C86-12, C86-56, C86-156, C86-165, C86-456, C86-503, C87-51, C88-356, C88-380, C88-523, C89-147, C89-148, C89-176, C89-559, C90-105, C90-469, C90-530, C92-524, C95-414, C95-416, C120-78, C132-81, C137-81, C266-70, C334-64, C1051-73, Ja64-11, PR980, Q124 y SP70-1284). Estos se cosecharon en marzo de 2017 como caña planta y en abril de 2018 como retoño (soca).

Las evaluaciones del número y longitud de las pústulas se realizaron mensualmente durante caña planta y retoño, desde los dos hasta los nueve meses de edad. Estas se efectuaron en una estación de muestreo de dos cm² (12), en las hojas +3 y +5 (13) según nomenclatura de Kuijper (14), de 10 plantas al azar.

El porcentaje de pústulas por centímetro cuadrado en la superficie abaxial de cada hoja se calculó por la expresión matemática propuesta por Montalván *et al.* (12), para la evaluación de la roya parda (*Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow) y modificada para esta enfermedad:

$$P = \frac{(CP)*(LP)*(0,42)}{2}$$

Donde:

P: Porcentaje de área ocupada por las pústulas en cada cm².

CP: Número de pústulas en dos cm².

LP: Longitud de la pústula más frecuente en la muestra en mm.

0,42: Ancho medio de la pústula en mm (13).

El área foliar afectada se estimó mediante el uso del porcentaje de pústulas/cm² y la escala de cinco grados (15) utilizada para la roya parda con los siguientes niveles: 1 (hasta 5 %), 2 (hasta 15 %), 3 (hasta 25 %), 4 (hasta 50 %), 5 (más de 50 %).

La severidad de la enfermedad en cada cultivar fue determinada según la expresión matemática propuesta por Townsend y Heuberger (16):

$$SE = \left(\frac{\sum n*v}{i-N} \right) * 100$$

Dónde:

SE: severidad de la enfermedad.

n: número de tallos infectados por cada grado de la enfermedad.

v: grado de la escala.

i: mayor grado de la escala.

N: total de muestras.

En el procesamiento estadístico se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple y prueba de comparación de medias por Tukey, para comparar los porcentajes promedios de severidad de la enfermedad en los cultivares infectados con la edad de las plantas y los meses del año ($p \leq 0,05$). Además, se determinó la tendencia en las mismas mediante ecuaciones, de regresión lineal para la edad de las plantas, y cuadrática para los meses del año; todo esto con la ayuda del paquete estadístico STATISTICA versión 8.0.

RESULTADOS

Los cultivares B7274, B77418, Co997, CP52-43, C85-1, C86-456, C86-503, C87-51, C88-523,

C89-147, C89-148, C89-559, C90-105, C90-530, C95-416, Ja64-11 y PR980 presentaron, en el experimento plantado en el año 2013, síntomas de la enfermedad, al igual que B7274, B77418, Co213, Co997, CP52-43, CP72-2086, C85-1, C86-12, C86-165, C86-503, C87-51, C88-523, C89-147, C89-148, C89-559, C90-530, C95-414, C95-416, C266-70, Ja64-11, PR980 y SP70-1284 en el establecido en el año 2015.

Existen diferencias altamente significativas entre la severidad promedio de la roya naranja en los cultivares infectados y la edad de las plantas. En el periodo evaluado la infección mostró una tendencia al incremento en la medida que aumentó la edad de las plantas, con valores de R^2 de 0,9 y 0,8; a los dos meses del crecimiento varió 20 % y, a los nueve meses 27 % (Fig. 1). En el experimento plantado en 2013, el incremento se observó a partir del tercer mes, con diferencias significativas en las edades desde los seis hasta los nueve meses; mientras que, en el establecido en 2015, el comportamiento fue algo similar (20 % a los dos meses y 26,88 % a los nueve meses), solo que el incremento se observó a partir del segundo mes, un mes antes que en el otro, con diferencias significativas en todo el periodo evaluado, lo que puede estar relacionado con el incremento de la concentración del inóculo del agente patógeno y las variables meteorológicas.

