

UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
EVENTO PROVINCIAL UNIVERSIDAD 2024  
CARRERA DE AGRONOMÍA, FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS,

EL BIOCHAR COMO COMPONENTE ESENCIAL  
EN LAS PRÁCTICAS DE AGRICULTURA  
SOSTENIBLE.

BIOCHAR AS AN ESSENTIAL COMPONENT IN  
SUSTAINABLE AGRICULTURE PRACTICES.

Ponente: Leidy Laura Pentón Arias, estudiante de 3er año  
[leidylaurapentonarias@gmail.com](mailto:leidylaurapentonarias@gmail.com)

Tutores:<sup>1</sup>Odelín Brea Maure, DraC., Lic., Prof (Vicedecana).; <sup>2</sup>Gertrudis Pentón Fernández, DraC., MSc., Ing.; <sup>1</sup>Yohanka Lezcano Mas, DraC., MSc., Lic. (Decana).

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad de Matanzas  
2 Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Universidad de Matanzas

## **Resumen:**

En el sector agropecuario entre los principios que deben ponerse en práctica para garantizar la conservación del suelo, y emplear los servicios ecosistémicos que contribuyan también con el medioambiente, se encuentran: tener en cuenta el contexto al aplicar una tecnología, lo que significa, considerar las potencialidades edafoclimáticas de cada sistema, emplear el laboreo mínimo para la siembra, elegir especies de plantas que se adapten a cada condición, mantener la cobertura, utilizar leguminosas herbáceas y arbóreas permanentes y adecuado manejo animal en el pastoreo.

El reciclaje de los nutrientes y del carbono optimizado como bioabonos a partir del biochar, el polvo de rocas y los microorganismos autóctonos benéficos, constituye una práctica indisolublemente ligada a la agroecología. No hay que olvidar, que la revolución verde y la llamada agricultura industrial; cuyo daño a los suelos, al medio ambiente y a la salud de las personas están suficientemente documentado, en la actualidad, propone las mismas soluciones que condujeron a esos problemas.

En Cuba existen dos factores muy importantes para apoyar las prácticas de los bioabonos: la cultura adquirida y la falta de insumos agrícolas, que incluyen los fertilizantes y otros productos, causadas por el bloqueo durante décadas. El movimiento agroecológico de campesino a campesino liderado por la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños desde los años 90 hasta finales de la década del 2000, ayudó en gran medida a introducir técnicas y concepciones agroecológicas (Bu Wond et al., 2019). Los sistemas silvopastoriles (árboles- pasturas en asociación,) los postes vivos, y las plantas proteicas basadas en forrajeras arbóreas para corte y acarreo, y el enfoque sistémico (suelo-planta-animal) han sido muy promovidas en el sector agropecuario; y todo ello, ha potenciado el estudio (a través de la investigación y la innovación) y uso de los bioabonos.

**Palabras claves:** Recicleje, biochar, innovación

## **Summary:**

In the agricultural sector, among the principles that must be put into practice to guarantee soil conservation, and use ecosystem services that also contribute to the environment, are: taking into account the context when applying a technology, which means, considering the edaphoclimatic potential of each system, use minimum tillage for sowing, choose plant species that adapt to each condition, maintain coverage, use permanent herbaceous and tree legumes, and adequate animal management in grazing.

The recycling of nutrients and optimized carbon as biofertilizers from biochar, rock dust and beneficial native microorganisms is a practice inextricably linked to agroecology. It should not be forgotten that the green revolution and the so-called industrial agriculture; whose damage to the soil, the environment and people's health are sufficiently documented, currently proposes the same solutions that led to those problems.

In Cuba there are two very important factors to support biofertilizer practices: the acquired culture and the lack of agricultural inputs, which include fertilizers and other products, caused by the blockade for decades. The farmer-to-farmer agroecology movement led by the National Association of Small Farmers from the 1990s to the late 2000s greatly helped introduce agroecological techniques and conceptions (Bu Wond et al., 2019). Silvopastoral systems (trees-pastures in association,) living poles, and protein plants based on tree fodder for cut and carry, and the systemic approach (soil-plant-animal) have been highly promoted in the agricultural sector; and all this has promoted the study (through research and innovation) and use of biofertilizers.

**Keywords: Recycling, biochar, innovation**

## **Introducción:**

En los momentos actuales las investigaciones, la innovación tecnológica y su impacto socioeconómico en el contexto agropecuario, deben tener como premisa el alcance ambiental y sobre la soberanía alimentaria. Para ello, es necesario cambiar la forma de pensar y de actuar; y ello implica cambios profundos en la forma de aplicar e innovar las tecnologías en los escenarios productivos y de la familia rural.

