



Suelos supresores: una descripción en el contexto de los sistemas agrícolas cubanos

Soil suppressors: a description in the context of Cuban agricultural systems

Héctor Pablo Hernández Arboláez^{1*} , Edith Aguila Alcántara¹ , Heleen Deroo² ,
Mesfin Tsegaye Gebremikael³ , Yunier Emilio Tejeda Rodríguez¹ , Junwei Hu² ,
Osmery Prado Sosa¹ , Monica Höfte⁴ , Stefaan De Neve² 

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, carretera a Camajuaní km 5,5, Santa Clara 54830, Cuba

² Soil Fertility and Nutrient Management Research Group (SoFer), Department of Environment, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium

³ Department of Food Science, Aarhus University, Agro Food Park 48, 8200 Aarhus, Denmark

⁴ Phytopathology Group, Department of Plants and Crops, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 04/06/2025

Aceptado: 01/07/2025

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflicto de intereses

CORRESPONDENCIA

Héctor Pablo Hernández Arboláez
hectorha@uclv.edu.cu
hectorpha@gmail.com



CF: cag021252450

RESUMEN

Contexto: La disminución de las características y funciones biológicas del suelo se debe mayormente a la producción intensiva de cultivos agrícolas. Los suelos biológicamente activos tienen la capacidad de suprimir las infecciones por microorganismos patógenos de plantas; sin embargo, se sabe poco sobre cómo puede verse esta función en los sistemas agrícolas cubanos. **Objetivos:** Explicar cómo la supresión del suelo a enfermedades es una función que no ha sido ampliamente utilizada como indicador de la calidad del suelo a través de un estudio de caso. **Métodos:** La investigación se centró en la recopilación de información de las condiciones actuales que provocan la degradación de los suelos en Cuba. Se utilizó un estudio de caso, donde se evaluó el efecto del manejo agrícola sobre la supresión del suelo a *Rhizoctonia solani* Kühn, en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en el contexto cubano. **Resultados:** El caso de estudio muestra como la supresión del suelo difería entre los sistemas agrícolas, este fue mayor en los sistemas bajo manejo orgánico. Las diferencias pudieron estar relacionadas fundamentalmente con el uso o no uso de productos químicos. La agricultura no está exenta de los problemas que causan la degradación de sus suelos y, por tanto, requiere de un mayor conocimiento para el empleo de prácticas agrícolas que mejoren la calidad de los suelos. **Conclusiones:** Es necesario profundizar en el estudio sobre

la supresión del suelo a enfermedades en el contexto cubano que aporte al conocimiento y pueda ser utilizada para evaluar la calidad del suelo en los sistemas agrícolas.

Palabras clave: Cuba, prácticas agrícolas, suelo, supresión de enfermedades

ABSTRACT

Context: The decline in soil biological characteristics and functions is primarily caused by intensive crop production. Biologically active soils can suppress infections caused by plant-pathogenic microorganisms. However, little is known about how this function manifests in Cuban agricultural systems. **Objectives:** Explain how soil disease suppression is a function that has not been widely used as an indicator of soil quality using a case study. **Methods:** The research focused on gathering information about current conditions causing soil degradation in Cuba. A case study was conducted to evaluate the impact of agricultural management practices on the suppression of *Rhizoctonia solani* Kühn in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivation in Cuba. **Results:** The case study shows that soil suppression differs between agricultural systems, with higher levels in organically managed systems. These differences may be fundamentally related to the use or non-use of chemicals. Agriculture is not exempt from the problems that cause soil degradation and therefore requires more knowledge to implement agricultural practices that improve soil quality. **Conclusions:** Further study on soil suppression of diseases in the Cuban context is needed to expand knowledge and assess soil quality in agricultural systems.

Keywords: Cuba, agricultural practices, soil, disease suppression

INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos debido a la intensidad de la actividad agropecuaria constituye una amenaza para la sostenibilidad de los sistemas agrícolas a nivel global. La explotación de los sistemas agrícolas ha provocado desbalances en la disponibilidad de los nutrientes, acelerando también la erosión y la pérdida de la diversidad biológica del suelo (Pullaiah, 2025).

