

Utmach
Calidad, Pertinencia y Calidez



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**BIOCHAR (CARBÓN VEGETAL) COMO ENMIENDA
EDAFICA Y SUMIDERO DE CO₂ PARA OPTIMIZAR LA
NUTRICIÓN Y BAJAR COSTOS DE FERTILIZACIÓN EN
LOS CULTIVOS**



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Científicos andaluces estudian su capacidad para
aumentar la fertilidad del suelo y mejorar las cosechas

Biocarbón, *el abono verde* que combate el cambio climático

E. NAVAS SEVILLA

El biocarbón, también llamado biochar, es un producto similar al carbón que se produce por el calentamiento de materia vegetal en una atmósfera pobre en oxígeno. Por este procedimiento, denominado pirolisis lenta, alrededor de la mitad del carbono de la biomasa queda almacenado en el biocarbón, de ahí que resulte un material beneficioso como sumidero de CO₂ que contribuye a reducir el efecto invernadero.

Sin embargo su uso no es nuevo. Según un estudio de los suelos amazónicos, conocidos como «Terra preta», revela que es un material muy estable que puede permanecer en el suelo entre 500 y 7.000 años. Además se trata de terrenos muy fértiles que sugieren que el biocarbón vendría a mejorar la producción agrícola.

Debido a estas y otras cualidades, los científicos han comenzado a estudiar las características del biochar pro-

cedentes de distintos residuos vegetales y sus efectos sobre las propiedades del suelo y el crecimiento de las cosechas. Las investigaciones se enmarcan en el Proyecto Biocar, (financiado por el Ministerio de Economía y Fondos Feder) y en las que han participado científicos de las universidades de Córdoba, de la Pablo de Olavide de Sevilla y de la empresa Abengoa. Dos recientes trabajos publicados por investigadores de la Universidad cordobesa, desvelan algunas de sus características.

En el primer trabajo, publicado en la revista *Biology and Fertility of Soils*, los científicos cordobeses analizaron el efecto del biocarbón producido a partir de restos de poda del olivo sobre el cultivo del trigo. Para ello, dividieron una parcela experimental en bloques. A la mitad se les añadió biocarbón en una cantidad de 4 kilos por metro cuadrado, mientras que el otro 50% no recibió tratamiento.

Los resultados revelaron que la adi-

ción del biocarbón aumentó la capacidad de retención de agua del suelo y redujo su grado de compactación. «La mejora de las propiedades físicas del suelo puede tener un papel decisivo en climas secos, como el mediterráneo, en el que la baja disponibilidad de agua es un factor limitante para la agricultura», explican sus autores.

Además se pudo comprobar que los suelos que recibieron este producto también aumentaron su contenido en nutrientes. «Vimos que el biocarbón actúa como si fuera una esponja que retiene los nutrientes», explica Rafael Villar, profesor de Ecología de la Universidad de Córdoba y uno de los autores del estudio. Asimismo añade que,

Factor
La mejora de las propiedades del suelo puede tener un papel decisivo en climas secos

aunque no lo observaron directamente, «parece que las plantas desarrollan una mayor proporción de raíces finas que envuelven al biochar».

Esta misma fuente señala que las raíces finas «hacen que la planta asimile mejor los nutrientes y el agua, y ello desemboca en un mejor desarrollo de la planta». A su juicio, todos estos cambios han podido ser responsables del aumento en un 27% de la producción de trigo en las parcelas tratadas con este producto vegetal.

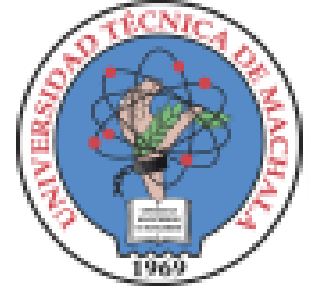
En un segundo trabajo, publicado en la revista *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, los autores evaluaron los efectos del biocarbón procedente de diferentes orígenes, tales como huesos de aceitunas, cáscaras de almendras, paja de trigo, astillas de madera de pino y poda de olivos, sobre plantas de girasol cultivadas en un invernadero experimental, en el que se controlaron las condiciones ambientales. Los resultados evidenciaron que el efecto del biocarbón es diferente según su origen. Algunos son muy porosos, como los que provienen de la paja de trigo, mientras que otros como el de hueso de aceituna son más densos y ello tiene consecuencias sobre la densidad de los suelos.

De todo ello se deriva que, si bien el biochar tiene mucho potencial para mejorar la productividad de los suelos agrícolas «su uso debe basarse en las propiedades específicas de cada biocarbón, prestando especial atención a su efecto sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo», explican los autores del trabajo.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



¿Qué es el biocarbón?

¿De dónde deriva su importancia?

¿Cómo se produce?

¿Cuáles son los beneficios al ser usado en el suelo?



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

¿Qué es el biocarbón?

El biocarbón es el producto de la descomposición térmica de materiales orgánicos (biomasa) con escaso o limitado suministro de oxígeno (pirólisis), a temperaturas relativamente bajas (inferiores a los 700 °C) y que es destinado a uso agrícola.

The International Biochar Initiative (IBI), y científicos que trabajan en su estudio como Lehmann (2009) material pirolizado su destino es la de aplicación como enmienda orgánica de suelos y para el secuestro de carbono en el mismo



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

¿Qué es el Biocarbón?

Este producto es sólido, con altas cantidades de carbono química y biológicamente más estable que la materia orgánica con la que fue producido (Steiner *et al.* 2007), su producción incorpora técnicas eficientes, una considerable reducción de gases y asegura el aprovechamiento de todos los productos obtenidos con la carbonización (Colombo *et al.* 2006).

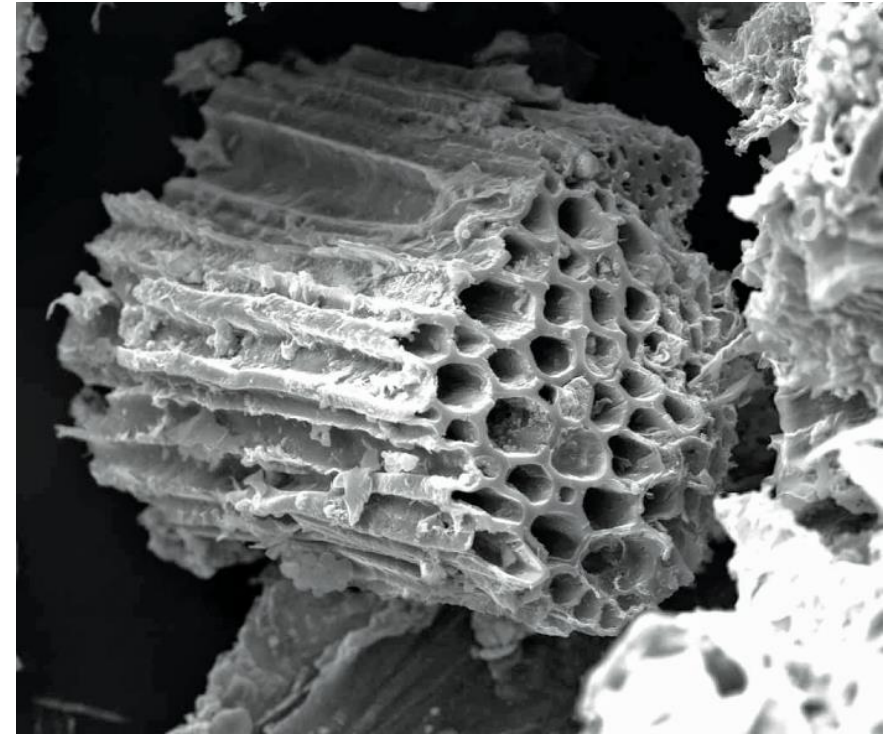
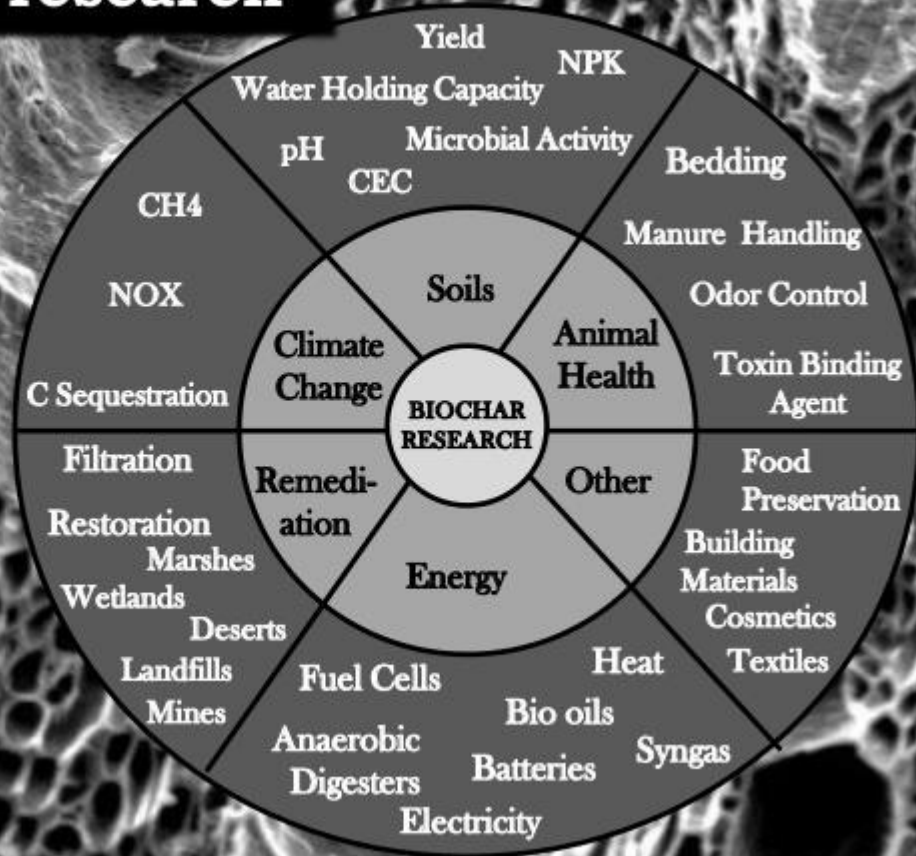
Es carbón vegetal que se obtiene de restos vegetales y residuos de biomasa, que a diferencia del carbón vegetal clásico que es empleado como combustible, el *biochar* o biocarbón no se utiliza como tal, no se quema, sino que se aplica al suelo para mejorar sus propiedades.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

biochar research



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

¿De dónde deriva su importancia?

1. Debido al descubrimiento de partículas similares al carbón en suelos muy fértiles y de alto contenido en carbono del Amazonas en Brasil, denominados localmente como Terra preta do Indio (Lehmann, 2009, Lehmann et al., 2006)
2. Debido a investigaciones publicadas que han demostrado la recalcitrancia de este material frente a otras enmiendas orgánicas y su contribución al incremento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Cheng et al., 2008, Sohi et al., 2009).



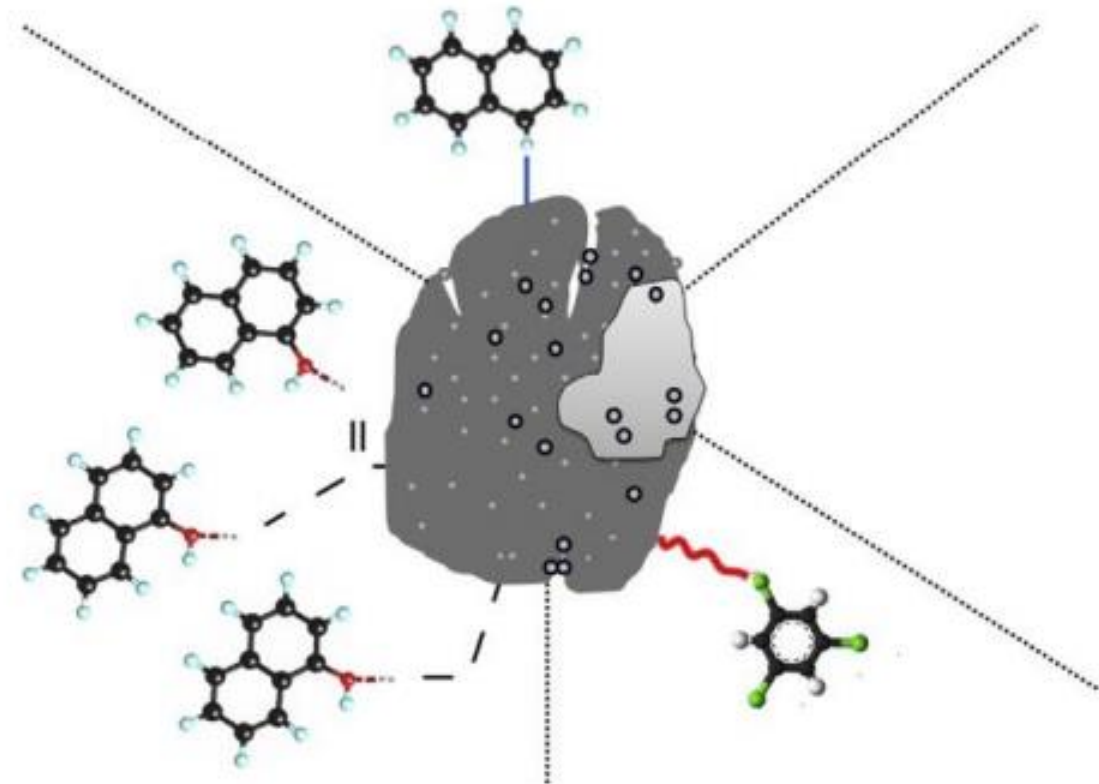
X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Biochar producido a temperaturas $> 400^{\circ}\text{C}$ son eficaces.

Posee una carga negativa que facilita atracción electrostática de compuestos orgánicos cargados.

La absorción de contaminantes orgánicos del agua se produce por su gran área superficial y micro porosidad (Yu et al, 2009; Yang et al, 2010; Lou et al., 2011).



Fuente: Sik Ok (2014)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

El biocarbón presenta una mayor capacidad de intercambio de cationes (CIC) por unidad de carbono que la materia orgánica del suelo (Sombroek et al., 1993)

Adsorción por intercambio. el soluto y el adsorbente se atraen por fuerzas electrostáticas.