En la agricultura cubana, el reto actual consiste en producir alimentos en sistemas resilientes al cambio climático y cuidar el medio ambiente. En esa dirección deben ser encaminadas las acciones de promoción, capacitación y formación de profesionales; tanto a través del pregrado como del extensionismo universitario.

La FCA de la Universidad de Matanzas, de conjunto con la EEPF Indio Hatuey, son las instituciones con las que varios jóvenes estudiantes de agronomía tenemos la oportunidad de participar en el movimiento agroecológico.

Tres premisas son adoptadas en pos de promover y contribuir a dicho objetivo:

1. Cambiar valores, enfoques, modelos, desaprender métodos convencionales.
2. «Cambiar a las personas que cambian las cosas», a partir de formar habilidades, valores y actitudes, con la creación de espacios de interacción interinstitucionales, interculturales entre investigadores, profesores, profesionales, estudiantes, técnicos y actores.
3. El conocimiento se crea allí, donde se insume, según aspiraciones y las necesidades locales; para que la tecnología no sea el fin, sino el medio para lograr el bienestar del hombre a partir del bienestar del ecosistema.

La conservación del suelo está relacionada con su resiliencia, que no es más que su capacidad para recuperar su integridad funcional después de un disturbio, con el mantenimiento del equilibrio dinámico en sus procesos y funciones.

Actualmente, la recuperación de nutrientes de las transformaciones de biomasa, ya sea la digestión anaeróbica, el compostaje o la producción animal, son en la mayoría de los casos ineficientes, perdiéndose más del 50% de estos. Ello no es solo un problema para los balances de nutrientes en la agricultura, sino también un problema ambiental cada vez mayor a medida que los nutrientes se filtran al suelo y al agua superficial o se emiten gases de efecto invernadero (Schmidt, 2018).



La influencia directa y personalizada de esta actividad de capacitación y postgrado, involucró a más de 60 asistentes y numerosos participantes virtuales, que accedieron a través de las redes sociales. Los profesores involucrados provenían de 2 instituciones científicas.

En el año 2021, después de numerosas acciones de investigación participativa en escenarios productivos y familias rurales, se realizó otro curso – taller “Biofertilizantes para una agricultura sostenible BioFas”. Sin embargo la participación fue más amplia (75 participantes de 12 instituciones cubanas diferentes) y estuvieron involucrados profesores de 6 instituciones científicas y universitarias; además de estudiantes de la carrera de agronomía (Anexo 2).

Entre las habilidades propuestas a desarrollarse en el primer taller estuvieron: comprender la importancia y los desafíos asociados a la reducción de emisiones de GEI y la huella del carbono, la conservación y el mejoramiento de los suelos en los agro-ecosistemas cubanos. Apropiarse del conocimiento teórico y práctico sobre nuevos métodos y procedimientos de pirólisis de la biomasa excedente de las actividades agroenergéticas pecuarias, para obtener fertilizantes de alta calidad y secuestrar carbono y nutrientes. Desarrollar habilidades que permitan usar eficientemente el biochar para enmendar los suelos e incrementar la producción de cultivos agrícolas de manera sostenible. En el segundo, el sistema de habilidades a desarrollar consistió en el fortalecimiento de capacidades en términos de caracterización y monitoreo bioquímico y microbiológico durante la producción de los bioinsumos y su aplicación en la agricultura.

Las acciones de sistematización de resultados y lecciones aprendidas involucra tanto a investigadores, profesores de escuelas y universidades, productores, campesinos, estudiantes, decisores y expertos de comunicación.

Se basa en el descubrimiento, sistematización, análisis y potenciación de los elementos y conocimientos en el entorno que se desea interactuar, para a través de ellos, diseñar, en forma participativa, esquemas de desarrollo definidos por la propia identidad local del etnoecosistema concreto en que se encuentre, y se tiene en cuenta el conocimiento de los agricultores.

Le brindamos gran significación a la transdisciplinariedad; pero lo más importante es la inclusión no solo de los expertos (profesionales de distintos temas), sino el respeto al conocimiento de todos los participantes, sin distinción por el origen o el nivel académico o cultural. Todos somos protagonistas y todos nos acompañamos mutuamente en el proceso de aprendizajes de lecciones.