En Cuba, la agricultura es un importante sector económico, sin embargo, no está exento de problemas que causan la degradación de sus suelos. Los sistemas de explotación agrícola se caracterizaron por presentar diferencias en cuanto a la propiedad de la tierra, la complejidad tecnológica y la intensificación de la agricultura. Las grandes explotaciones agrícolas provocaron un incremento de los rendimientos debido a la intensificación agrícola con una alta disponibilidad de insumos y sobreexplotación de sus suelos. Posteriormente, la reorientación de la propiedad de la tierra dio lugar a un mayor número de pequeñas entidades agrícolas privadas, descentralizadas y diversas (Devriendt, 2011).

En Cuba, los estudios del efecto de diferentes manejos agrícolas sobre la calidad del suelo han sido

estudiados por varios autores, quienes han considerado indicadores como la densidad aparente, los agregados estables, la porosidad total, el contenido de materia orgánica, el pH del suelo y el contenido de nutrientes, así como también, el carbono proveniente de la biomasa microbiana (MBC) y los marcadores de ácidos grasos derivados de los fosfolípidos (PLFA) (Ruiz-González *et al.*, 2016; Colás *et al.*, 2020). Sin embargo, son insuficientes las investigaciones que abordan el estado de la calidad del suelo, mediante una evaluación las propiedades biológicas del suelo, las cuales suelen cambiar rápidamente como respuesta a los cambios en las prácticas de manejo y que han sido consideradas como indicadores críticos para evaluar el estado de la calidad de los suelos (Zhen *et al.*, 2025; Wu *et al.*, 2025).

La biota del suelo desempeña un papel importante, ya que participa activamente en procesos biológicos como la descomposición y el ciclo de nutrientes. La biomasa microbiana, la actividad enzimática y la composición de la comunidad microbiana han sido sugeridos como indicadores biológicos sensibles, lo cual se debe a los cambios en las prácticas de manejo en los sistemas agrícolas (Moeskops *et al.*, 2010). En este sentido, se han considerado a estos indicadores

para evaluar el efecto de diferentes manejos agrícolas sobre la calidad del suelo (Ruiz-González *et al.*, 2016).

La supresión del suelo a enfermedades también ha sido señalada como un indicador de calidad. Esto se debe a la relación que existe entre los microorganismos patógenos de plantas y las propiedades del suelo que contribuyen con el desarrollo de una enfermedad en los cultivos (van Bruggen y Semenov, 2000). El uso de diversas prácticas agrícolas, como el manejo de la fertilización orgánica o química (Van Beneden *et al.*, 2010), las rotaciones de cultivo y el uso de plaguicidas también han sido referidas en la literatura como influyentes del efecto supresor del suelo. El deterioro de la calidad de los suelos en Cuba ha afectado negativamente los rendimientos agrícolas. En este contexto, la comprensión del efecto del manejo agrícola sobre la calidad de los suelos y su efecto sobre rol de bioindicadores sensibles, como la supresión del suelo a enfermedades de las plantas, podrían ser valorados para evaluar el efecto del manejo agrícola en el potencial supresivo del suelo. Esto establece las bases científicas para el manejo de suelos en los sistemas agrícolas. El estudio de la supresión del suelo a enfermedades, abre las puertas a la posibilidad de su empleo para evaluar los cambios en la calidad del suelo, ocasionados por el efecto del manejo agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de documentos científicos relacionados con la supresión del suelo a enfermedades en agroecosistemas, así como artículos científicos y publicaciones seriadas en revistas indexadas en diferentes bases de datos nacionales e internacionales para un total de 153 artículos consultados, todos relacionados con el objetivo de la revisión. El análisis de documentos mediante el método inductivo-deductivo y analítico-sintético permitió profundizar en 27 de ellos que detallan una descripción del tema en el contexto de los sistemas agrícolas cubanos. El caso de estudio se centró en investigaciones realizadas por Hernández-Arboláez (2023) sobre el efecto del manejo agrícola sobre la supresión del suelo a *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el contexto cubano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Importancia de la calidad del suelo en los sistemas agrícolas: definiciones y conceptos

Dado que el suelo es un recurso de vital importancia por el aporte de funciones esenciales que sustentan la producción agrícola, su explotación ha provocado serios problemas que comprometen el pleno desarrollo de los cultivos y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Zhang *et al.*, 2024). Entre los servicios esenciales que brinda el suelo está el correcto funcionamiento del mismo y donde se encuentran aquellos relacionados fundamentalmente a los ciclos bioquímicos y biológicos, la mitigación al cambio climático y el apoyo a la biodiversidad (Pullaiah, 2025).