Adsorción por fuerzas de Van der Waals. El adsorbato no está fijo en la superficie del adsorbente, sino que tiene movilidad en la interface.

Adsorción química. Sucede cuando hay interacción química entre adsorbato y adsorbente. En este tipo de adsorción el adsorbato sufre una transformación, más o menos intensa, de su naturaleza química



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

¿De dónde se obtiene?

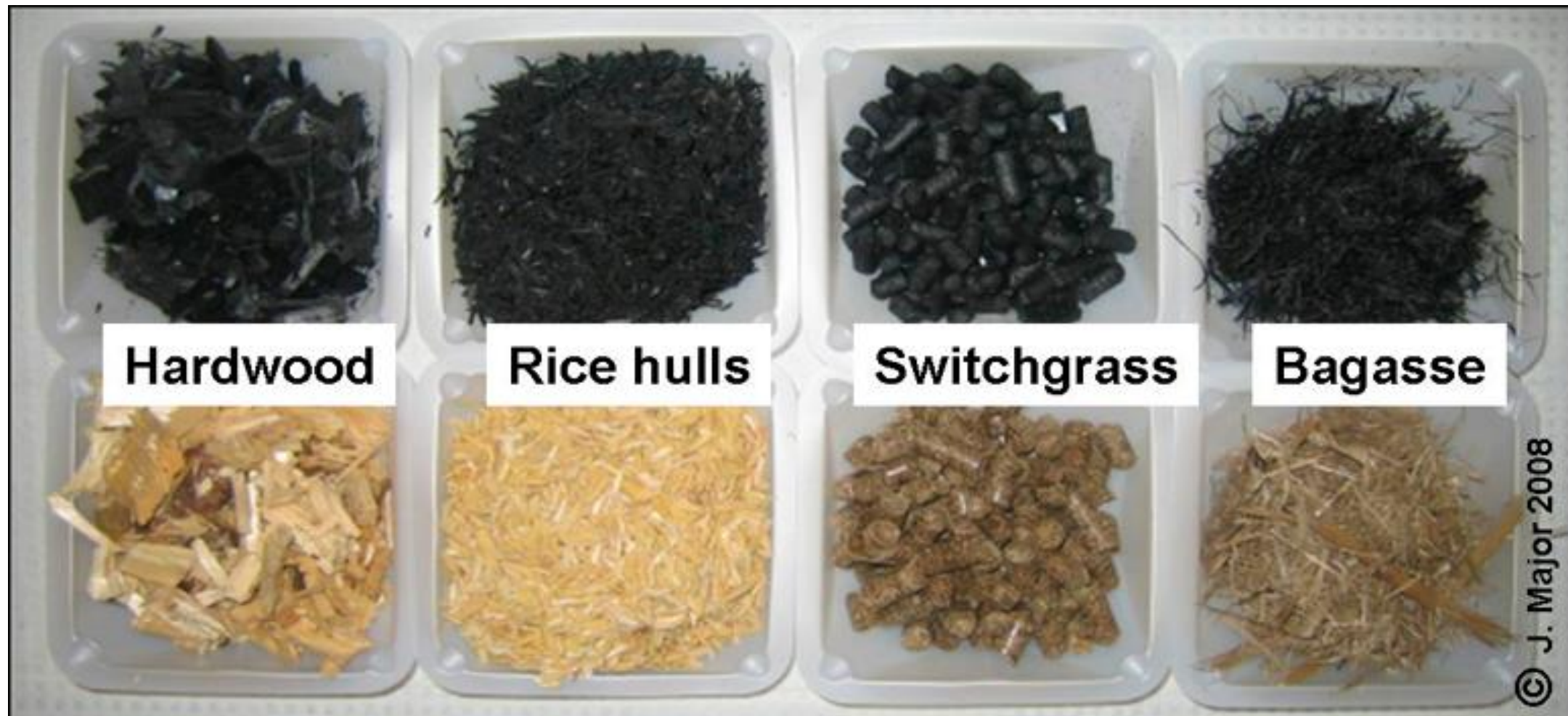
Residuos agrícolas, forestales

Residuos urbanos. (fomentaría su reciclaje).



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

¿De dónde se obtiene?

Lehmann y Joseph (2009) mencionan:

Estiércol seco

Hojas

Residuos de cultivos



Brick (2010) agregó:

Camas de aves

Algas

Cáscaras de naranja, de nueces, café, maní

Lodos residuales.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

¿Cuáles son los beneficios al ser usado en el suelo?

Retención de nutrientes, mejora de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), disminuye la cantidad de aluminio en el suelo (Kimetu *et al.* 2008; Laird *et al.* 2010; Busscher *et al.* 2010).

El biocarbón presenta una mayor capacidad de intercambio de cationes (CIC) por unidad de carbono que la materia orgánica del suelo (Sombroek *et al.*, 1993)

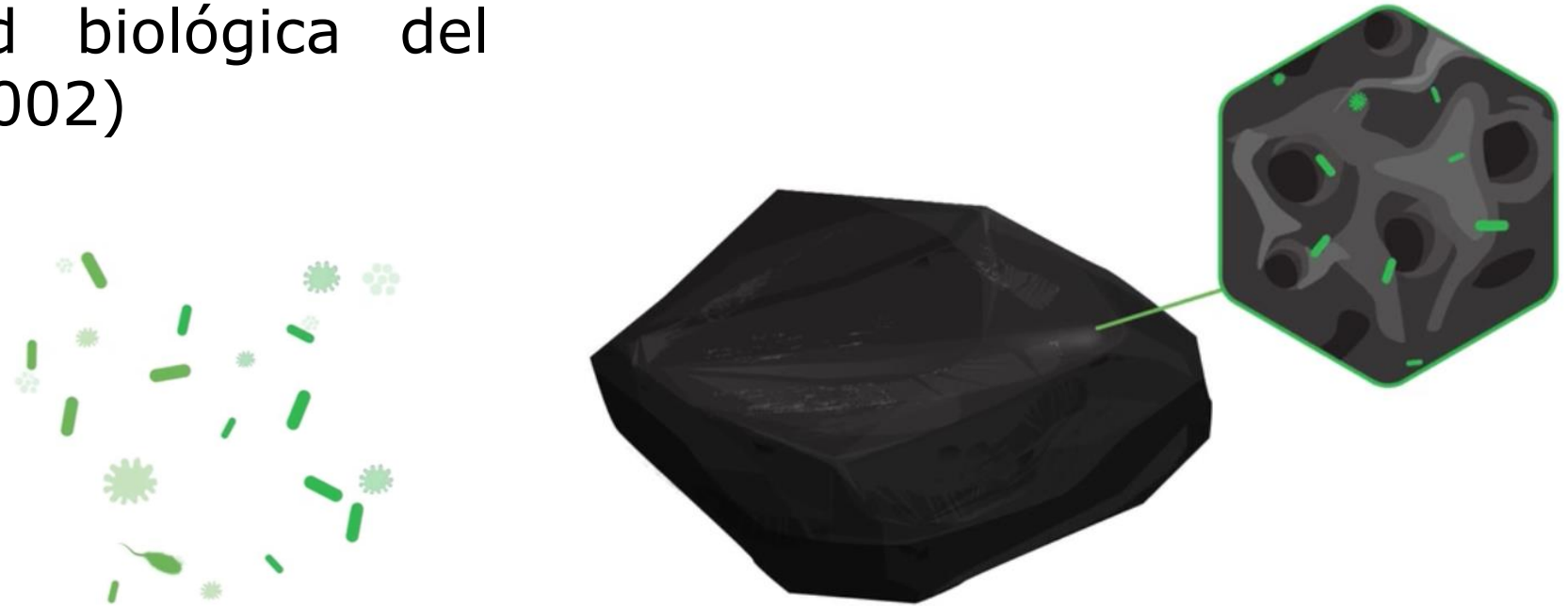


X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

¿Cuáles son los beneficios al ser usado en el suelo?

Mejora la actividad biológica del suelo (Zagal *et al.* 2002)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

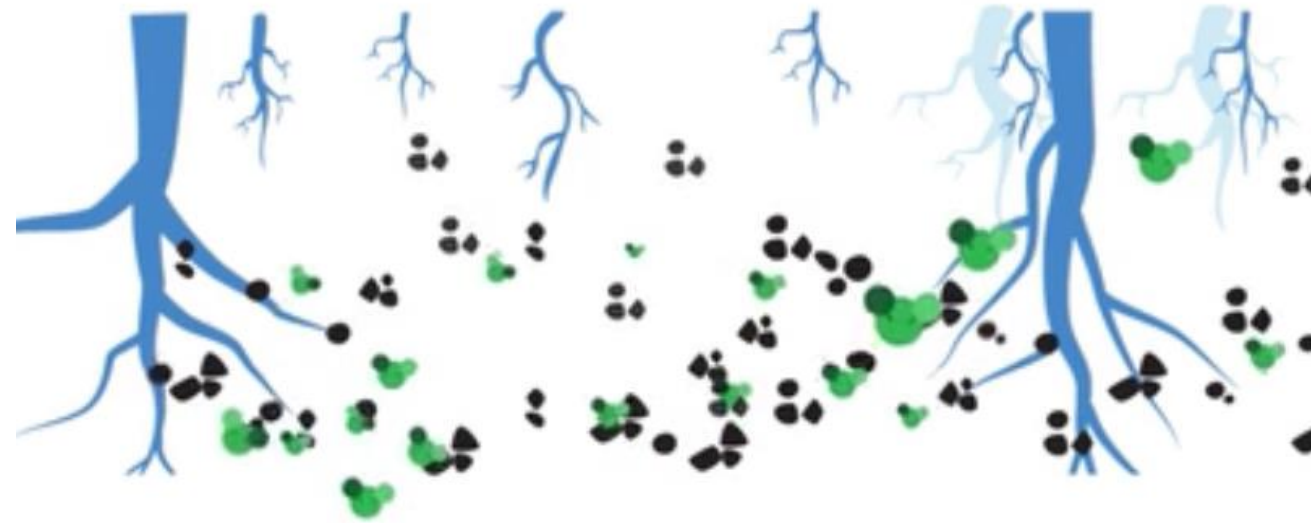
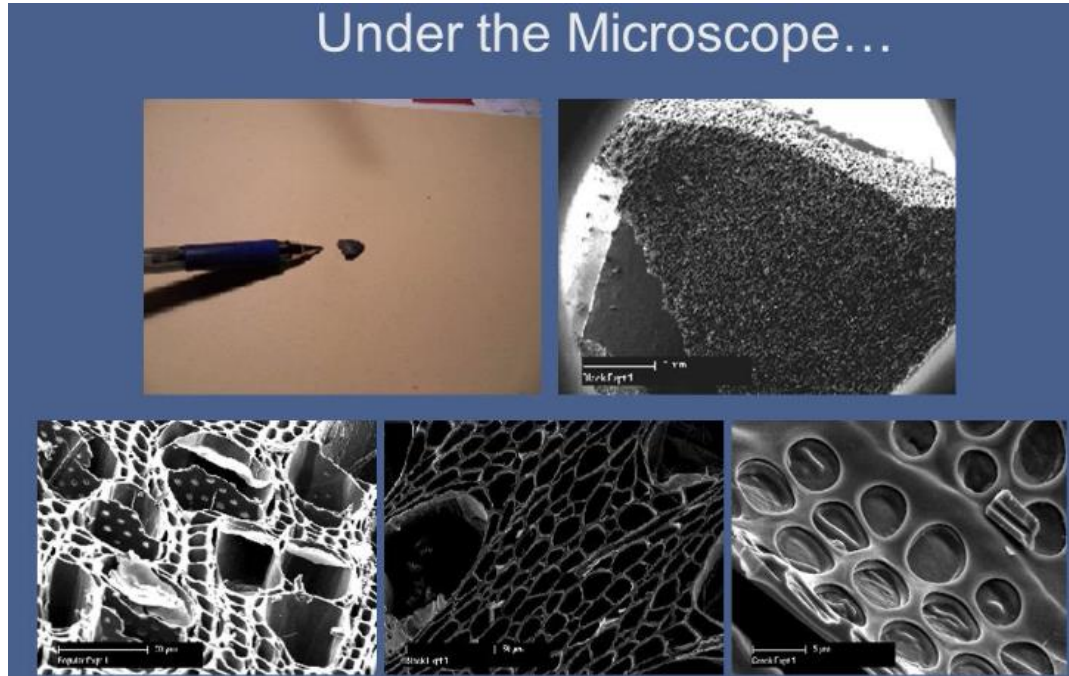
Mejora la producción y rendimiento de los cultivos e incrementa la biomasa (Rondo, 2007; Chan *et al.* 2008 & Kimetu *et al.* 2008).



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Impide la lixiviación de nutrientes y los hace disponibles para las plantas, estimula la simbiosis microbiana y hace más eficiente la aplicación de fertilizantes convencionales (Glaser *et al.* 2002; Lehman *et al.* 2003 & Schmidt, 2012).



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

La aplicación de fertilizantes orgánicos m
de nutrientes en la zona de enraizamiento
degradados y mejoran el crecimiento de la



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

El biochar sostenible es una herramienta poderosamente simple que puede:

- 1) combatir el calentamiento global;
- 2) producir un potenciador del suelo que retiene carbono y hace que el suelo sea más fértil;
- 3) reducir los residuos agrícolas; y
- 4) producir energía limpia y renovable.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



- Mejora la estructura del suelo.
- Incrementa la capacidad de almacenar agua y nutrientes.
- Crea un hábitat único para los microorganismos del suelo

Fuente: Julie Major y Bruno Glaser



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

A Guide to Conducting Biochar Trials



Preparing lump charcoal for soil application in Honduras.
Photo by J. Major.



Biochar field trial with maize in Aurora, NY USA.
Photo by C. Hylton.