Cabe destacar, la divulgación y promoción que actualmente se realiza a través de materiales didácticos y canales virtuales, se ha gestionado a través de los perfiles creados en Facebook y LinkedIn BIOCHAR-Cuba; la cuenta en Gmail [bioabonocuba@gmail.com](mailto:bioabonocuba@gmail.com) y la creación de un perfil en google académico. Se cuenta con una red de whatsapp (anexo 3)

En el municipio de Cárdenas durante los años 2019 al 2022, se han realizado recorridos por comunidades rurales y fincas de productores, con la participación activa de los estudiantes universitarios, reservas científicas y profesores e investigadores, acompañados de funcionarios de la Agricultura. Las intervenciones participativas se han ido ampliando en la medida que los campesinos y propietarios de fincas, patios y parcelas, conocen más sobre las acciones.

Se han ido involucrando todos aquellos actores interesados en aprender sobre cómo aplicar las lecciones aprendidas, realizar evaluaciones y diagnósticos en las fincas y en las plantaciones cultivadas. Esto último incluye el uso de técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa, de evaluación socioproductiva, agronómica y de caracterización del suelo (anexo 4).

Se intencionó y apoyó de manera directa la adquisición y el uso por parte de los productores, de productos biológicos y organominerales de factura nacional y técnicas agroecológicas para la restauración del suelo, la nutrición de las plantas, el manejo integrado de plagas y enfermedades (Anexo 5).

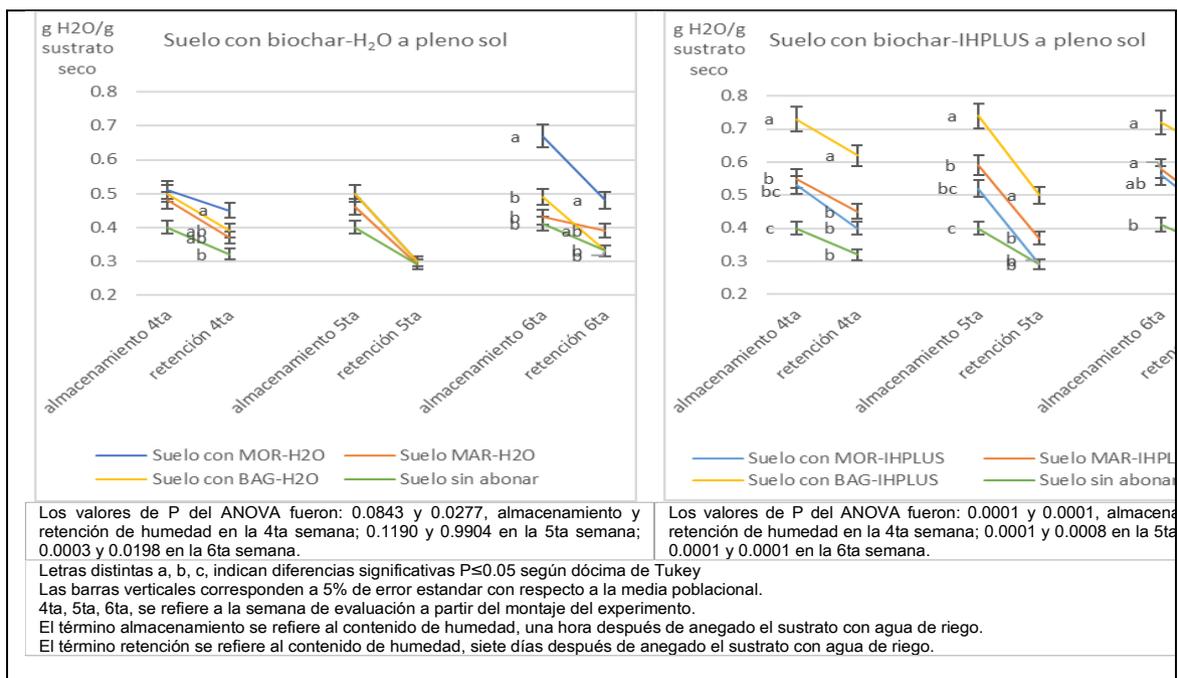
- Aplicación de los bioabonos basados en biochar en sistemas agroenergéticos sostenibles

En los sistemas que integran agricultura-ganadería-energía, basados en principios agroecológicos, se puede esperar que el efecto más relevante del uso de biochar en la cría de animales; por ejemplo, se observa cuando: (1) se agrega biochar al lecho del ganado, reduciendo las emisiones de  $\text{NH}_3$  y  $\text{CH}_4$  y reteniendo nutrientes líquidos en la matriz de biochar; (2) cuando es utilizado para el tratamiento del estiércol antes del compostaje evitando grandes pérdidas de nutrientes; y (3) cuando se usa estiércol líquido y biochar enriquecido con nutrientes para producir un fertilizante avanzado.