En los últimos tiempos el suelo ha tenido un gran interés, debido a la necesidad de que los sistemas agrícolas sean capaces de producir suficientes alimentos. Esto se debe a que la existencia de modelos agrícolas industrializados y las actuales condiciones de explotación para la producción agrícola, hacen que aumente aceleradamente la degradación de este recurso (Altieri y Nicholls, 2012). Tales condiciones han provocado un desequilibrio de los componentes físicos, químicos y biológicos, que son esenciales para mantener el estado de la calidad de los suelos agrícolas (Pullaiah, 2025).

La calidad del suelo refleja de manera general las interacciones que existen entre las propiedades físicas, químicas y biológicas, las variaciones de estos parámetros se han utilizado para reflejar la influencia del manejo en los sistemas agrícolas (Zhang *et al.*, 2024). Existe una gran variedad de indicadores que han sido identificados para medir la calidad del suelo. Entre las características que deben tener los indicadores están, primeramente, que estos deben ser fáciles de medir, proporcionar una evaluación integrada de las propiedades físicas, químicas y biológicas y que puedan funcionar por igual en diferentes contextos. También, se adicionan los diferentes procesos que ocurren en el suelo que son sensibles a las variaciones ocasionadas por el manejo agrícola (Willekens *et al.*, 2014).

La selección de un conjunto adecuado de indicadores para evaluar la calidad de un suelo es necesaria para diseñar una estrategia que permita juzgar el funcionamiento del suelo de forma pertinente y definir así el efecto del manejo en los sistemas agrícolas.

Dichas funciones deben estar relacionadas con los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo y, además, deben mostrar una gran sensibilidad a las prácticas de manejo agrícola y a los cambios en el entorno del suelo (Zhang *et al.*, 2024).

La regulación de los recursos que brindan los sistemas agrícolas se realiza a través de la actividad realizada por una variedad de organismos en el suelo. Dichos organismos se encuentran interrelacionados entre sí y en un equilibrio con las propiedades físicas y químicas del suelo. Esta relación indica la capacidad de funcionamiento del suelo y su resistencia a los cambios. El uso de estos organismos como indicadores biológicos (bioindicadores), permite obtener información sobre los cambios producidos por las actividades agrícolas en la calidad del suelo de forma más integrada, fácil y rápida (Alkorta *et al.*, 2003).

Evaluación de los cambios en la calidad del suelo

Varias investigaciones han confirmado que las prácticas agroecológicas aumentan el contenido de materia orgánica en el suelo, fomentando la diversidad de la comunidad microbiana del suelo (Alkorta *et al.*, 2003; Moeskops, 2010). Dicha comunidad se caracteriza por una alta eficiencia en la transformación de la materia orgánica y conduce a una mayor disponibilidad de los nutrientes para las plantas, así como también contribuye al establecimiento de una biota diversa, lo que incita al aumento de la capacidad supresora del suelo a las enfermedades (Moeskops, 2010).

La aplicación de materia orgánica al suelo es crucial para la activación de numerosas funciones, y es además un indicador clave que está vinculado con otros indicadores de calidad del suelo. El uso de insumos orgánicos a través de manejo de cultivos y la labranza mínima en los sistemas agrícolas son los más adecuados para el manejo sostenible y la mejora de las actividades biológicas del suelo (Mutai *et al.*, 2025). En general, los cambios en la calidad del suelo están influenciados por las prácticas agrícolas, las cuales pueden tener diversos efectos en las propiedades y el funcionamiento del suelo. Estos efectos pueden propiciar el desarrollo de microorganismos patógenos, que pueden aumentar, disminuir o incluso mostrar respuestas complejas en los sistemas agrícolas (Bonanomi *et al.*, 2018).