Julie Major, PhD
Extension Director for the International Biochar Initiative



www.biochar-international.org

© IBI, 2009

| Treatment | Fertilization | Amendment 1 | Amendment 2 |
|-----------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Standard NPK | | |
| 2 | Standard NPK | 10 tons of carbon/ha as biochar | |
| 3 | Standard NPK | 10 tons of carbon/ha as compost | |
| 4 | Standard NPK | 5 tons of carbon/ha as biochar | 5 tons of carbon/ha as compost |



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Guidelines on Practical Aspects of Biochar Application to Field Soil in Various Soil Management Systems



Photo by Josiah Hunt

Julie Major, PhD
Extension Director
International Biochar Initiative



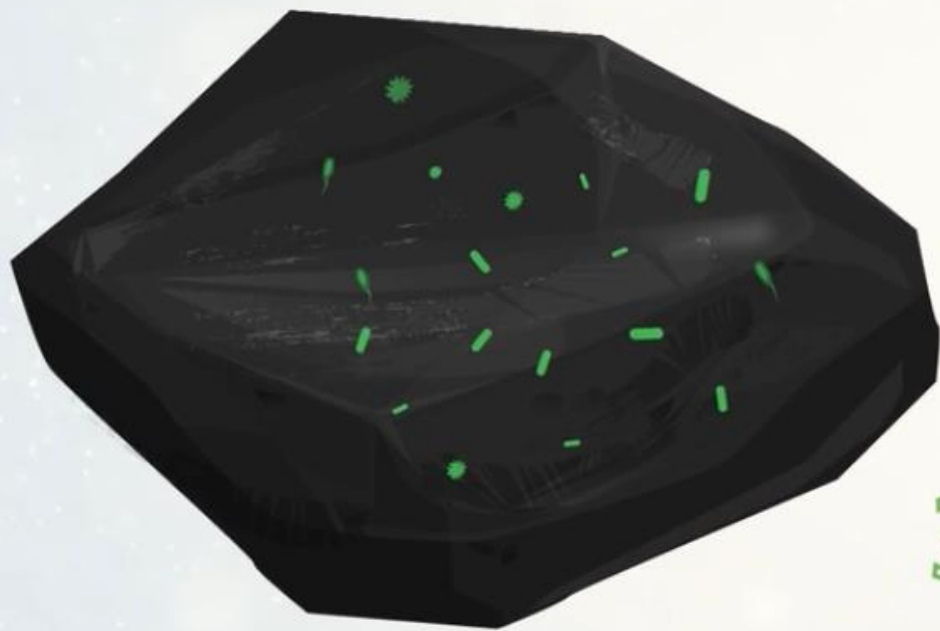
www.biochar-international.org

Clockwise from top left: Biochar losses during handling, transportation to the field, application with a lime spreader and incorporation with a disc harrow during the establishment of a biochar field trial in St-Francois-Xavier-de-Brompton, QC Canada. Photos by B. Husk.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



1. PHYSICAL

2. CHEMICAL

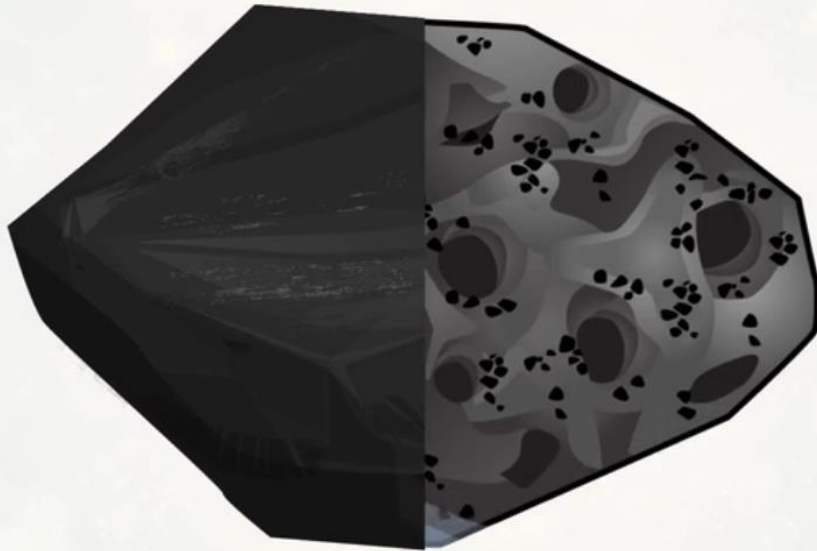
3. BIOLOGICAL



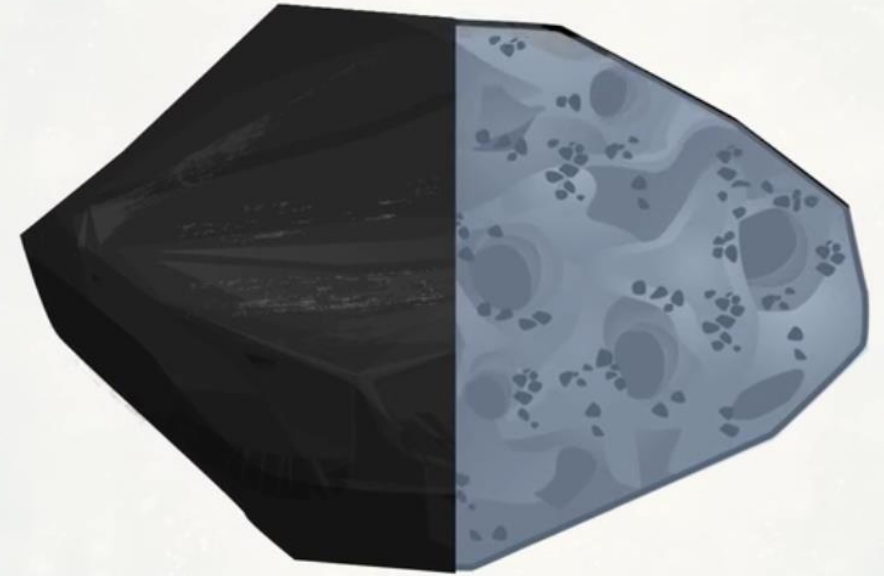
X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

1. PHYSICAL



1. PHYSICAL



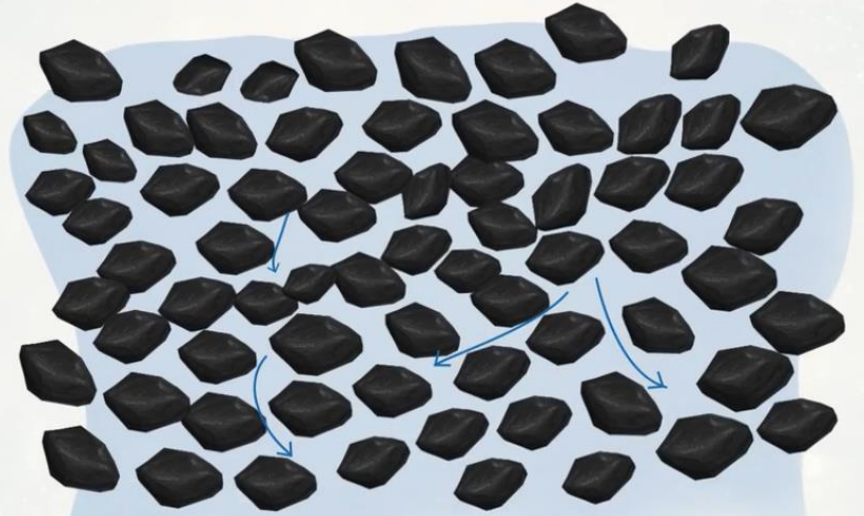
X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

1. PHYSICAL

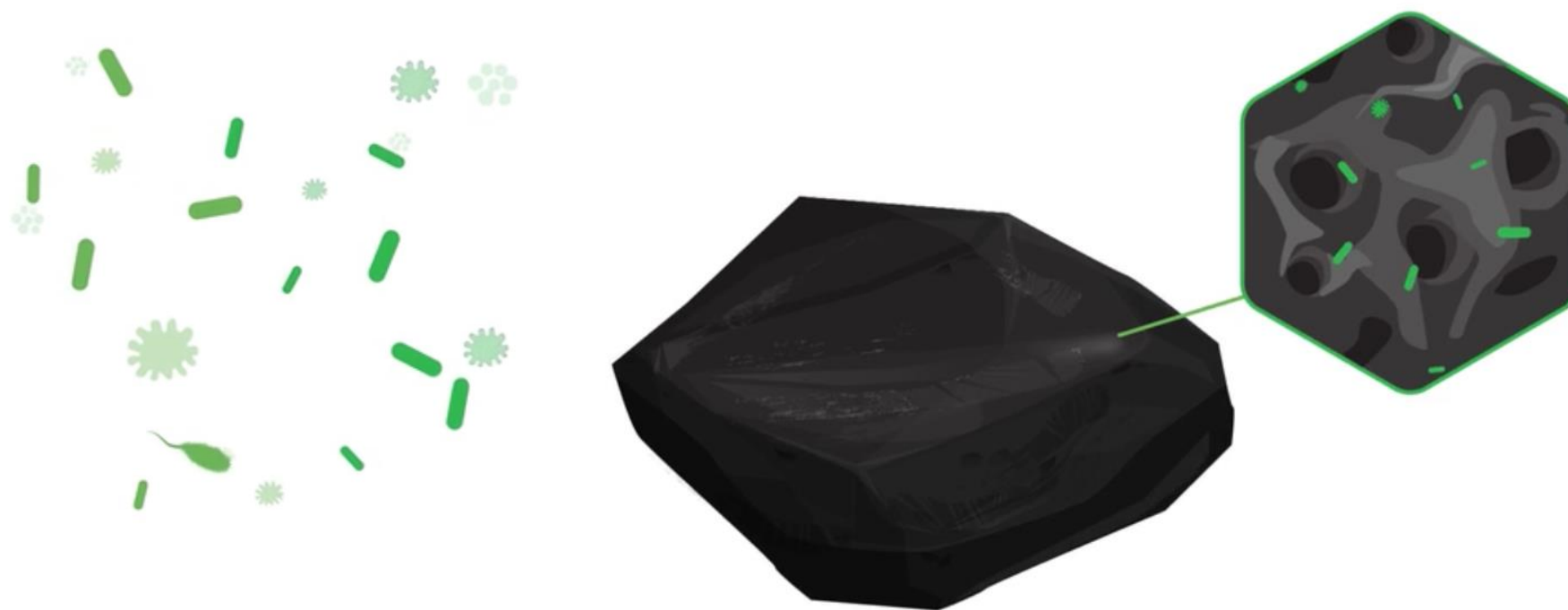


1. PHYSICAL



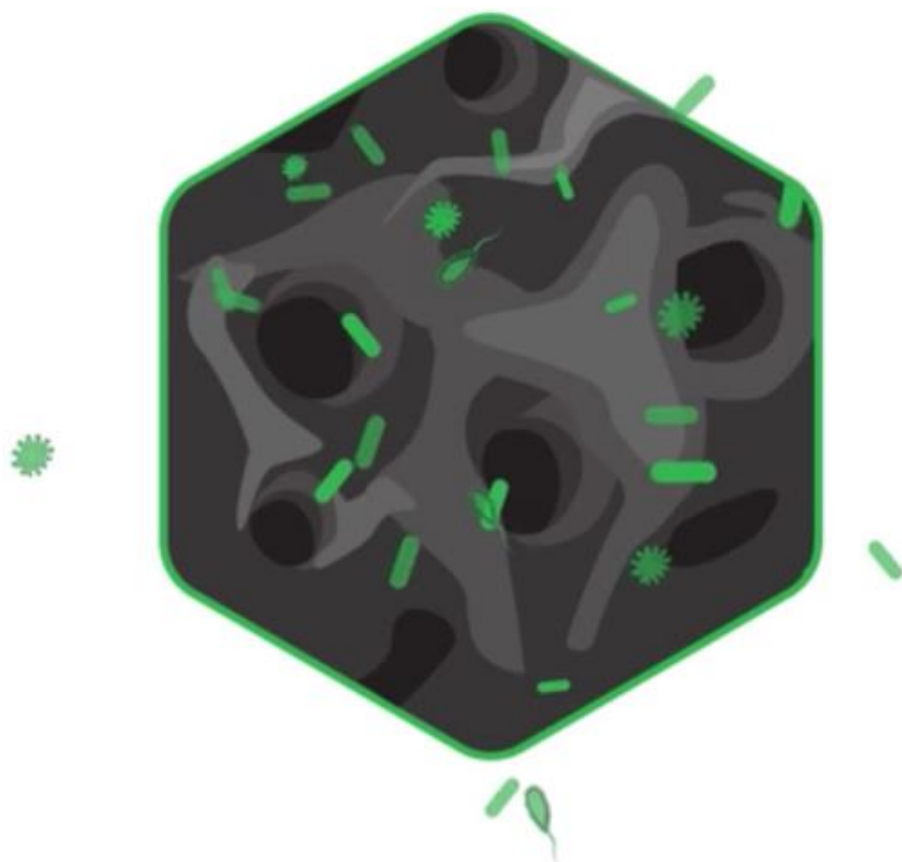
X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

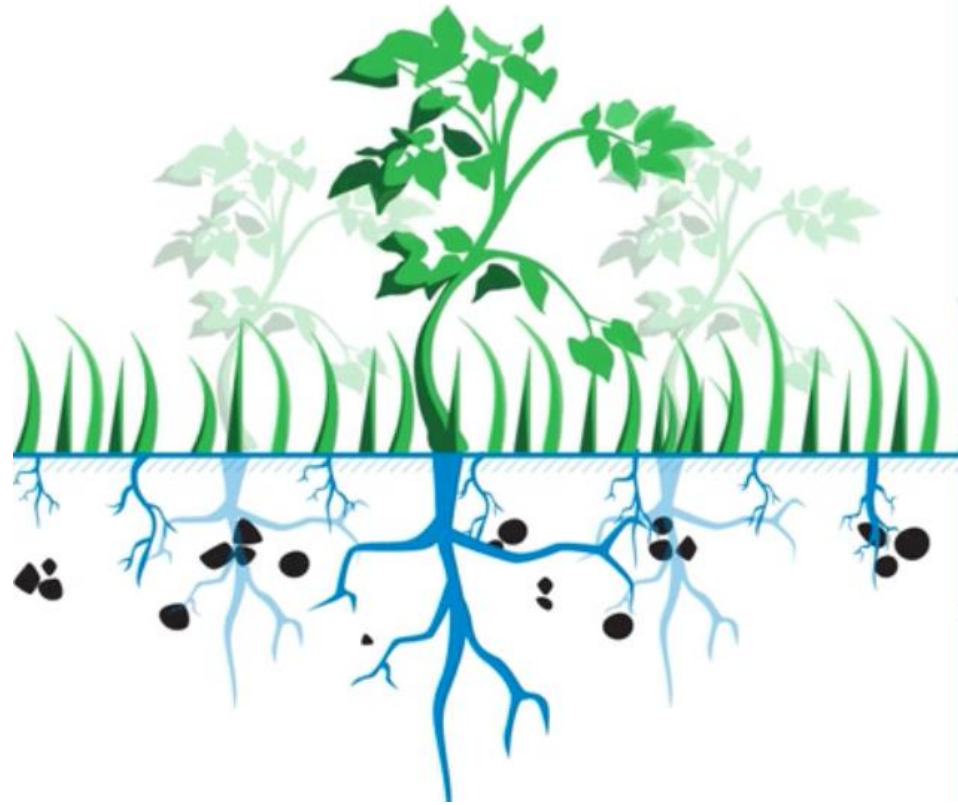


- Pared celular más fuerte
- Neutraliza el pH.
- Mejora el tamaño y distribución de los poros
- Protege contra estrés y enfermedades
- Favorece el aprovechamiento de nutrientes