En 21 ensayos de campo, Schmidt *et al.* (2017) aplicaron el biochar enriquecido con orina de vaca a razón de 0.5-2 t ha<sup>-1</sup> en la zona de la raíz de 13 cultivos diferentes. Todos los sustratos de biochar enriquecido con nutrientes mejoraron los rendimientos en comparación con sus respectivos controles sin biochar y con biochar solo. Los autores atribuyeron los resultados al efecto del biochar portador de nutrientes, causando una lenta liberación, flujos más balanceados, y reducción de las pérdidas de nutrientes.

Los estudios realizados en Cuba, con bioabonos basados en biochar de distintos orígenes y sustancias de enriquecimiento permitieron identificar como resultados promisorios, los obtenidos con desecho leñoso de morera con microorganismos IHPLUS® BF u orina, leucaena con orina, y bagazo de caña de azúcar con IHPLUS® BF u orina [figura 2], (Pentón et al., 2020b).

Figura 2. Almacenamiento y retención de humedad en el suelo por efecto del biochar



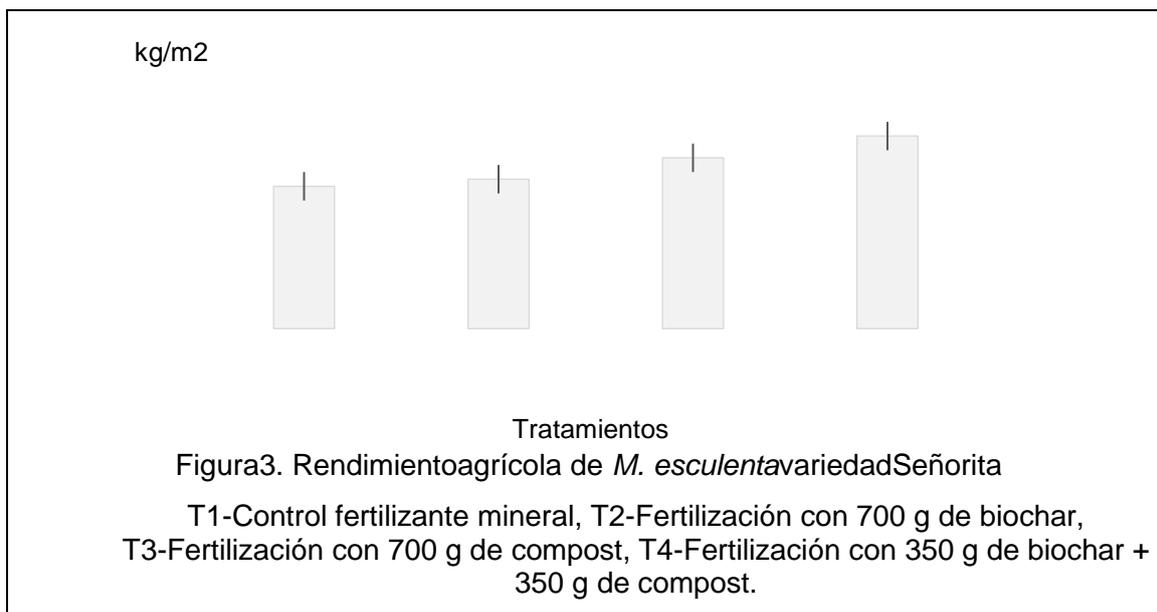
Estos biomateriales obtenidos del enriquecimiento del biochar con microorganismos eficientes, al ser mezclados con el suelo en una proporción volumétrica 1:2 (biochar: suelo), condicionan mejoras en las características físicas y químicas de la rizósfera y coadyuvan a la conservación de indicadores óptimos de calcio (Ca) y magnesio (Mg), fósforo (P), pH, materia orgánica superior y potencial redox óptimo  $Eh(pH7)^1$  en el rango de +400 a +450 mV [tabla 1](Pentón et al., 2021a).

Tratamientos	pH	CE ( $\mu S/m$ )	Eh(pH7) (mV)	Sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix)
Biochar MOR-H2O	9.56b	142.47d	465.90cd	0.00c
Biochar MAR-H2O	11.55a	147.30d	577.68a	0.00c
Biochar BAG-H2O	9.77b	206.50c	546.12b	0.00c
Biochar MOR-IHPLUS	8.34d	157.63d	372.75f	0.23ab
Biochar MAR-IHPLUS	8.93c	162.67d	457.54de	0.20b
Biochar BAG-IHPLUS	6.09e	363.67b	341.90g	0.37a
P	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV	1.46	4.43	1.93	40.50

Los resultados en las fincas agrícolas demostraron que se pueden ampliar las posibilidades de fertilización de los cultivos de tubérculos y raíces, hortalizas, granos y árboles forrajeros y bioenergéticos.