Las evaluaciones de la calidad del suelo están muy vinculadas a funciones cruciales del suelo (Zhen *et al.*, 2025). Estas funciones se ven afectadas por el efecto de factores antropogénicos (manejo del suelo) y ambientales (como el clima y la topografía) sobre las propiedades del suelo que determinan su productividad. Sin embargo, a pesar de que el crecimiento de las plantas sea el objetivo principal, que implica la importancia de estos procesos como funciones en el suelo, el ciclo de los nutrientes y la capacidad de supresión de enfermedades, han sido incorporados en los estudios recientes por su relación directa con las propiedades microbianas del suelo (Moeskops, 2010).

Suelos supresores de enfermedades

Las enfermedades transmitidas por el suelo son difíciles de controlar, ello se debe al estatus oculto de los agentes causales, por lo que se ha considerado un problema grave en la agricultura. El uso de plaguicidas químicos para controlar estas enfermedades, ha provocado la destrucción de toda la microflora del suelo y con ello la pérdida de funciones esenciales, como la supresión del suelo a enfermedades. Por lo tanto, la supresión del suelo a las enfermedades de las plantas es considerada cada vez más una función importante del suelo.

Los suelos supresores de enfermedades, han sido definidos como aquellos suelos en los que la gravedad o la incidencia de la enfermedad sigue siendo baja, a pesar de la presencia de un microorganismo patógeno, de una planta huésped susceptible y de condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad. La actividad supresora de un suelo está determinada por la densidad y la agresividad del inóculo, y por los factores del suelo que afectan a ambos, así como por otros componentes que conducen a la supresión del suelo a una enfermedad (Sulaiman y Bello, 2024).

La importancia de establecer un vínculo entre la supresión de enfermedades con los indicadores de calidad del suelo y las prácticas de manejo agrícola es cada vez más prometedora, en los estudios de evaluación de la calidad del suelo, en los sistemas de producción agrícola (Chandrashekhara *et al.*, 2012). En los sistemas agrícolas se han utilizado algunos factores abióticos particulares para el control de enfermedades de las plantas. Sin embargo, la esteriliza-

ción o las enmiendas del suelo como es el cambio de pH, por lo general, afectan a la capacidad de supresión del suelo a las enfermedades de manera directa o indirecta. Esta supresión ocurre a través de las interacciones existentes entre los microorganismos patógenos y los antagonistas del suelo, donde intervienen mecanismos que conducen a una supresión general o específica, que son los principales factores que suprimen la incidencia de las enfermedades (Chandrashekara *et al.*, 2012; Sulaiman y Bello, 2024).

Mecanismos de supresión natural de enfermedades transmitidas por el suelo

Los indicadores de calidad del suelo relacionados con la capacidad de supresión de enfermedades son instrumentos interesantes en el marco de la prevención de riesgos y el asesoramiento técnico. Esta relación resalta la importancia de las propiedades del suelo vinculado a los mecanismos de supresión, fundamentalmente el potencial de las comunidades microbianas, debido a las complejas interacciones existentes. El hecho de que todos esos parámetros conexos dependan de la materia orgánica del suelo, demuestra su importancia en la supresión de los suelos a las enfermedades y su uso como un indicador de calidad en los agroecosistemas (van Bruggen y Semenov, 2000).

Los elementos anteriormente abordados han sido objeto de estudio en diferentes investigaciones, que han demostrado el efecto supresivo del suelo en la reducción de enfermedades, destacándose las realizadas por Nerey (2009), Deroo (2016) y Hernández-Arboláez (2023). Estos autores refieren que el potencial supresivo de algunos suelos cubanos cultivados con frijol común sobre la enfermedad causada por *R. solani* muestra el efecto de diversas prácticas agrícolas que influyen en las propiedades del suelo que pueden modificar su capacidad para suprimir el desarrollo de enfermedades fúngicas como *R. solani*.

Impacto del manejo del suelo en la calidad y su funcionamiento

El impacto de las diferentes prácticas de manejo agrícola tiene efectos profundamente diferentes en los sistemas agrícolas. La agricultura ecológica ha sido considerada como la solución para satisfacer la demanda cada vez más creciente de producción

de alimentos, y a su vez, reducir el impacto negativo que ejercen los sistemas productivos al medio ambiente. Sin embargo, la agricultura convencional no podría suplir dicha demanda a largo plazo, debido a las consecuencias ambientales ocasionadas por las prácticas de manejo empleadas. Además, para lograr un incremento en los rendimientos, los sistemas bajo manejo orgánico necesitan mayores extensiones de tierra que los sistemas convencionales (Rehman *et al.*, 2024).