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

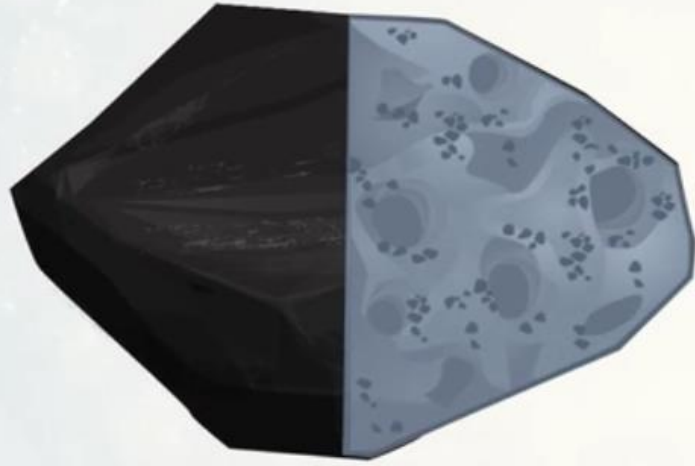


- ✓ Quicker germination
- ✓ Increased root development
- ✓ Better nutrient and water retention
- ✓ Improved survivability



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

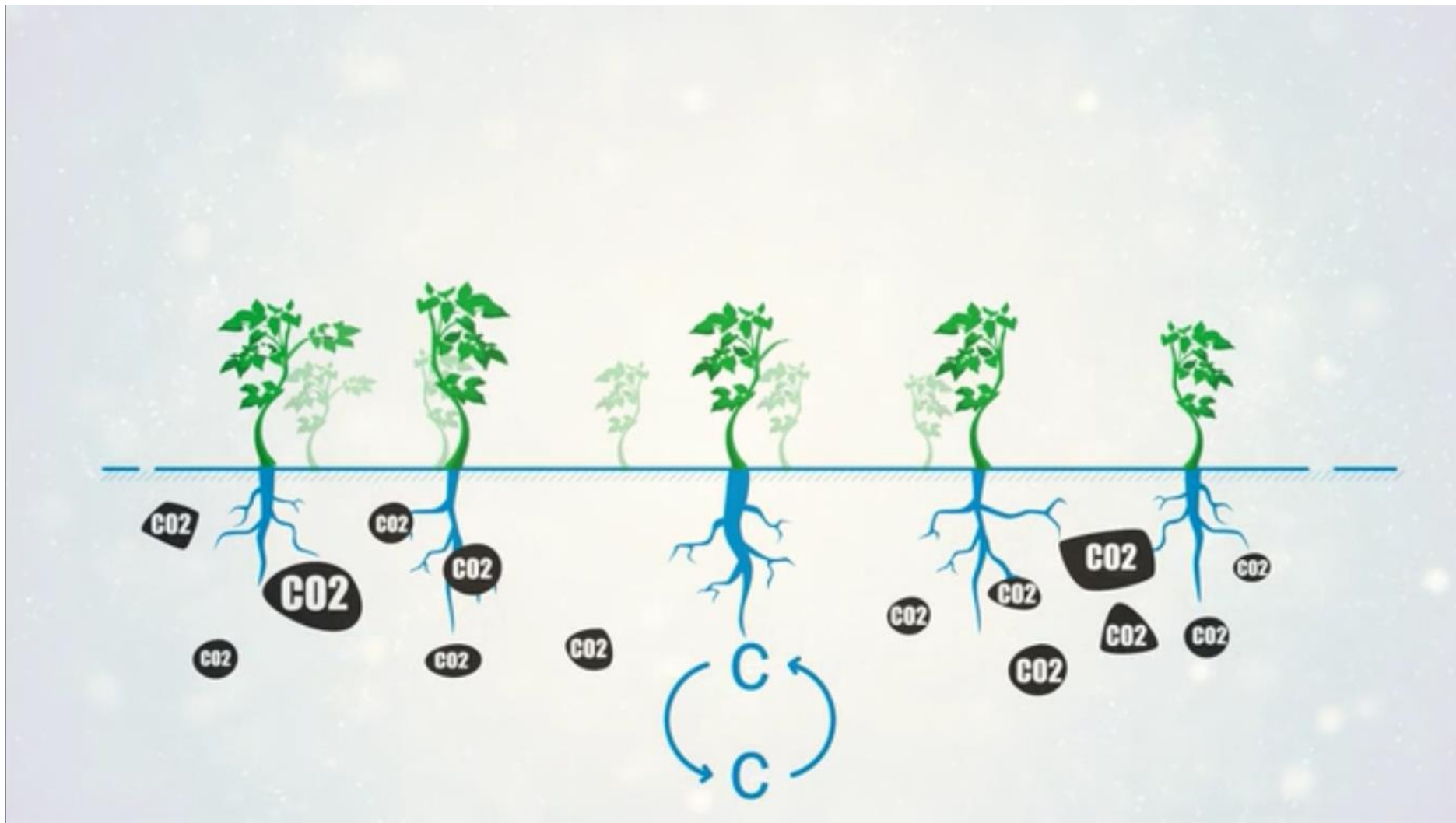


- ✓ CONSISTENT
- ✓ DURABLE
- ✓ GRANULAR MATERIAL
- ✓ HIGH IN FIXED ORGANIC CARBON



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

FEEDSTOCKS
 Biochar production processes utilize cellulosic biomass such as wood chips, corn stover, rice and peanut hulls, tree bark, paper mill sludge, animal manure and most urban, agricultural and forestry biomass residues.

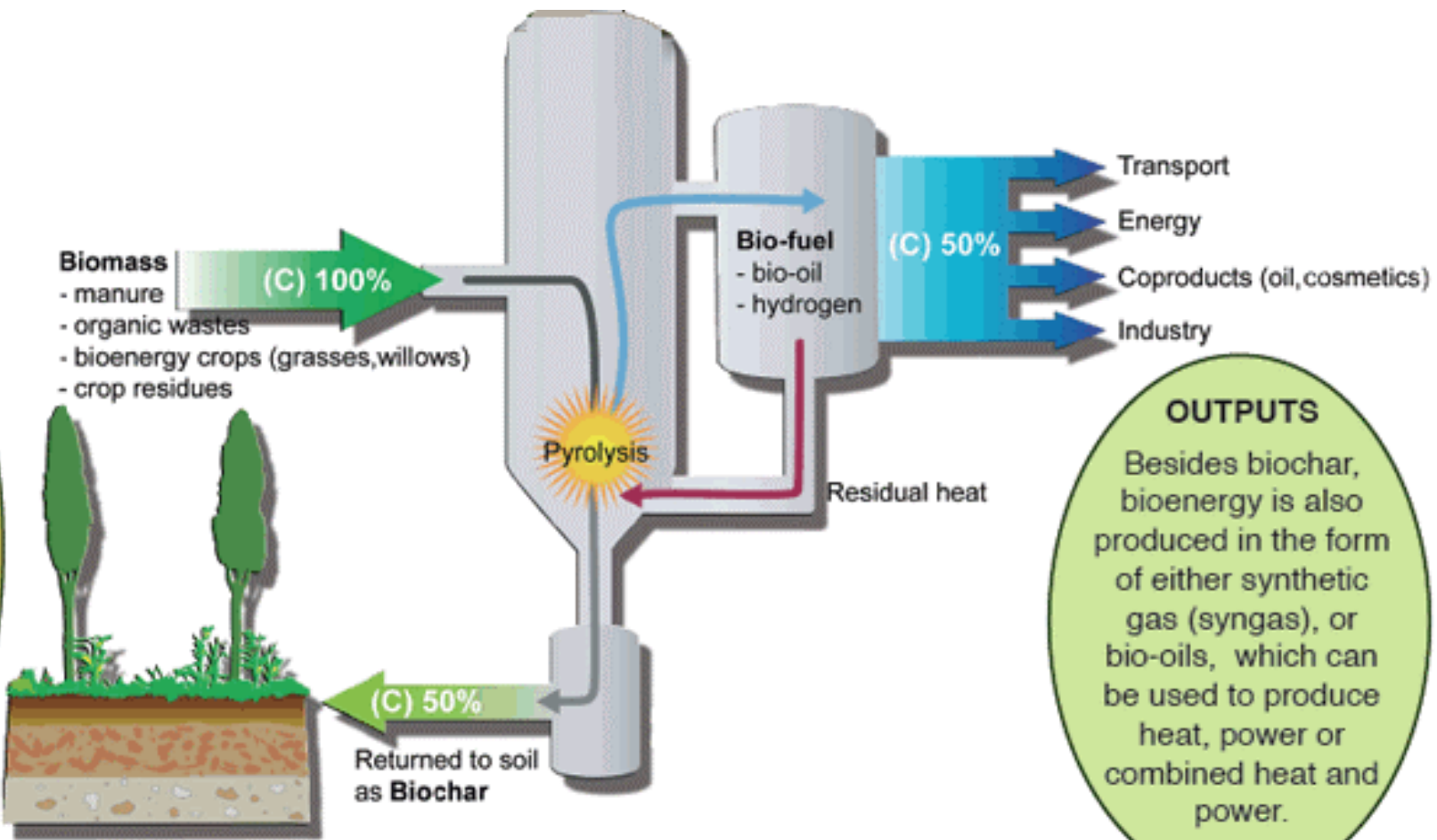


Diagrama de producción de biochar

Fuente: Johannes Lehmann



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

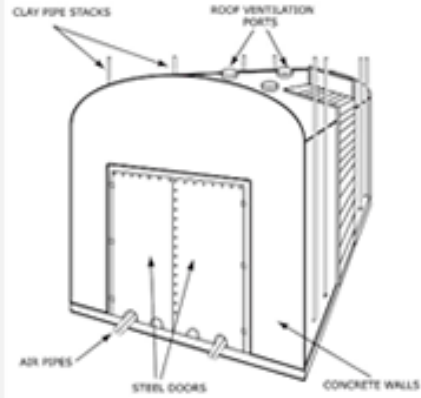


X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

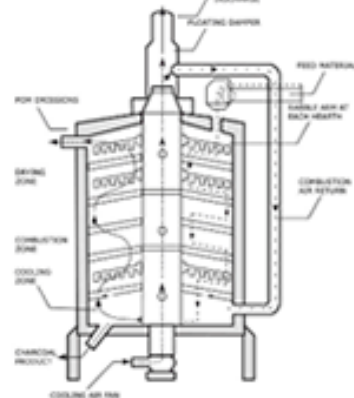
17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Unidades de alimentación flexibles con cogeneración de energía.

Missouri-type charcoal kiln



Continuous multiple hearth kiln



Este pirolizador de flujo continuo de Pro Natura hace biochar para granjas en Senegal



Este reactor de pirólisis rotativa de 3R Agrocarbon produce biochar y gas de síntesis.

Fuente: From [Biochar for Environmental Management](#), Capítulo 8, adaptado de: FAO (1983); Whitehead (1980); Maxwell (1976); y Radian Corporation (1988)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



[SOBRE IBI](#)

[SOBRE BIOCHAR](#)

[RECURSOS](#)

[CERTIFICACION / FORMACION](#)

[NOTICIAS](#)

[AFILIACIÓN](#)



 [INICIAR SESIÓN](#)

[Casa](#) | [Estufas de biochar](#)



[REGISTRO DE NOTICIAS](#)

[HAZTE MIEMBRO](#)

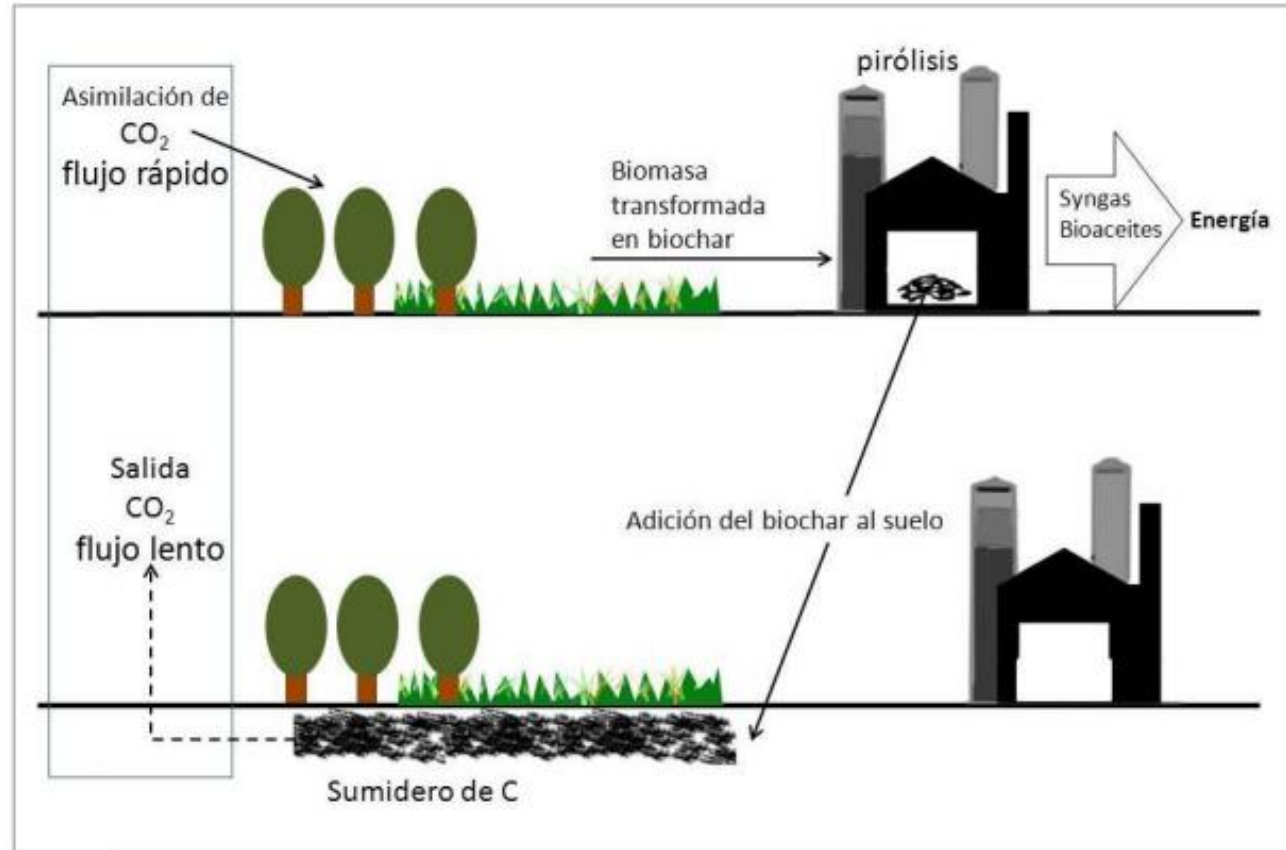
ESTUFAS DE BIOCHAR



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Biochar como sumidero de carbono



Impacto del biochar sobre el ciclo de C (reducción de las emisiones de CO_2 hacia la atmósfera).