El análisis de varianza de las variables severidad promedio de la roya naranja en los cultivares infectados y los meses del año se presenta en la Fig. 2; existen diferencias altamente significativas entre estas. La estrecha correlación en los dos experimentos evaluados entre la severidad promedio de la roya naranja y los meses del año ($R^2 > 0,80$) indican la alta influencia que poseen las condiciones climáticas en el desarrollo de la enfermedad.

Las mayores infecciones se producen en el experimento plantado en 2013 desde noviembre hasta abril, con un marcado descenso a partir de este último mes, para comenzar su incremento entre octubre y noviembre con diferencias estadísticas; mientras que, en el establecido en 2015, el comportamiento fue algo semejante, los incrementos de la severidad promedio se producen a partir de noviembre-diciembre hasta marzo, donde el descenso se hace muy evidente con diferencias estadísticas.

Estos resultados indican que la edad de las plantas y los meses de plantación tienen una influencia muy marcada en la severidad de la roya naranja y que, para las condiciones de Cuba, se debe evitar el establecimiento de cultivares susceptibles a la enfermedad en la época o ciclo de frío (de julio a diciembre).

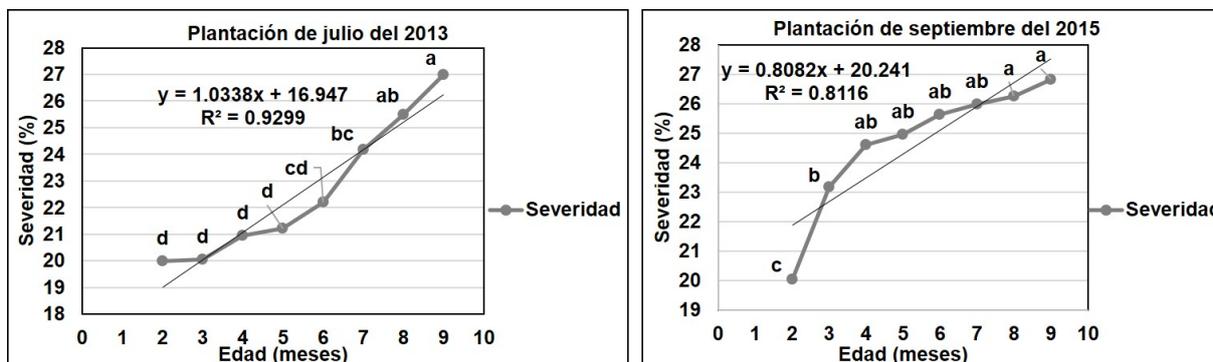


Figura 1. Tendencia de la severidad promedio de la roya naranja en las diferentes edades de las plantas de los cultivares infectados en los dos experimentos. Nota: Medias con letras desiguales difieren significativamente según Prueba de Tukey ($p < 0,05$). / Trend of the average severity of orange rust in the different ages of the plants of the cultivars infected in the two experiments. Note: Means with no letters in common differ significantly according to Tukey's test ($p < 0,05$).

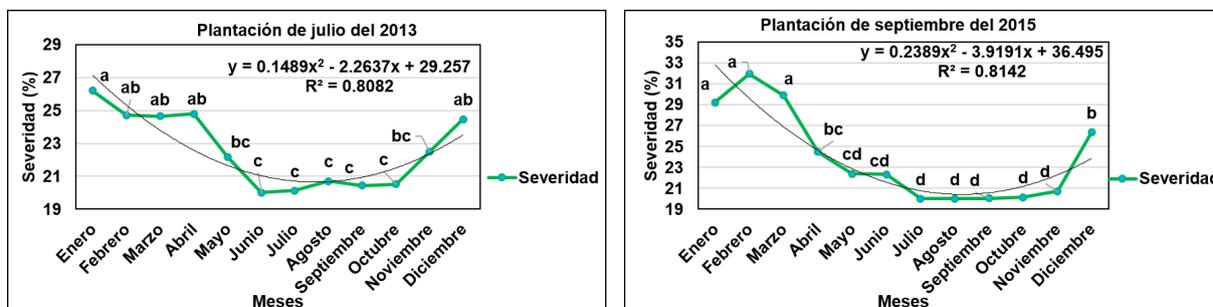


Figura 2. Tendencia de la severidad promedio de la roya naranja en los diferentes meses del año de los cultivares infectados en los dos experimentos. Nota: Medias con letras desiguales difieren significativamente según Prueba de Tukey ($p < 0,05$). / Trend of the average severity of orange rust in the different months of the year of the cultivars infected in the two experiments. Note: Means with no letters in common differ significantly according to Tukey's test ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo son similares a los obtenidos anteriormente por Ovalle (17) en Guatemala, quien informó las mayores severidades de la roya naranja en la caña de azúcar entre los cinco y ocho meses de edad de las plantas, con una disminución a partir de los nueve meses. En Ecuador (18), observaron que los síntomas son evidentes desde el crecimiento de los tallos hasta su madurez (7 a 12 meses).

