



# Los microorganismos del suelo ¿pueden vivir en una casa de carbón vegetal?

Diana Ayala-Montejo<sup>1\*</sup>  
Gabriel Ciro Quispe-Huisñay<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> CONAHCYT - El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente, unidad Villahermosa, Tabasco.

<sup>2</sup> DyG Solución Bio-orgánica S.A.C, Perú.

\*Autor para correspondencia: diana.ayala@ecosur.mx

**El caso del biocarbón inoculado revela que el carbón vegetal propicia condiciones para el buen vivir de los microorganismos del suelo. El biocarbón inoculado puede considerarse como un microbioma muy práctico para propagar. Contar con microbiomas productores de nutrientes fomenta una producción de alimentos sin agroquímicos, y respetuosa con el medio ambiente y la ecología.**

## Introducción

Los microorganismos al producir sus propios alimentos proporcionan minerales esenciales para las plantas, por lo que es muy importante mantenerlos. Estos pueden disminuir sus poblaciones por la aplicación de agroquímicos, falta de humedad o procesos de compactación. Para mantenerlos requieren una buena casa, el caso del biocarbón inoculado revelará que pueden vivir en carbón vegetal.

## La gran diversidad de microorganismos del suelo

Muchos reportes indican que en el suelo existe una gran diversidad de microorganismos, algunos le llaman comunidad de organismos o biomasa microbiana. Esta comunidad está compuesta por bacterias, actinomicetos, cianobacterias, hongos y virus, las poblaciones más abundantes son las de las bacterias, hongos y actinomicetos. Las poblaciones de estos tres grupos de microorganismos pueden llegar a pesar más de 1000 gr/m<sup>2</sup> para los hongos y bacterias, mientras que los actinomicetos pueden llegar a pesar más de 300 gr/m<sup>2</sup>.





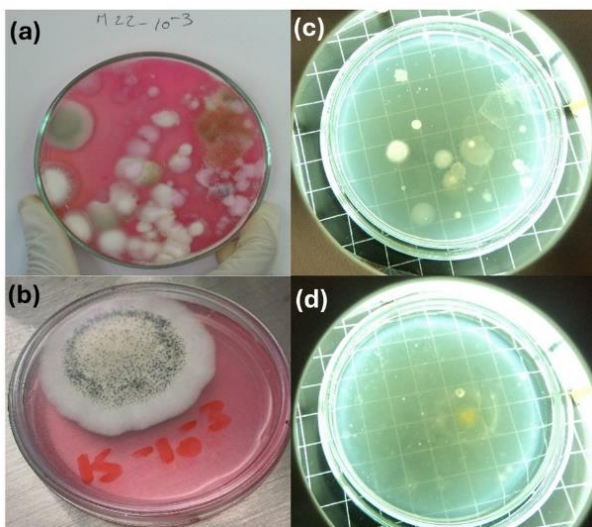
También se ha cuantificado que en un gramo de suelo pueden encontrarse más de 100 colonias de cada uno de estos microorganismos, así mismo comparan los tamaños y puntualizan la importancia. Los hongos son más grandes que las bacterias por lo que estos pueden representar mayor biomasa, hasta el 70% más que las bacterias; sin embargo, estas últimas son más abundantes y tienen más poblaciones.

La abundancia de alguno de estos grupos de microorganismos y sus especies depende de las condiciones de aireación, humedad, tipo y cantidad de alimento que proporcione el suelo. Estas condiciones son importantes para asegurar una población diversificada de microorganismos, tanto en grupo como especies dentro de los grupos.

Las comunidades de microorganismos son sensibles al manejo de los suelos, si en estos se realizan prácticas de laboreo intensivo, uso de agroquímicos y manejo de monocultivos, las poblaciones disminuyen y la diversidad se ve afectada. Esto puede ocasionar la dominancia de ciertas especies y al adaptarse a las nuevas condiciones del suelo puede convertirse en un microorganismo perjudicial para la producción de plantas.

En un suelo degradado de la amazonia peruana se pueden observar menor diversidad de colonias de hongos comparado con un suelo de bosque (Figura 1 a, b). En suelos de producción de hortalizas con bioinsumos se puede observar la gran diversidad y abundancia a diferencia de los suelos manejados con agroquímicos, para la producción de hortalizas (Figura 1 c,d).

**Buenas condiciones de humedad, porosidad y temperatura contribuyen al establecimiento de colonias de microorganismos.**



**Figura 1.** Poblaciones de hongos en medio Martin y poblaciones de bacterias en medio de agar albúmina de huevo (a) Poblaciones de hongos de suelos de bosques de la amazonía peruana, (b) poblaciones de hongos en suelos de áreas degradadas de la Amazonía peruana, (c) poblaciones de bacterias de suelos manejados con bioinsumos para la producción de hortalizas, (d) población de bacterias manejado con agroquímicos. Fotos tomadas por el autor\*.