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Table 9.26 Average concentrations of heavy metals in ash fractions of bark, woodchip and sawdust incinerators

| Element | Bottom ash | | Cyclone fly-ash | | Filter fly-ash | |
|---------|------------|---------|-----------------|---------|----------------|----------|
| | Average | St.dev. | Average | St.dev. | Average | St.dev. |
| Cu | 164.6 | 85.6 | 143.1 | 46.7 | 389.2 | 246.4 |
| Zn | 432.5 | 305.2 | 1870.4 | 598.5 | 12,980.7 | 12,195.9 |
| Co | 21.0 | 6.5 | 19.0 | 7.3 | 17.5 | 5.2 |
| Mo | 2.8 | 0.7 | 4.2 | 1.4 | 13.2 | 9.8 |
| As | 4.1 | 3.1 | 6.7 | 4.3 | 37.4 | 41.4 |
| Ni | 66.0 | 13.6 | 59.6 | 19.0 | 63.4 | 35.4 |
| Cr | 325.5 | 383.0 | 158.4 | 61.0 | 231.3 | 263.7 |
| Pb | 13.6 | 10.4 | 57.6 | 20.5 | 1053.3 | 1533.0 |
| Cd | 1.2 | 0.7 | 21.6 | 8.1 | 80.7 | 59.2 |
| V | 43.0 | 10.0 | 40.5 | 16.6 | 23.6 | 9.1 |
| Hg | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 1.47 | 2.05 |

Regulatory limits in various jurisdictions:

Zn = 416 and 700 mg/kg in EU and Canada

Ni = 47 mg/kg EU

Cr = 93 and 100 mg/kg in EU and Australia

Cd = 1.4, 20, and 3 mg/kg in EU, AU and Canada



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Tabla 1. Composición Química de la Cascarilla de Arroz y de las Cenizas de la Cascarilla de Arroz

| CASCARILLA DE ARROZ | | CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ | |
|---------------------|-------|--|-------|
| Componente | % | Componente | % |
| Carbono | 39,1 | Ceniza de Sílice(SiO ₂) | 94,1 |
| Hidrógeno | 5,2 | Oxido de Calcio (CaO) | 0,55 |
| Nitrógeno | 0,6 | Oxido de magnesio (MgO) | 0,95 |
| Oxígeno | 37,2 | Oxido de Potasio (K ₂ O) | 2,10 |
| Azufre | 0,1 | Oxido de Sodio(Na ₂ O) | 0,11 |
| Cenizas | 17,8 | Sulfato | 0,06 |
| | | Cloro | 0,05 |
| | | Oxido de titanio (TiO ₂) | 0,05 |
| | | Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) | 0,12 |
| | |) | |
| | | Otros componentes (P ₂ O ₅ , F ₂ O ₃) | 1,82 |
| Total | 100,0 | Total | 100,0 |

Fuente: 1. Varón C.J. Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz. El Hombre y la Máquina 2005, 25. 128-135
 2. Peña S, Zambrano G. Hormigón Celular con la Utilización de Materiales Locales. Tesis De Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2001

| CARBÓN ANTRACITA | | | |
|----------------------------------|----------------|-----------|--------------------|
| Determinación | Como se Recibe | Base Seca | Método ASTM |
| Humedad Residual | 2,12% | | D-3303-02 |
| Cenizas | 2,04% | 2,58% | D-5142-04 |
| Materia Volátil | 14,06% | 14,44% | D-5142-05 |
| Carbono Fijo | 81,78% | 84,88% | D-3172-89 (02) |
| Azufre | 0,68% | 0,71% | D-4239-04 A METH 8 |
| Poder Calorífico bruto Kcal./Kg. | 7.968,00 | 8.166,00 | D-5855-04 |
| Hidrogeno | 2,54% | 2,57% | D-3178 |
| Nitrógeno | 1,28% | 1,29% | D-3179 |
| Oxigeno | 2,16% | 2,23% | D-3178 |
| Índice de Hinchamiento (FSI) N° | 0 | 0 | |

| Tipo | Antracita | Hulla | Lignito | Turba |
|-----------------------------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
| Porcentaje carbono | 95 % | 85 % | 75 % | 50 % |
| Poder calorífico aprox. (kcal/kg) | 8 000 | 7 000 | 6 000 | 2 000 |
| Procedencia | Era Primaria | Era Primaria | Era Secundaria | Muy reciente |



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Johannes Lehmann

Universidad de Cornell

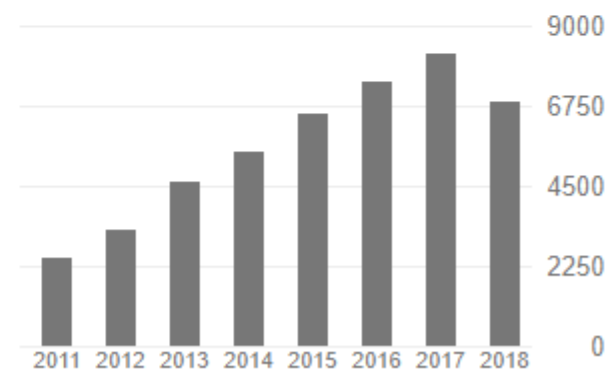
Correo electrónico verificado en cornell.edu

SEGUIR

Citado por [VER TODO](#)

| | Todas | Desde el 2013 |
|------------|-------|---------------|
| Citaciones | 50951 | 39254 |
| índice h | 96 | 81 |
| i10-index | 292 | 263 |

| TÍTULO | CITADO POR | AÑO |
|--|------------|------|
| Biochar para la gestión ambiental: ciencia, tecnología e implementación J Lehmann, S Joseph Routledge | 2517 | 2015 |
| Persistencia de la materia orgánica del suelo como una propiedad del ecosistema MWI Schmidt, MS Torn, S Abiven, T Dittmar, G Guggenberger, ... Nature 478 (7367), 49 | 2186 | 2011 |
| Secuestro de biocarbón en ecosistemas terrestres: una revisión J Lehmann, J Gaunt, M Rondon | 2139 | 2006 |



<https://scholar.google.com/citations?user=DbRhb7UAAA&hl=en>

El biocarbón como una posible estrategia contra las enfermedades

La resistencia es la capacidad de un organismo para excluir o superar, completamente o en algún grado, el efecto perjudicial de un patógeno o varios (Agrios 1998). Resistencia inducida en plantas es un fenómeno, que una vez estimulada apropiadamente esta se muestra de forma espontánea (Van Loon 1997). La resistencia inducida puede ser por infección del mismo o de otro patógeno, inoculación de algún organismo no patógeno, tratando la planta con compuestos obtenidos del propio patógeno o por compuestos naturales en residuos carbonizados de la planta (Agrios 1998).



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

El biocarbón como remediador del suelo contaminado

El biochar también puede actuar como enmienda (Karamy et al. 2009; Kookana y Paz-Ferreiro et al. 2009) demostrando que adsorber físicamente los herbicidas y reducir su disponibilidad.



Niveles máximos de Cadmio en Cacao Santandereano



Nivel máximo admisible 0,1 mg/kg

70 veces la concentración permitida!



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Effects of soil amendments on cadmium transfer along the lettuce-snail food chain: Influence of chemical speciation

Yi-Min Wang^{a,b}, Dou-Dou Tang^a, Xiao-Hui Zhang^a, Minori Uchimiya^c, Xu-Yin Yuan^{a,*}, Ming Li^d, Yao-Zu Chen^a

^a Key Laboratory of Integrated Regulation and Resource Development on Shallow Lakes, Ministry of Education, College of Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China
^b Key Laboratory of Soil Environment and Pollution Remediation, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China
^c USDA-ARS Southern Regional Research Center, 1100 Robert E. Lee Boulevard, New Orleans, LA 70124, United States of America
^d MCC Huatian Nanjing Engineering & Technology Corporation, Nanjing 210019, China

HIGHLIGHTS

GRAPHICAL ABSTRACT



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

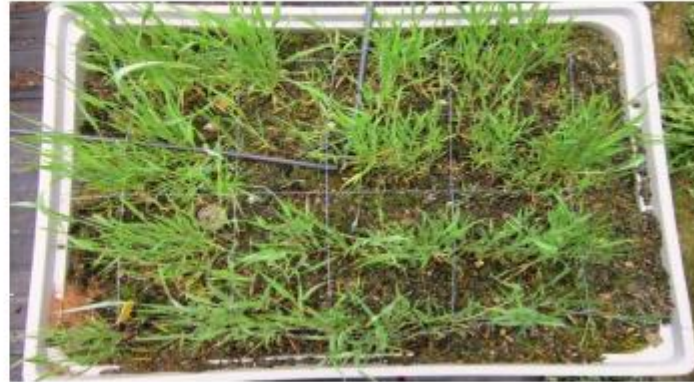
17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

El biocarbón como remediador del suelo

Control



Biochar+Fe(II)+CaCO₃



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Caso: Cultivo de Banano UTMAACH



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Caso: Cultivo de Banano

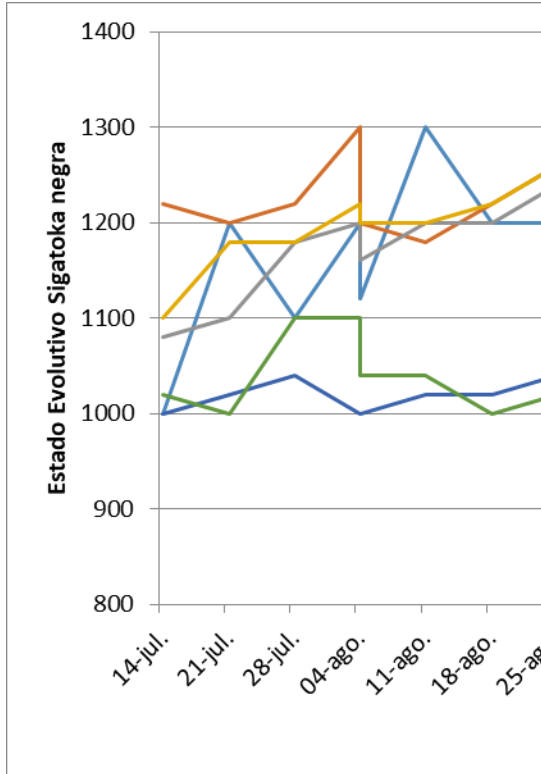


X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación

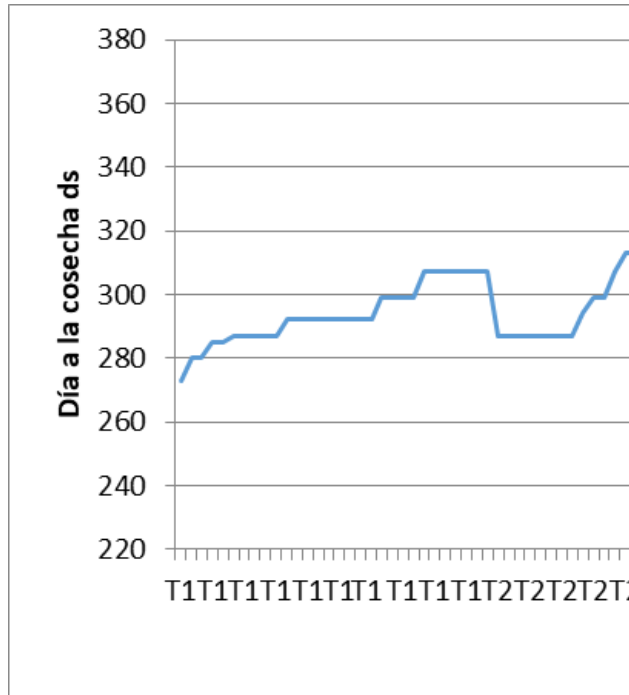


X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación m



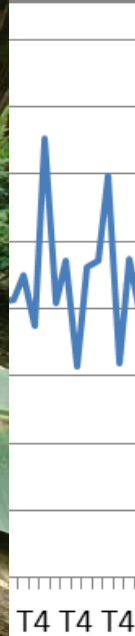
X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación mayo 2017-mayo 2018

- T1: FOSSIL SHELL FLOUR + Biocompost
- T2: Fertilizante 1.7 Conversión
- T3: FOSSIL SHELL FLOUR + Biocompost + ME
- T4: 1.7 Conversión + MM
- T5: FOSSIL SHELL FLOUR + Biocompost + MM + Biocarbón
- T6: 1.7 Conversión + MM + Biocarbón



Repeticiones por tratamiento



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Mezcla para fertilización con biocompost, fossil shell flour y biocarbón.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Fertilización



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Fertilización

10% de la fertilización edáfica NPK + microelementos (Convencional)

15% de la fertilización edáfica NPK + microelementos (Orgánica)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Medición de °Brix/Hoja