El uso de fertilizantes químicos y enmiendas orgánicas, la aplicación de plaguicidas y la labranza, han sido prácticas agrícolas que han repercutido en el funcionamiento de los suelos en los sistemas agrícolas. Las propiedades biológicas que se encuentran estrechamente relacionadas con numerosas funciones del suelo, han mostrado que mejoran considerablemente las propiedades del suelo con el empleo de enmiendas orgánicas. Bajo estas condiciones, los microorganismos que desempeñan un papel crucial en los procesos que ocurren en el suelo se ven menos afectados y aumentan su participación en el mantenimiento de la estructura, mejorando considerablemente las funciones que estos realizan en el perfil del suelo (Galindo *et al.*, 2024).

Caso de estudio: efecto del manejo agrícola sobre la supresión del suelo a *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el contexto cubano

El sector agrícola en Cuba se caracteriza por sistemas agrícolas que muestran diferencias en la propiedad de la tierra, las prácticas de manejo y el uso de la tierra. Los sistemas agrícolas estatales se caracterizan por prácticas agrícolas convencionales que presentan un uso intensivo de insumos como pesticidas y fertilizantes químicos, acceso a la labranza mecanizada y grandes campos dedicados a monocultivos. Sin embargo, los sistemas agrícolas privados son de pequeño tamaño, utilizan tracción animal para la preparación de la tierra y tienen un acceso limitado, o a veces nulo siguiendo básicamente prácticas de agricultura ecológica (Moeskops *et al.*, 2010).

A pesar de las diferencias en la intensificación de la agricultura, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se cultiva en una amplia gama de sistemas agrícolas. Sin embargo, una de las principales limitaciones para la producción de frijol común en Cuba son las

enfermedades transmitidas por el suelo, entre ellas *R. solani* (Mayea *et al.*, 1983; Díaz y Herrera, 2000). Investigaciones realizadas en Cuba han relacionado la severidad de la enfermedad causada por *R. solani*, con las propiedades del suelo que se utilizan habitualmente como indicadores de calidad (Nerey *et al.*, 2009; Harries *et al.*, 2020; Bonanomi *et al.*, 2018; Hernández-Arboláez, 2023).

Hernández-Arboláez (2023), en suelos de sistemas agrícolas cubanos en el centro de Cuba, evidenció que las diferencias en el manejo de la tierra podrían conducir a diferencias significativas en la calidad del suelo, las que pueden disminuir en el orden: granjas privadas orgánicas, granjas privadas convencionales y granjas estatales. La sensibilidad mostrada por la supresión del suelo a la enfermedad, a las prácticas de manejo agrícola y a los cambios en las propiedades del suelo, es un reflejo de las diferencias del potencial supresor del suelo y la incidencia de la enfermedad causada por *R. solani* en el cultivo de frijol común, siendo un indicador sensible de los cambios resultantes de las diferencias en el manejo de los sistemas agrícola.

Los estudios realizados por Hernández-Arboláez, (2023), con la utilización de dos grupos de anastomosis (AGs) con diferentes niveles de virulencia (AG-4 y AG-2-2) en suelos sembrados con frijol común con testa negra (cultivar susceptible 'Cuba Cueto 25-9N'), arrojaron que la supresión del suelo a AG-4 fue significativamente mayor en suelos de los sistemas agrícolas con manejo agroecológico, comparado con los sistemas agrícolas convencionales. Con la inoculación con AG-2-2 en suelos, no hubo diferencias significativas entre los sistemas agrícolas. La mayor importancia de estas diferencias fue mostrada para AG-4. Sin embargo, la incidencia de la enfermedad causada por AG-4 fue significativamente mayor en los sistemas agrícolas convencionales, que en los sistemas agrícolas orgánicos.

Investigaciones anteriores realizadas por Okubara *et al.* (2014) demostraron que los suelos de los campos manejados de forma orgánica tienen una mayor capacidad de inhibición de los microorganismos patógenos que los suelos de los campos manejados convencionalmente. Tal inhibición está dada por mecanismos que limitan el crecimiento del microorganismo patógeno entre los que se encuentra el efec-

to de los microorganismos beneficiosos o antagonistas del suelo (Chandrashekara *et al.*, 2012; Sulaiman y Bello, 2024).