## Los microorganismos del suelo son productores de minerales

La actividad de los microorganismos en el suelo genera procesos bioquímicos que los convierte en seres mediadores entre el mundo vivo y mineral de los suelos. Los procesos más importantes en los que participan estos organismos son la transformación de la materia orgánica, los ciclos biogeoquímicos y los ciclos de nutrientes.



Durante la transformación de la materia orgánica los microorganismos se encuentran en el mundo vivo, en este realizan reacciones metabólicas que generan minerales los cuales son esenciales para mantener la fertilidad en los suelos. Las reacciones metabólicas degradan moléculas complejas y forman el humus, este es mineralizado lentamente y libera nutrientes, principalmente nitrógeno en forma de nitratos que es soluble en agua y en esta condición puede ser consumido por las plantas. El nitrógeno es el elemento más utilizado en la producción agrícola porque estimula el crecimiento, la formación de proteínas, promueve un contenido de humedad equilibrado en los frutos y granos. El nitrógeno también es el elemento más abundante en la atmósfera, existen bacterias especializadas que pueden integrarlo al suelo y volverlo disponible para las plantas, estas son conocidas como las fijadoras de nitrógeno.

En el mundo mineral los microorganismos pueden solubilizar los minerales del suelo para volverlos asimilables para las plantas. Estos minerales se encuentran en la roca madre del suelo y tardan varios años en solubilizarse. Varias experiencias de productores consisten en coleccionar la roca madre y molerla, al polvo que se obtiene se le conoce como harina de rocas. La harina de rocas pulverizada permite que los microorganismos cuenten con condiciones ideales para que logren solubilizar los minerales y estén disponibles para las plantas en menor tiempo.

La habilidad de los microorganismos para estar en ambos mundos los convierte en excelentes productores de minerales. Esta producción depende de la calidad y cantidad disponible de fuentes de alimentos como los residuos orgánicos o vegetales, la diversidad de estos y las condiciones ambientales de luz, humedad y temperatura. El tipo y disponibilidad de alimento, así como las condiciones ambientales condicionan la calidad del ambiente o casa en la que prefieren vivir los microorganismos y realizar sus actividades de producción de minerales.



### El carbón vegetal, la casa codiciada por los microorganismos

El carbón vegetal es un material muy poroso, ligero, estable y resistente a la degradación. Está compuesto por hidrógeno, oxígeno y carbono en mayor porcentaje.

Los poros, la estabilidad del carbón y contenido de carbono fijo, dependen del proceso de pirólisis con que se produce el carbón. La pirólisis o conocida también como combustión lenta, consiste en hornear los residuos vegetales a temperaturas elevadas entre 500 - 700 °C y escaso oxígeno. Las condiciones de

temperatura y oxígeno permiten obtener un carbón sin materiales volátiles los cuales son tóxicos, es decir se asegura una casa limpia.

Las investigaciones sobre el establecimiento de comunidades de bacterias y hongos en carbón vegetal muestran que mejora la abundancia. Algunos esfuerzos por identificar revelan que las comunidades se conforman por microorganismos benéficos. Los que se presentan con mayor abundancia son las de los géneros *Acidobacter*, *Firmicutes*, *Basidiomycota*, *Mortierellomycota* y a nivel molecular identificaron además los géneros *Gemmatimonadetes*, *Microtrichales*, *Candidatus kaiserbacteria* y *Pyrinomonadaceae*, todos son géneros benéficos y que promueven el crecimiento de las plantas y el ciclo de nutrientes en el suelo.

La abundancia y diversidad de las comunidades de microorganismos que se pueden albergar en el carbón vegetal hay que tomarlo con mucha responsabilidad. El carbón también es una casa muy codiciada por otro tipo de microorganismos y un pequeño desbalance de la disponibilidad y calidad de alimento que se brinde en campo definitivo, podría propiciar la dominancia de colonias de microorganismos no deseados.

Los estudios indican que se debe aplicar el carbón vegetal conocido como biocarbón o biochar en proporciones adecuadas y como enmiendas, sin embargo, existen experiencias de los propios productores que es necesario inocular.