En este mismo sentido, en Costa Rica (19) se observó que la severidad de la enfermedad aumenta a medida que aumenta la edad de la planta.

Por otra parte, Klosowski *et al.* (20) señalaron que la roya naranja en la caña de azúcar mantiene un comportamiento epidemiológico inestable, los cultivares y focos de la enfermedad muestran marcadas diferencias entre un año y otro. De esta manera, dentro del mismo ciclo, y en muchos individuos, se observa desaparición de los síntomas de la enfermedad a medida que la plantación envejece, por lo que se debe mantener el monitoreo de todas las plantaciones cañeras. Especial atención debe tenerse en las plantaciones jóvenes, toda vez que la concentración de inóculo en el ambiente se incrementa en función del tiempo y las relaciones patógeno-hospedante también pueden cambiar (21).

La aparición de pústulas de roya naranja en la caña de azúcar está estrechamente relacionada con la temperatura y la humedad relativa (22). La infección ocurre cuando la temperatura se encuentra entre 18 y 26°C, las superiores a este rango inhiben la germinación de las uredosporas.

Según lo planteado por Aday *et al.* (23), en Cuba las condiciones climáticas (temperaturas y humedad relativa) favorecen el desarrollo de la roya naranja, fundamentalmente durante los meses de diciembre hasta abril. De octubre a marzo se alcanzan los mayores porcentajes de área foliar ocupada por pústulas y, por consiguiente, el progreso de la enfermedad, su incidencia y severidad (24). Además, cabe agregar lo desfavorable que resultan las lluvias al lavar las hojas, ya que arrastran las esporas hacia el suelo (25).

CONCLUSIONES

1. La severidad promedio de la enfermedad en los cultivares infectados aumenta con la edad de las plantas en el periodo evaluado, alcanzando sus mayores valores entre los seis y nueve meses.
2. En los meses de diciembre a abril se producen las mayores infecciones de roya naranja con altos valores de severidad promedio en los cultivares infectados y un marcado descenso en los meses de junio a octubre.

REFERENCIAS

1. China A, Zayas E, Bruner S. Inventario de enfermedades de la caña de azúcar en Cuba: tercera etapa. Cuba & Caña. 2019; 22 (3): 8-14.
2. Pérez J, Rufin Y, Pérez Y, Alfonso I. Desarrollo alcanzado por la roya naranja *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler de la caña de azúcar en Cuba evaluado a partir de la evolución de focos de la enfermedad. Cuba & Caña. 2012; (1): 35-40.
3. Aday OC, Rodríguez E, Montalván J, Martínez E, Alfonso I. Estado de la roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. Centro Agrícola. 2018; 45 (2): 61-68.
4. Perera MF, Bertani RP, Arias ME, Hechavarría MO, Zardón MA, Debes MA, *et al.* Morphological and molecular characterization of *Puccinia kuehnii*, the causal agent of sugarcane orange rust, in Cuba. Scientia Agrícola. 2020; 77 (2): doi:10.1590/1678-992x-2018.
5. Aday OC, Alfonso I, González R, Díaz F, Gil Y, Reyes S, *et al.* Severidad de la roya naranja en cultivares de caña de azúcar infectados en la provincia de Villa Clara. Fitosanidad. 2014; 18 (3): 143-150.
6. Valdés B, Aday OC, Ocaña B, Rojas L, Hernández M, Acosta M, *et al.* Caracterización de la respuesta de cultivares de caña de azúcar a la roya naranja en casa de cultivo. Biotecnología Vegetal. 2016; 16 (1): 21-29.
7. Chapola RG, Hoffmann HP, Massola NS. Reaction of sugarcane varieties to orange rust (*Puccinia kuehnii*) and methods for rapid identification of resistant genotypes. Tropical Plant Pathology. 2016; 41: 139-146.
8. Sanjel S, Chaulagain B, Small IM, Comstock JC, Hincapie M, Raid RN, *et al.* Comparison of progress of brown rust and orange rust and conditions conducive for severe epidemic development during the sugarcane crop season in Florida. Plant Disease. 2019; 103 (5): 825-833.
9. Chaulagain B, Small I, Shine JM, Fraisse C, Raid RN, Rott PC. Weather-based predictive modeling of orange rust of sugarcane in Florida. Phytopathology. 2020; 110 (3): 626-632.
10. Aday OC, Montalván J, Delgado J, Puchades Y, Rodríguez EL, Alfonso I. Orange rust disease progress in different plantation cycles of sugarcane. Sugar Technology. 2020; 22: 1057-1062.
11. Delgado J, Casero T, Rodríguez A, Pardo L, Alfonso I, Ferrer M. Reacción de cultivares de caña de azúcar ante *Puccinia kuehnii* durante siete años en Mayabeque. Rev. Protección Veg. 2019; 34 (3): 1-9.