En estudios con el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), la aplicación de bioabono a razón de 700 g/m<sup>2</sup> [biochar inoculado con solución preparada con IHPLUS ® BF (1,5 v) más orina de vaca (0,5 v) más agua (1 v), y su combinación con compost] condicionó un aumento significativo del rendimiento

agrícola, comparado con la fertilización química [figura 3], (Pentón et al., 2020a).



La influencia positiva de los abonos debió estar determinada, por la riqueza de las sustancias nitrogenadas contenidas en el biochar embebido de orina vacuna y la capacidad de los microorganismos nativos presentes en el IHPLUS ® BF para secretar vitaminas, ácidos orgánicos, quelatos y sustancias antioxidantes, que contribuyen a la rápida descomposición de las macromoléculas y estimula el crecimiento de las plantas a ritmos comparables con la fertilización inorgánica; unido al mejoramiento de las condiciones del suelo. Esto fue corroborado también en ensayos realizados en fincas y parcelas de agricultura urbana [figura 3 y 4], (Pentón et al., 2021b).

### Conclusiones:

- Los trabajos realizados a partir de las sinergias y el enfoque interdisciplinario empleado han permitido caracterizar el biochar de marabú, leucaena, morera y bagazo de caña; se demostró su capacidad de retención de nutrientes y agua.
- Los estudios agronómicos demostraron amplias posibilidades de uso de distintas formulaciones de biochar enriquecido con estiércol líquido vacuno o lactofermentados, y del compost enriquecido con microorganismos nativos IHplus.
- Las alternativas orgánicas con biochar provocaron un mejoramiento de los procesos oxido-reducción, un pH más cercano a 7 y una mejor condición aeróbica de la rizósfera.
- La investigación participativa, unida a las acciones de comunicación y capacitación, permitieron difundir y promover el potencial de la tecnología de reciclaje de nutrientes orgánicos y carbono a partir del biochar con un enfoque holístico.

## Referencias bibliográficas

1. Bu Wond, A.; Nova González, A.; Ceccon Rocha, Brisa; Panadés Ambrosio, Elisa; Martín Martín, GJ., Fauré, J. & Jover, JN. (2020). Sistema agroalimentario cubano en tiempos de COVID-19: perspectivas, desafíos y recomendaciones. 16pp
2. Pentón Fernández, Gertrudis, Milera Rodríguez, Milagros de la Caridad & Schmidt, H-P. (2021a). Manual para la elaboración de biochar y microorganismos eficientes IHPLUS® BF. Compilador: Milagros de la C. Milera Rodríguez. Matanzas, Cuba: EEPF IndioHatuey. 32pp. ISBN: 978-959-7138-50-1.
3. Pentón, Gertrudis et al. (2021b). Nuevos abonos organominerales para la fertilización y la restauración del suelo. Informe anual de proyecto. EEPF IndioHatuey. Programa Institucional. Código 10493. Anexo 6. 39 p.
4. Pentón-Fernández, Gertrudis; Martín-Martín, G. J.; Brea-Maure, Odelín; Brunet-Zulueta, J.; Hernández-Santovenia, Orilda & Schmidt, H.-P. (2020a) Efecto de la fertilización orgánica en indicadores morfológicos y agronómicos de dos clones de *Manihot esculenta* Crantz. *Pastos y Forrajes*. 43 (2):159-168.
5. Pentón-Fernández, Gertrudis; Schmid, H. P.; Milera- Rodríguez, Milagros de la C.; Martín-Martín, G. J.; Brea-Maure, Odelin & Brunet-Zulueta, J. Empleo de fertilizantes orgánicos basados en biochar, producidos a partir de residuos agropecuarios. En: Manejo agroecológico de los sistemas agropecuarios. Usos del suelo con abonos y biochar. Compilador: Milagros de la C. Milera Rodríguez. Matanzas, Cuba: EEPF IndioHatuey. 66p. ISBN: 978-959-7138-41-9 (2020b)
6. Schmidt, H.-P., Pandit, B. H., Cornelissen, G. & Kammann, C. I. Biochar-Based Fertilization with Liquid Nutrient Enrichment: 21 Field Trials Covering 13 Crop Species in Nepal. *L. Degrad. Dev.* 28, (2017).
7. Schmidt, H-P. Project "Re-cycling of biomass nutrients and carbon for advanced organic fertilization in an eco-smart and climate positive agriculture on Cuba (Bio-C) (Bio-C, IZ08Z0\_177346). r4d programme Third Thematically Open Call Annex 1b. 23pp (2018)