El laboreo es una actividad que tiene un impacto negativo en el componente biótico del suelo, por tanto, dada la relación que existe entre el componente biótico y los microorganismos patógenos de plantas, esto puede afectar negativamente la supresión del suelo a la enfermedad causada por *R. solani* (van der Sloot *et al.*, 2024). Los agroquímicos son utilizados de manera intensiva en los sistemas convencionales. Esto hace que las aplicaciones de forma rutinaria de diversos insecticidas en los campos convencionales influyan en una reducción del efecto supresivo del suelo, que induce una mayor resistencia y desarrollo de microorganismos patógenos del suelo causantes de enfermedades como *R. solani* (Okubara *et al.*, 2014).

Los insecticidas tienen efectos negativos sobre la biota del suelo, que a su vez está relacionada con el contenido de materia orgánica y con la biomasa microbiana del suelo, que contribuyen con la supresión de enfermedades (Chandrashekara *et al.*, 2012; Sulaiman y Bello, 2024).

Los resultados obtenidos confirman el efecto positivo del empleo de la fertilización orgánica en el efecto supresivo de microorganismos patógenos en el suelo. Por tanto, se hace necesario la aplicación de fertilizantes orgánicos y biológicos que reduce los efectos nocivos de la fertilización química e incrementa la materia orgánica que activa la microbiota del suelo (Nerey, 2009; Hernández-Arboláez, 2023).

La supresión de enfermedades del suelo ha sido utilizada con mucha menos frecuencia en estudios de suelos en los sistemas agrícolas cubanos. La supresión del suelo a la enfermedad causada por AG-4 de *R. solani* fue mayor en los sistemas con manejo orgánico en comparación con aquellos sistemas agrícolas bajo manejo convencional. Las diferencias dejaron de ser significativas para AG-2-2, mostrando la capacidad del microorganismo patógeno, según su variabilidad. Este tipo de estudio, donde la supresión de enfermedades del suelo juega un papel importante, muestra la contribución y el interés por la evaluación el efecto del manejo sobre parámetros de la calidad del suelo, a través del uso de la supresión de las enfermedades.

Los resultados mostrados aportan al conocimiento de la supresión del suelo a enfermedades como un indicador eficaz en los sistemas agrícolas (Bonanomi *et al.*, 2018). En este caso, la supresión de la enfermedad del suelo causada por *R. solani* se vio afectada en alguna medida por el manejo en los sistemas agrícolas. Por lo tanto, esto podría ser utilizado para estudios de la calidad de los suelos dedicados a la producción agrícola en Cuba.

CONCLUSIONES

Históricamente la explotación de los sistemas agrícolas ha provocado desbalances en la disponibilidad de los nutrientes, acelerando también la pérdida de la diversidad biológica del suelo. Tales condiciones han incrementado el interés por el estudio de indicadores de calidad de los suelos para lograr una mayor productividad. Por tanto, las relaciones existentes entre ellos hacen que estos presenten una mayor demanda para el desarrollo y sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

El desarrollo de un conjunto de indicadores hace que los agricultores puedan enfrentar los distintos tipos de problemas que acontecen y así generar condiciones que permitan la resiliencia de los sistemas agrícolas. La fundamentación de bases teóricas que permitan determinar los indicadores de la calidad de los suelos en sistemas agrícolas en Cuba hace que sea una herramienta que permitirá el desarrollo de futuras investigaciones basadas en el estudio de los indicadores de calidad de los suelos bajo diferentes explotaciones agrícolas. Los aspectos abordados deben ser tomados en consideración en el estudio de la calidad de los suelos en los sistemas agrícolas. Además, este tipo de investigaciones deben desarrollarse, ya que servirá de base para profundizar en el estudio del efecto que tiene el manejo agrícola sobre indicadores de calidad de los suelos. El estudio acerca de esta temática permite demostrar el análisis integrador para la evaluación de la calidad de los suelos en diferentes sistemas agrícolas a través del uso de la supresión de los suelos pardos con carbonatos en Cuba.