12. Montalván J, Alfonso I, Rodríguez E, Puchades Y, Rodríguez J, Aday OC, *et al.* Evaluación de la resistencia a roya parda de la caña de azúcar en Cuba. Centro Agrícola. 2018; 45 (2): 47-54.
13. Aday OC, Alfonso I, Rodríguez E, Díaz F, Gil Y, Valdés B, *et al.* Caracterización de los síntomas de la roya naranja (*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler) en cuatro cultivares de caña de azúcar en Cuba. Centro Agrícola. 2017; 44 (2): 61-67.
14. Dillewijn CV. Botánica de la caña de azúcar. La Habana, Cuba. Institutio del Libro. 1952. 460 p.
15. Alfonso I, Cornide MT, Sandoval J, Rodríguez I, Ojeda E, Vallina J. Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en Cuba. *Roya (Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow). Cuba & Caña. 2000; (Número especial): 33-42.
16. Townsend GR, Heuberger JV. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report*. 1943; 24: 340-343.
17. Ovalle W. Guía para la identificación de enfermedades de la caña de azúcar. Guatemala. CENGICAÑA. 2018. 86 p.
18. Garcés F, Fiallos F, Silva E, Martínez F, Aime M, Comstock J, *et al.* First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Ecuador. *Plant Disease*. 2014; 98 (6): 842.
19. Chavarría E, César J, Villalobos CL, Valverde W. Actualización de la reacción a la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) de las principales variedades comerciales y promisorias de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en ciclo de caña planta en Costa Rica. *Revista Entre Cañeros*. 2016; (4): 36-52.
20. Klosowski A, Bepalok J, Ruaro L, Fragoso R, May de Mio LL. Reação de cultivares e época de avaliação da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. *Biosci*. 2015; 31 (2): 489-498.
21. Henríquez D, Pérez S, Bertani R, Funes C, Díaz E, Joya C, *et al.* Prospecciones durante el 2013 revelaron la ausencia de la roya naranja en la caña de azúcar en la Argentina. *Avance Agroindustrial*. 2014; 35 (1): 27-30.
22. Huang YK, Li WF, Zhang RY, Wang XY. *Color Illustration of Diagnosis and Control for Modern Sugarcane Diseases, Pests, and Weeds*. Singapore. China Agriculture Press and Springer Nature Singapore. 2018. 103 p.
23. Aday OC, Montalván J, Delgado J, Puchades Y, Rodríguez EL. Progreso de las enfermedades roya parda y roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. *Centro Agrícola*. 2021; 48 (3): 60-70.
24. Aday OC, Pérez L, Oloriz MI, Rodríguez EL, Montalván J, Puchades Y, *et al.* Vigilancia fitosanitaria y caracterización de la enfermedad roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2022; 12 (2): 1-8.
25. Delgado J, Rodríguez A, Pardo L. Influencia de variables meteorológicas en el desarrollo de la infección por *Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler en Mayabeque. *Revista TEMAS de Ciencia y Tecnología*. 2022; 26 (76): 21-28.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Javier Delgado Padrón:** Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Validación, Visualización, Redacción: revisión y edición. **Arelis Rodríguez Martínez:** Curación de datos, Investigación. **Lázaro Pardo Mora:** Curación de datos, Investigación, Redacción: revisión y edición

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)