Medición de °Brix/Fruta



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Porcentaje de raíz sana



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

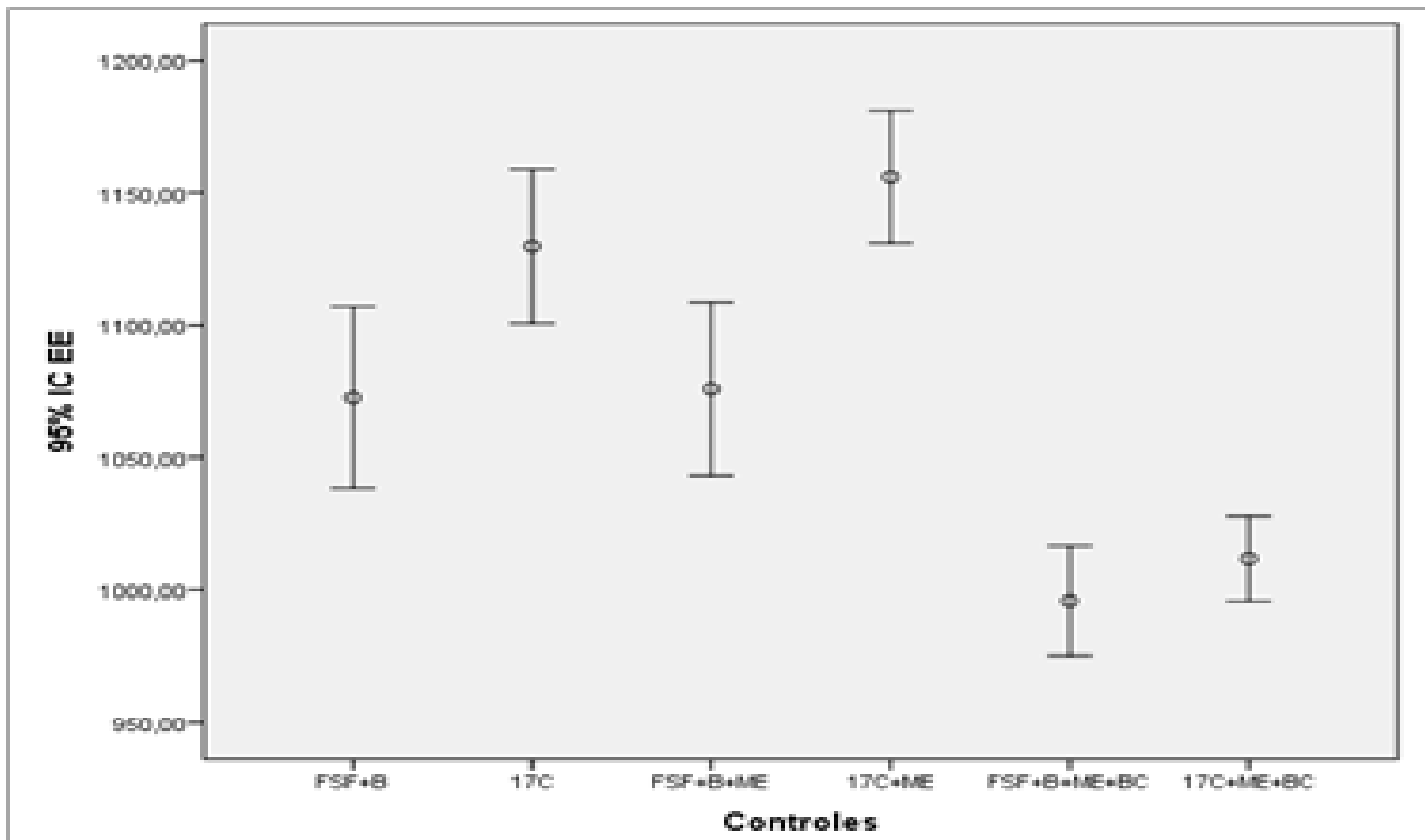
17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Cosecha



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Estado evolutivo de la enfermedad



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

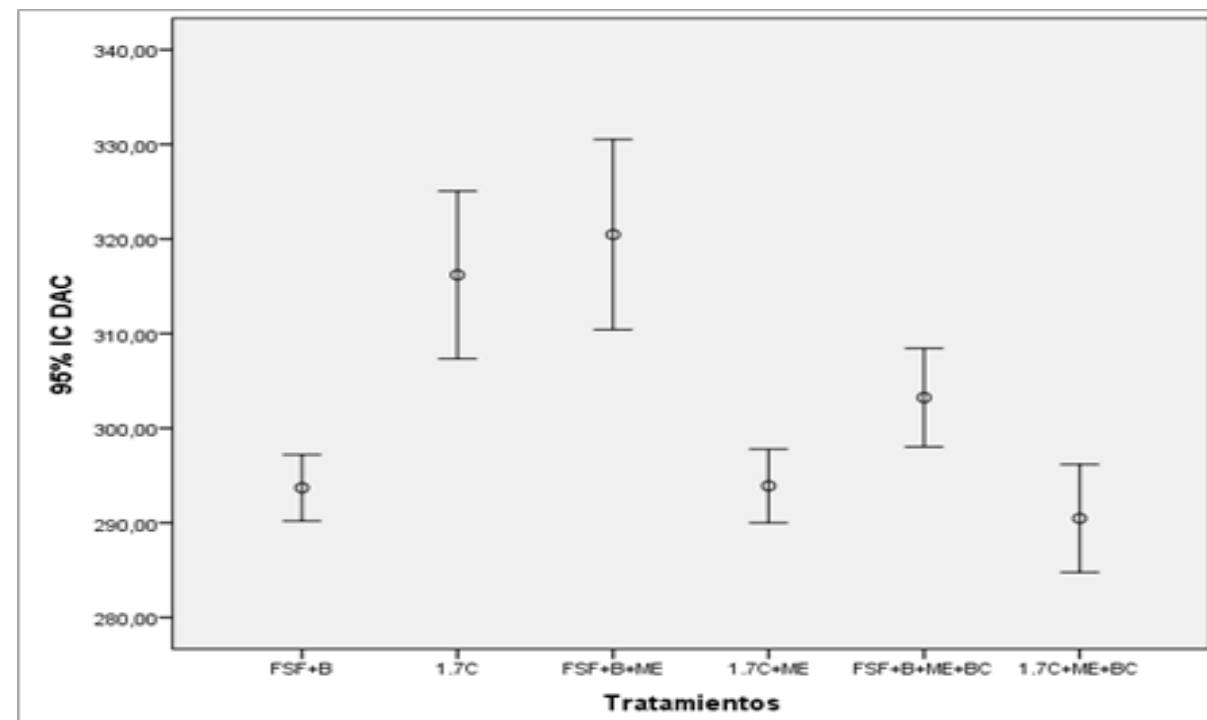
17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

DAC

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|----|------------------------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | | | | |
| 1.7C+ME+BC | 30 | 290,4667 | | |
| FSF+B | 30 | 293,7000 | | |
| 1.7C+ME | 30 | 293,9000 | | |
| FSF+B+ME+BC | 30 | 303,2333 | 303,2333 | |
| 1.7C | 30 | | 316,2000 | 316,2000 |
| FSF+B+ME | 30 | | | 320,4667 |
| Sig. | | ,067 | ,060 | ,939 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30,000.



Días a la cosecha (DAC)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Días a la cosecha (DAC)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

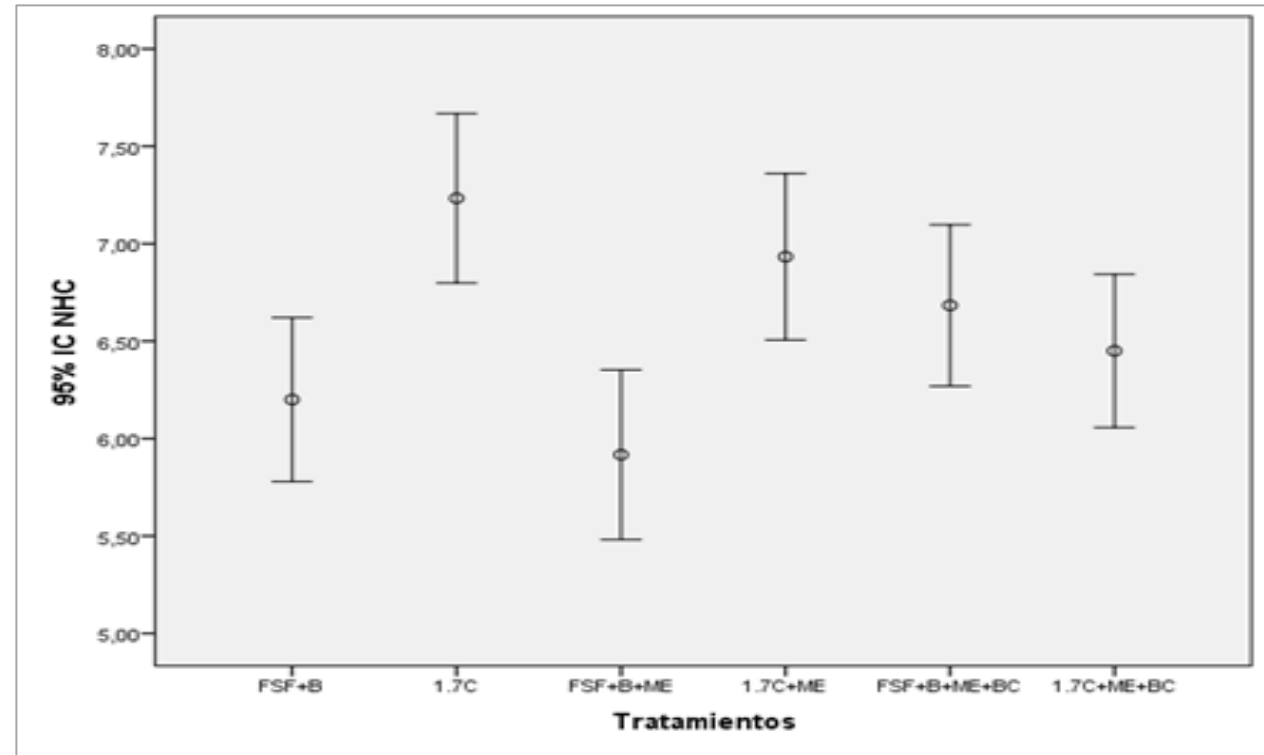
17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Número de hojas a la cosecha (NHC)

| | | NHC | | | |
|---------------------------|--------------|-----|------------------------------|--------|--------|
| HSD de Tukey ^a | Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
| | | | 1 | 2 | 3 |
| | FSF+B+ME | 30 | 5,9167 | | |
| | FSF+B | 30 | 6,2000 | 6,2000 | |
| | 1.7C+ME+BC | 30 | 6,4500 | 6,4500 | 6,4500 |
| | FSF+B+ME+BC | 30 | 6,6833 | 6,6833 | 6,6833 |
| | 1.7C+ME | 30 | | 6,9333 | 6,9333 |
| | 1.7C | 30 | | | 7,2333 |
| | Sig. | | ,095 | ,125 | ,083 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30,000.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

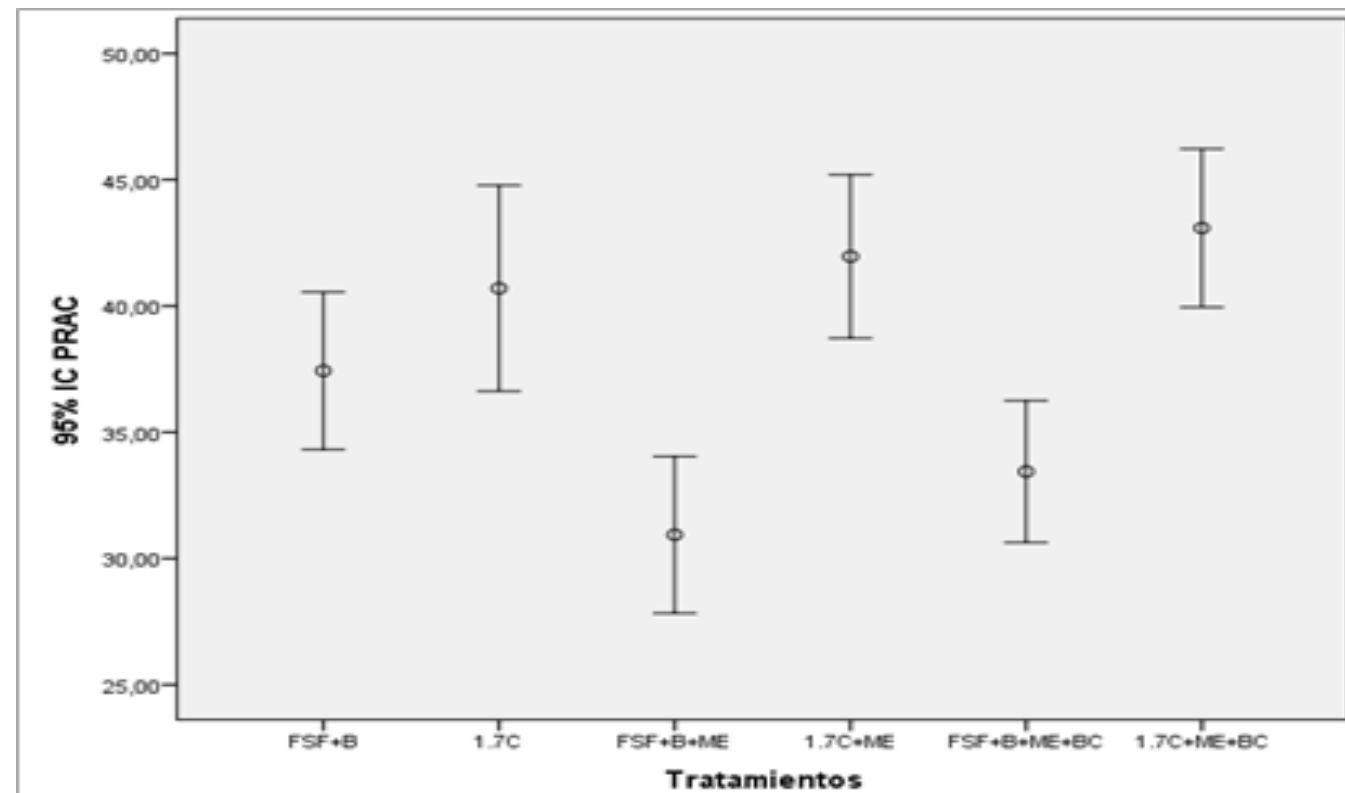
Peso del racimo (PRAC)