El estudio de caso enfatiza en la supresión del suelo a la enfermedad causada por *R. solani* en el cultivo del frijol común en sistemas agrícolas con diferentes manejos. Además, los sistemas de manejo también

podieron diferenciarse según el tamaño de la lesión causada por *R. solani* en el cultivo lo que sugiere su posible empleo como indicador de la calidad del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Especial de Investigación para candidatos de países en desarrollo (BOF-DOS) de la Universidad de Gante, la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba, la Facultad de Ingeniería en Biociencias, Universidad de Gante, Bélgica, al Grupo de Investigación sobre Fertilidad del Suelo y Gestión de Nutrientes (SoFer) y grupo de Fitopatología del Departamento de Plantas y Cultivos de la Universidad de Gante, Bélgica.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Héctor Pablo Hernández Arboláez, Edith Águila Alcántara, Heleen Deroo, Junwei Hu, Monica Höfte, Stefaan De Neve.

Redacción - revisión y edición: Héctor Pablo Hernández Arboláez, Edith Águila Alcántara, Osmery Prado Sosa.

BIBLIOGRAFÍA

- ALKORTA, I., AIZPURUA, A., RIGA, P., ALBIZU, I., AMÉZAGA, I. and GARBISU, C. 2003. Soil enzyme activities as biological indicators of soil health. *Reviews on Environmental Health*, 18 (1): 65-73.
- ALTIERI, M. A. y NICHOLLS, C. I. 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7 (2): 65-83.
- BONANOMI, G., CESARANO, G., ANTIGNANI, V., DI MAIO, C., DE FILIPPIS, F. and SCALA, F. 2018. Conventional farming impairs *Rhizoctonia solani* disease suppression by disrupting soil food web. *Journal of Phytopathology*, 166: 663-673.
- CHANDRASHEKARA, C., BHATT, J. C., KUMAR, R. and CHANDRASHEKARA, K. N. 2012. Suppressive soils in plant disease management. In: SINGH, A. (Ed.). *Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management*. New Delhi: International Book Distributors, India, 241-256 pp.

- COLÁS SÁNCHEZ, A., CHACÓN IZNAGA, A. y CAIRO CAIRO, P. 2020. Caracterización de algunos indicadores morfológicos, físicos y químicos en subtipos de suelos Pardos antropizados en la provincia Villa Clara. *Centro Agrícola*, 47 (3): 75-79.
- DEROO, H. 2016. Agroecosystems in Santa Clara, Cuba. Tesis para optar al título de Master en Ciencias, Ghent University, Gante, Bélgica, 65 p.
- DEVRIENDT, G., SCHOORS, K. and D'HAESE, I. M. 2012. An efficiency analysis of state-run agricultural enterprises in Villa Clara region, Cuba. Tesis para optar al título de Master en Ciencias, Ghent University, Gante, Bélgica, 97 p.
- DÍAZ, M. y HERRERA, L. 2000. Incidencia de *Rhizoctonia solani* Kühn, *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en diferentes variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en tres épocas de siembra. *Centro Agrícola* 2: 56-62.
- GALINDO, F. S., PAGLIARI, P. H., DA SILVA, E. C., DE LIMA, B. H., FERNANDES, G. C., THIENGO, C. C., SILVA, V. J. B., JALAL, A., SILVA, C. E., DE SOUSA, L., FURLANI, E., ASSIS, T., DO NASCIMENTO, V., CARVALHO, M. and LAVRES, J. 2024. Impact of nitrogen fertilizer sustainability on corn crop yield: the role of beneficial microbial inoculation interactions. *BMC Plant Biology*, 24 (1): 268.
- HARRIES, E., BERRUEZO, L. A., GALVÁN, M. Z., RAJAL, V. B. and MERCADO CÁRDENAS, G. E. 2020. Soil properties related to suppression of *Rhizoctonia solani* on tobacco fields from northwest Argentina. *Plant Pathology*, 69: 77-86.
- HERNÁNDEZ-ARBOLÁEZ, H. P. 2023. Efecto del manejo agrícola sobre bioindicadores de la calidad del suelo en los agroecosistemas. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara, Cuba, 141 p.
- MAYEA, S., HERRERA, L. y ANDREU, R. C. M. 1983. *Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba*. Ed. Científico Técnica, Ciudad de La Habana, Cuba, 425 p.
- MOESKOPS, B., BUCHAN, D., SLEUTEL, S., HERAWATY, L., HUSEN, E., SARASWATI, R., SETYORINI, D. and DE NEVE, S. 2010. Soil microbial communities and activities under intensive organic and conventional vegetable farming in West Java, Indonesia. *Applied Soil Ecology*, 45: 112-120.
- MUTAI, J. C., MEDVECKY, B., VANEK, S. J., GIKONYO, E. W., OJIEM, J. O. and FONTE, S. J. 2025. Long-term organic matter inputs enhance soil health and reduce soil-borne pathogen pressure in maize-bean rotations in Kenya. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 380: 109402.
- NEREY, Y. 2009. Characterization, pathogenicity, and control of *Rhizoctonia* spp. associated with bean in various Cuban soil types. Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas Aplicadas, Ghent University, Gante, Bélgica, 149 p.
- OKUBARA, P. A., DICKMAN, M. B. and BLECHL, A. E. 2014. Molecular and genetic aspects of controlling the soilborne necrotrophic pathogens *Rhizoctonia* and *Pythium*. *Plant Science*, 228: 61-70.
- PULLAIAH, T. 2025. *Wetlands of Mountainous Regions: Biodiversity, Livelihoods and Conservation*. Ed. John Wiley & Sons, 400 p.
- REHMAN, N. 2024. Organic vs. conventional farming: Comparative analysis of environmental and economic outcomes. *Frontiers in Agriculture*, 1 (1): 132-161.
- RUIZ-GONZÁLEZ, Y., AGUILA-ALCÁNTARA, E., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, O., BUCHAN, D., MOESKOPS, B., D'HAESE, M. and DE NEVE, S. 2016. Soil microbial community response to different farm managements in Santa Clara, Cuba. *Biotechnología Vegetal*, 16 (2): 91-101.
- SULAIMAN, M. A. and BELLO, S. K. 2024. Biological control of soil-borne pathogens in arid lands: A review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 131 (2): 293-313.
- VAN BENEDEN, S., ROOBROECK, D., FRANÇA, S. C., DE NEVE, S., BOECKX, P. and HÖFTE, M. 2010. Microbial populations involved in the suppression of *Rhizoctonia solani* AG1-1B by lignin incorporation in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 42 (8): 1268-1274.
- VAN BRUGGEN, A. H. and SEMENOV, A. M. 2000. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology*, 15: 13-24.