**La diversidad y abundancia de microorganismos disminuyen cuando los suelos son tratados con agroquímicos y monocultivos.**



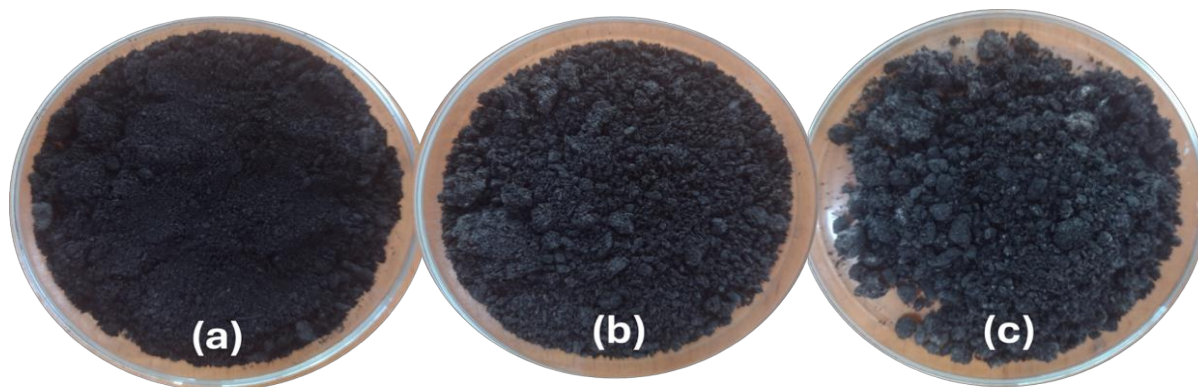
**El biocarbón  
inoculado es una  
alternativa para  
proporcionar  
minerales a las  
plantas de una  
manera sostenible**

El biocarbón con microorganismos propios de los suelos antes de ser aplicados. Estas experiencias son aportes importantes puesto que garantiza la aplicación de un biocarbón enriquecido y con comunidades de microorganismos benéficos.

El biocarbón enriquecido revela que la casa debe ir con habitantes establecidos. Estos habitantes corresponden a comunidades de microorganismos que tienen una buena convivencia y pueden trabajar armoniosamente en la producción de minerales para las plantas.

### **La experiencia de construir una casa ideal para los microorganismos**

El tipo de residuos vegetales influye en la calidad de carbón. La experiencia de comparar materiales lignificados como troncos, fustes o ramas principales de árboles, con materiales de poda de árboles maderables, y ramas de podas de frutales muestra que los microorganismos prefieren carbón de materiales jóvenes o poco lignificados. El proceso de colonización de los microorganismos se puede visualizar con mayor abundancia en carbón de ramas de frutales (Figura 2).



**Figura 2.** Diferencias de colonización de poblaciones de microorganismos por tipo de material. (a) material lignificado, fuste o tronco de árboles madereros, (b) material de ramas jóvenes y desperdicios de podas de árboles madereros, (c) material de ramas de frutales. Imágenes tomadas por el autor\*.

Estos resultados cualitativos muestran el potencial de usar residuos vegetales de la producción agrícola y las actividades silvícolas de plantaciones forestales. El uso de fuste o madera no es recomendable, su valor es considerado para otro tipo de productos y el fin de promover el biocarbón es contribuir a reciclar los residuos orgánicos que se generan en los agroecosistemas.



## Conclusiones

Aún falta mucho por descubrir sobre el tipo de materiales vegetales que propician condiciones ideales para que se establezcan las comunidades de los microorganismos. Hasta el momento se conoce el potencial nutricional del biocarbón inoculado con microorganismos, por lo que podemos confirmar que el biocarbón promueve la propagación de microbiomas, esto nos invita a reflexionar acerca de contar con una gran casa para conservar microorganismos. En algunos países asiáticos han reportado la importancia del biocarbón inoculado para remediar suelos manejados con agroquímicos y pesticidas. En México diversos programas promueven la producción de alimentos sin glifosato, sin agroquímicos, por lo que el biocarbón inoculado podría contribuir a generar estrategias accesibles, viables, apropiables, y respetuosas con el medio ambiente, la ecología y la sociedad.

## Literatura recomendada

Ludeña, M.E.; Cardozo, E. de J. & Carranza, M.E. (2020). Utilización de hornos metálicos transportables para carbonización: carbotambor. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 28 (1,2): 100 - 111.

Osorio-Vega, N. W. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. En Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelos & Centro Nacional de Investigaciones de Café (Eds.), *Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero* (pp. 43-71). Cenicafé. [https://doi.org/10.38141/10791/0003\\_3](https://doi.org/10.38141/10791/0003_3)

Utkarsh, K., Thakur, N., & Shukla, S. K. (2023). Biochar: a feasible and visible solution for agricultural sustainability. *Arabian Journal of Geosciences*, 16(4), 239.



## Semblanzas de autores

**Dra. Diana Ayala Montejo.** Ingeniera Forestal y Maestra en Ciencias del Suelo, ambos por la Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú. Doctora en Ciencias en Agricultura Multifuncional para el desarrollo Sostenible por la UACH, México. Investigadora por México - Conahcyt - ECOSUR- Villahermosa. SNI: Candidata, miembro del Sistema Estatal de investigadores - CCYTET.

**Ing. Gabriel Ciro Quispe Huisñay.** Ingeniero forestal por la Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú. Subgerente en D y G Solución Biorgánica S.A.C encarga do en la producción, validación de bioinsumos en sistemas agroforestales (SAF) con cacao y SAF con sachá inchi.