PRAC

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|---------------------------|----|------------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| HSD de Tukey ^a | | | |
| FSF+B+ME | 30 | 30,9360 | |
| FSF+B+ME+BC | 30 | 33,4403 | |
| FSF+B | 30 | 37,4340 | 37,4340 |
| 1.7C | 30 | | 40,6987 |
| 1.7C+ME | 30 | | 41,9617 |
| 1.7C+ME+BC | 30 | | 43,0873 |
| Sig. | | ,051 | ,130 |

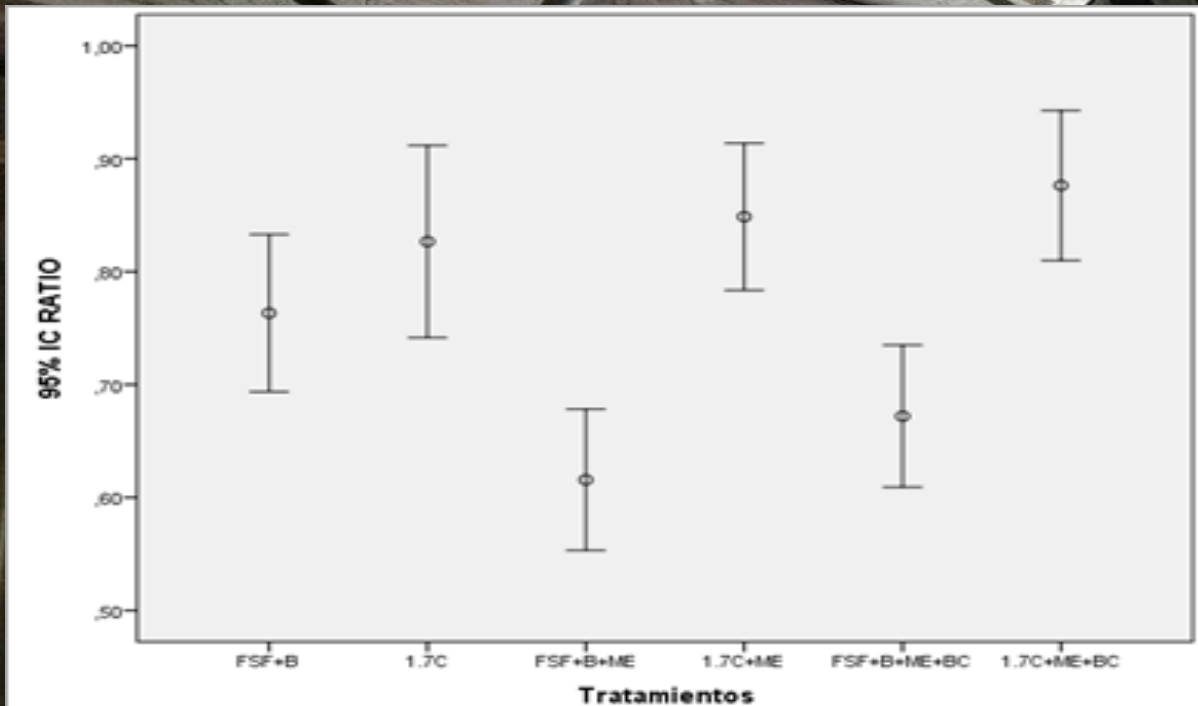
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30,000.

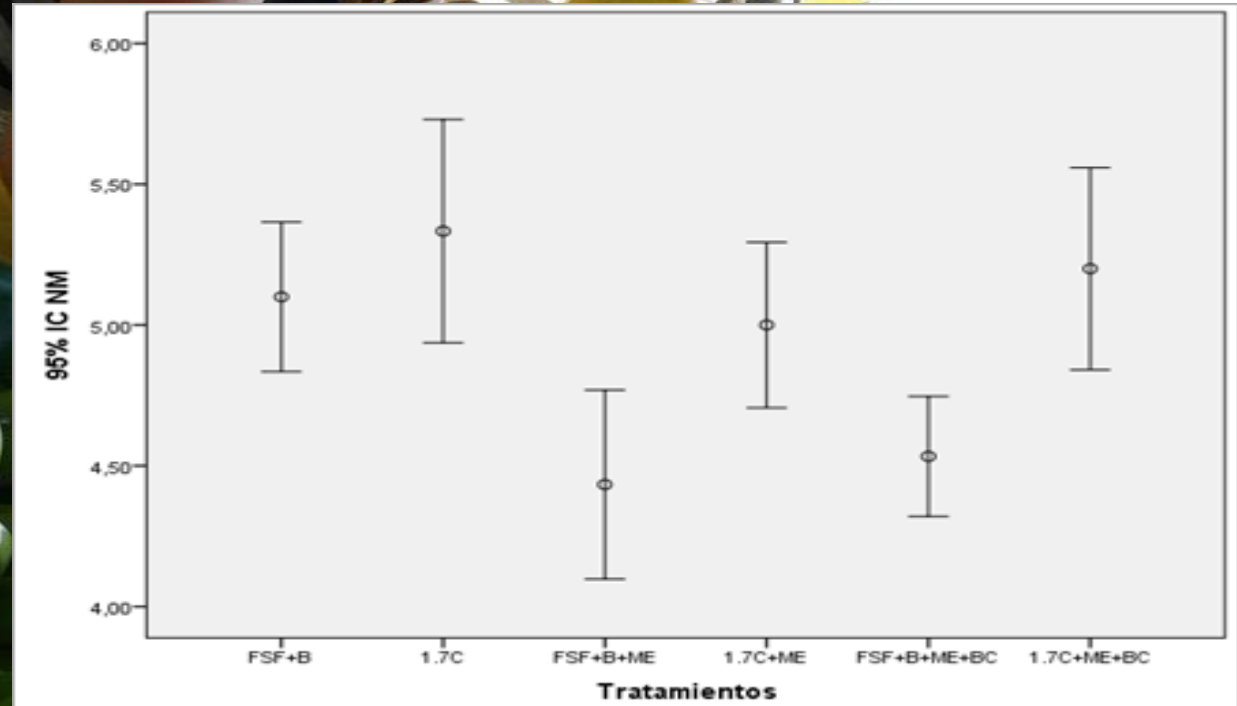


X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Ratio



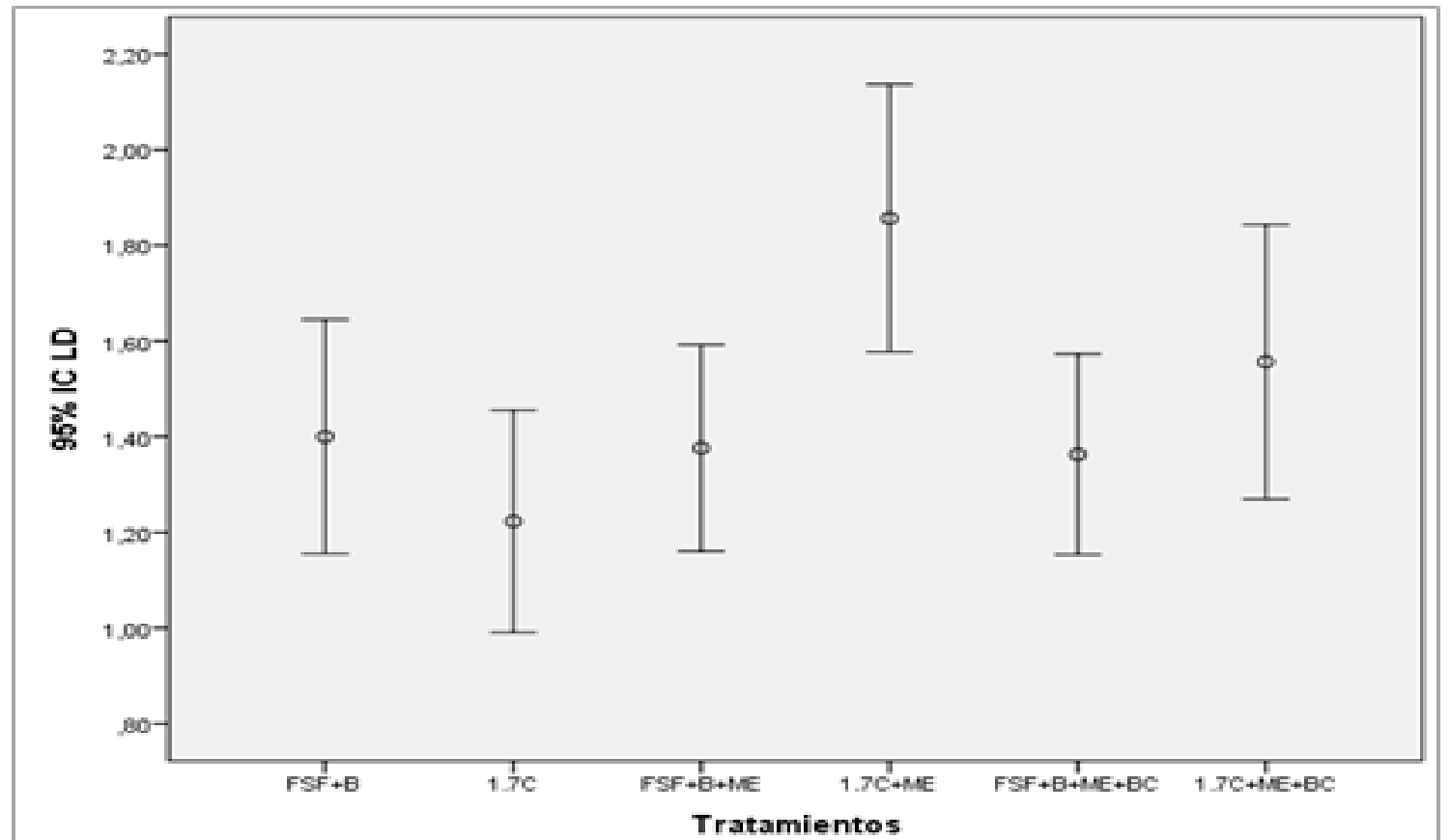
Número de manos (NM)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

El látex cumple la función de retrasar el tiempo de maduración e inclusive puede suprimir la formación de hongos y bacterias (Ramírez *et al.*, 2011)



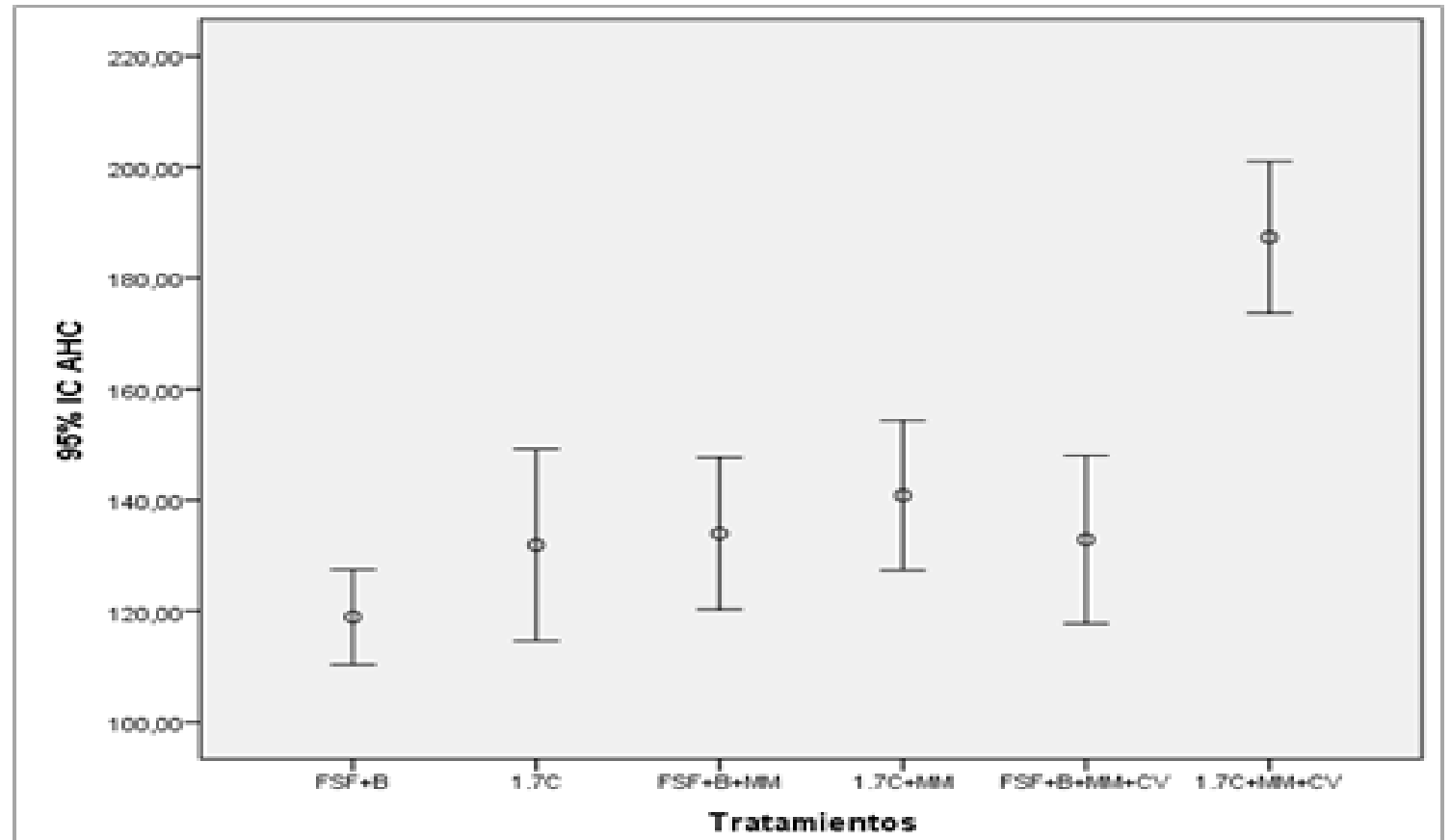
Látex del dedo (LD)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

El biocarbón incrementa la biomasa y estimula la simbiosis microbiana con los ME, hace más eficiente la aplicación de fertilizantes convencionales (Schmidt, 2012), la mezcla de fertilizantes con biocarbón mejoran la producción y el crecimiento de las plantas (Steiner et al. 2007).