- VAN DER SLOOT, M., MAEROWITZ-MCMAN, S., POSTMA, J., LIMPENS, J. and DE DEYN, G. B. 2024. Soil-borne disease suppressiveness after short and long-term application of fermented, composted or fresh organic amendment treatments in arable soils. *Applied Soil Ecology*, 195: 105268.
- WILLEKENS, K., VANDECASTEELE, B., BUCHAN, D. and DE NEVE, S. 2014. Soil quality is positively affected by reduced tillage and compost in an intensive vegetable cropping system. *Applied Soil Ecology*, 82: 61-71.
- WU, Z., CHEN, X., LU, X., ZHU, Y., HAN, X., YAN, J., YAN, L. and ZOU, W. 2025. Impact of combined organic amendments and chemical fertilizers on soil microbial limitations, soil quality, and soybean yield. *Plant and Soil*, 507: 317-334.
- ZHANG, H., NIU, Y., ZHANG, H., HUANG, Q., LUO, J., FENG, S. and JIA, H. 2024. Soil quality assessment in low human activity disturbance zones: a study on the Qinghai-Tibet Plateau. *Environmental Geochemistry and Health*, 46 (5): 147.
- ZHEN, F., ZHANG, Y., ZHOU, H., ZHANG, H., PANG, Y., XING, T., PENG X. and LI, L. 2025. Digestate-based organic amendment substitution improves the red soil quality and pakchoi yield. *Journal of Environmental Management*, 380: 125005.

CITAR COMO:

HERNÁNDEZ-ARBOLÁEZ, H.P., AGUILA-ALCÁNTARA, E., DEROO, H., GEBREMIKAEL, M.T., TEJEDA-RODRIGUEZ, Y.E., HU, J., PRADO-SOSA, O., HÖFTE, M., DE NEVE, S. 2025. Suelos supresores: una descripción en el contexto de los sistemas agrícolas cubanos. *Centro Agrícola*, 52 (2025) e2450



Artículo de **libre Acceso** bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.