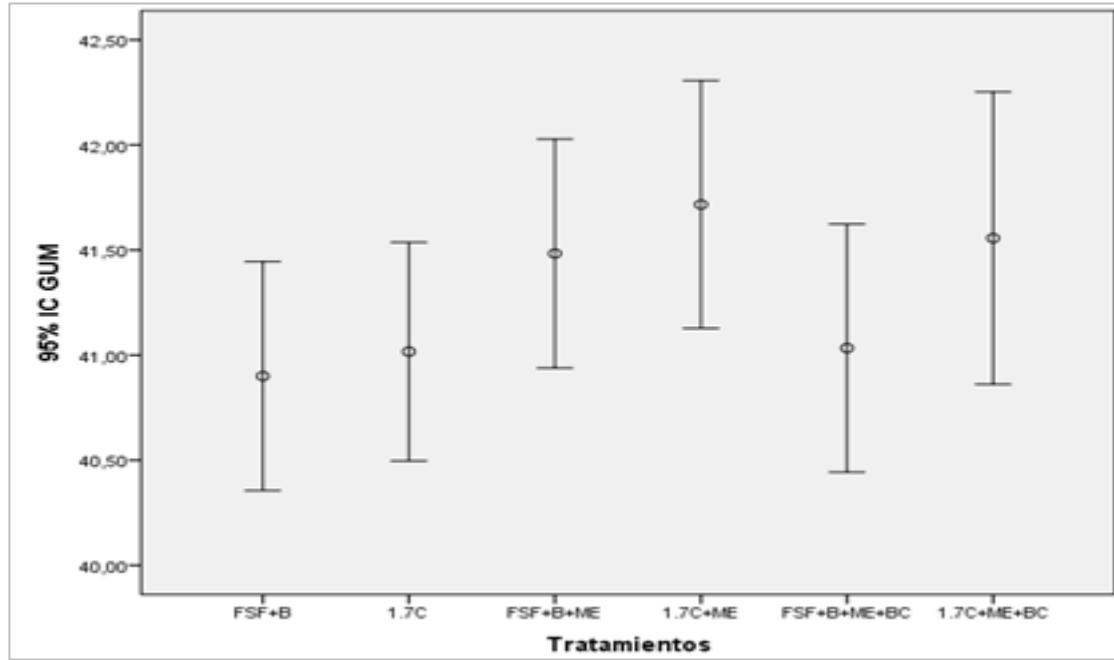


Altura del hijo a la cosecha

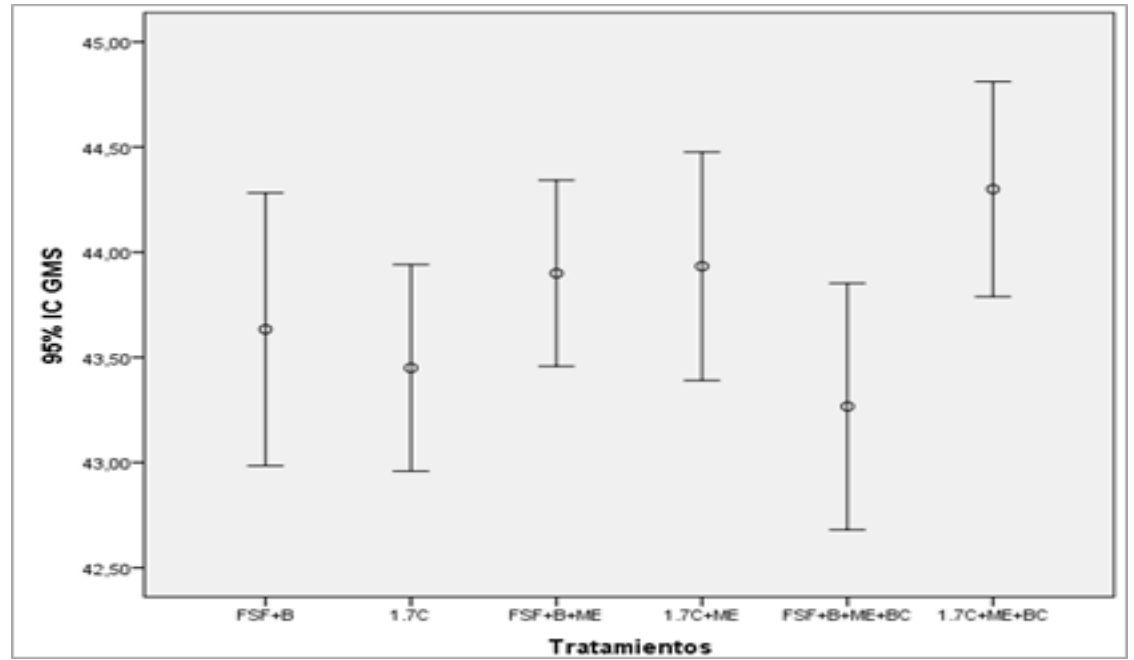


X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Grado de la última mano (GUM)



Grado de la mano del sol (GMS)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Valoración de contenido nutricional de la fruta cosechada a través de la relación °Brix/Hoja y °Brix/Fruto

GBH

HSD de Tukey^a

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|--------------|---|------------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| 1.7C | 5 | 7,3000 | |
| FSF+B | 5 | | 9,9000 |
| 1.7C+ME | 5 | | 10,0000 |
| FSF+B+ME+BC | 5 | | 10,2000 |
| 1.7C+ME+BC | 5 | | 10,6000 |
| FSF+B+ME | 5 | | 10,7000 |
| Sig. | | 1,000 | ,235 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.

GBF

HSD de Tukey^a

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|--------------|---|------------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1.7C | 5 | 15,2000 | | |
| FSF+B+ME | 5 | | 19,0000 | |
| 1.7C+ME+BC | 5 | | 19,0000 | |
| 1.7C+ME | 5 | | 19,2000 | |
| FSF+B | 5 | | 20,1000 | 20,1000 |
| FSF+B+ME+BC | 5 | | | 20,8000 |
| Sig. | | 1,000 | ,229 | ,685 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,000.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

PRS

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|--------------|---|------------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| 1.7C | 3 | 63,3233 | |
| 1.7C+ME | 3 | 68,6500 | 68,6500 |
| 1.7C+ME+BC | 3 | | 74,7167 |
| FSF+B+ME | 3 | | 75,2133 |
| FSF+B | 3 | | 75,6333 |
| FSF+B+ME+BC | 3 | | 76,1900 |
| Sig. | | ,577 | ,246 |

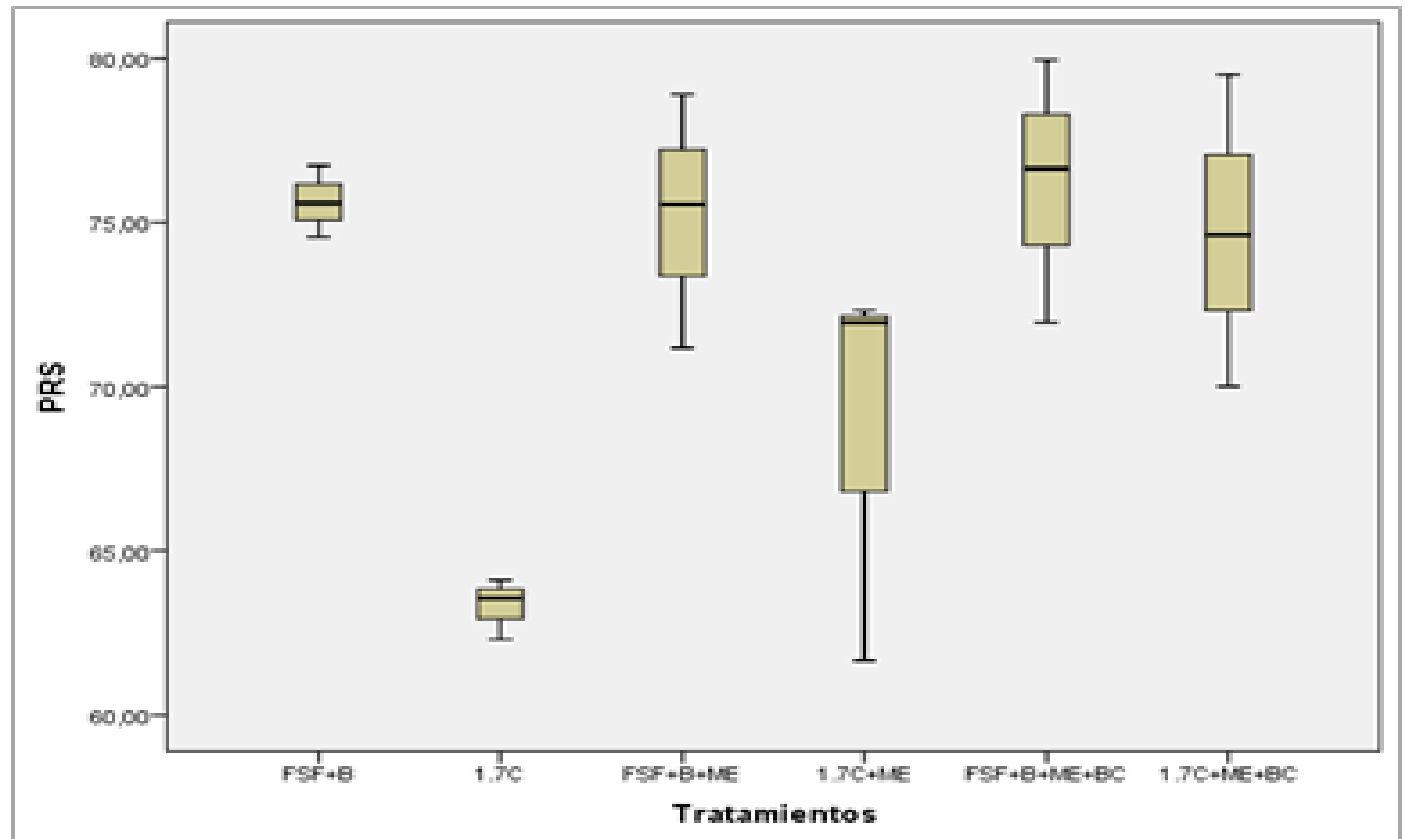


Gráfico de cajas para porcentaje de raíz sana.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Segundo corte octubre 2018

Ratio 1.8-2.2



10 g de NPK + Microelementos + 5-10 g Biochar / planta mes



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Análisis económico de los tratamientos

| Tratamiento | Costo | Costo Ha | Ratio | NPT | Cajas trat. | Precio | Total Ingr. Trat | Plantas por Ha | Cajas Ha | Ingr. Ha | Costo beneficio |
|--------------------|-------|----------|-------|-----|-------------|--------|------------------|----------------|----------|----------|-----------------|
| FSF+B | 57.5 | 1858.48 | 0.76 | 56 | 42.56 | 8.5 | 361.76 | 1810 | 1375.6 | 11692.6 | 9834.12 |
| L7C | 137 | 4428.04 | 0.82 | 56 | 45.92 | 6.5 | 298.48 | 1810 | 1484.2 | 9647.3 | 5219.26 |
| FSF+B+ME | 67.5 | 2181.7 | 0.58 | 56 | 32.48 | 8.5 | 276.08 | 1810 | 1049.8 | 8923.3 | 6741.6 |
| L7C+ME | 147 | 4751.25 | 0.85 | 56 | 47.6 | 6.5 | 309.4 | 1810 | 1538.5 | 10000.25 | 5249 |
| FSF+B+ME+BC | 200.5 | 3248.3 | 0.69 | 56 | 38.64 | 8.5 | 328.44 | 1810 | 1248.9 | 10615.65 | 7367.35 |
| L7C+ME+BC | 180 | 5817.86 | 0.83 | 56 | 46.48 | 6.5 | 302.12 | 1810 | 1502.3 | 9764.95 | 3947.09 |



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

La investigación ahora está confirmando beneficios que incluyen:

- Reducción de la lixiviación del nitrógeno en el agua subterránea
- Posibles emisiones reducidas de óxido nitroso
- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico que resulta en una mejor fertilidad del suelo
- Moderación de la acidez del suelo
- Aumento de la retención de agua
- Aumento del número de microbios beneficiosos en el suelo

El biochar puede mejorar casi cualquier suelo. Las áreas con poca lluvia o suelos pobres en nutrientes probablemente verán el mayor impacto de la adición de biochar.



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación mayo 2017-mayo 2018



Posibles fuentes de biocarbón para banano

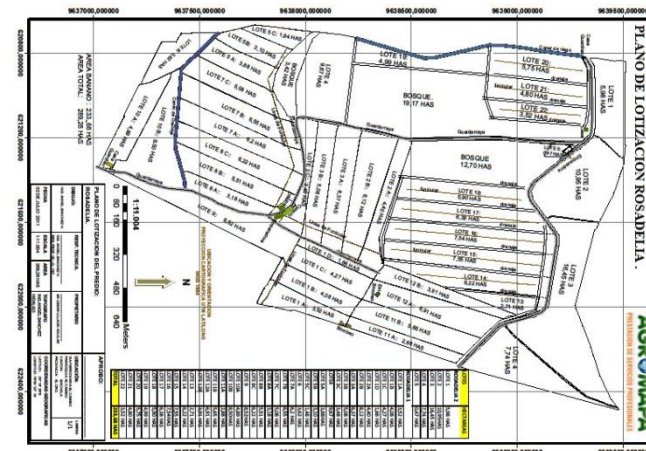


X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR

Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación mayo 2017-mayo 2018



Posibles fuentes de biocarbón para banano

https://www.biochar-international.org/wp-content/uploads/2018/06/IBI_Certification_Lab_Matrix_2016-April-7.pdf

<https://biochar-international.org/application-form-for-ibi-biochar-certification/>



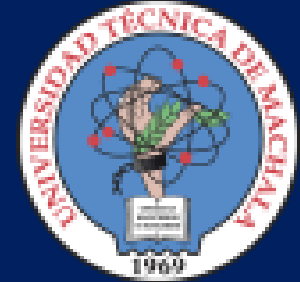
X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17. 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR



Utmach
Calidad, Pertinencia y Calidez



GRACIAS



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

17, 18 Y 19 JULIO DE 2019 - QUEVEDO - ECUADOR