

**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**

José N. Quevedo-Guerrero

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**
27, 28 y 29 de abril de 2020





Se cree que el aumento de la producción está relacionado c

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 le 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.

LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA





¿Qué es el biocarbón?

¿De dónde deriva su importancia?

¿Cómo se produce?

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



¿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

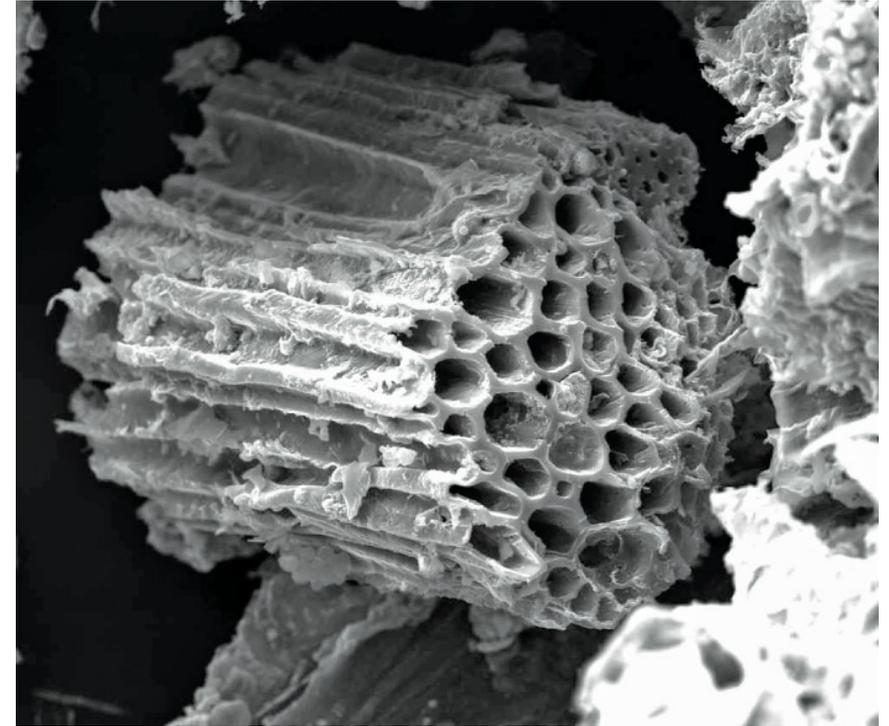
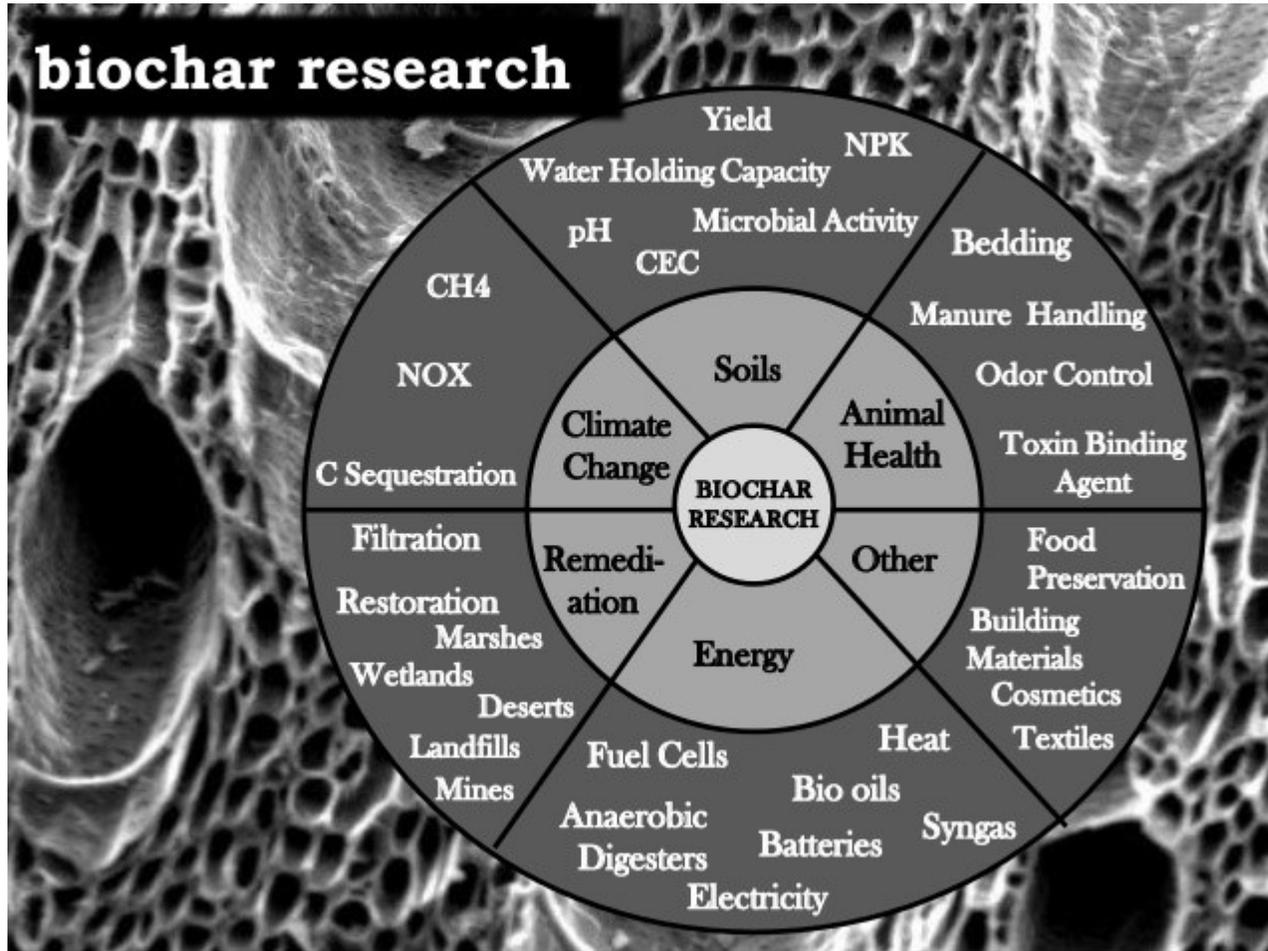


¿Qué es el Biocarbón?

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.





XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA

CIDE



¿De dónde deriva su importancia?

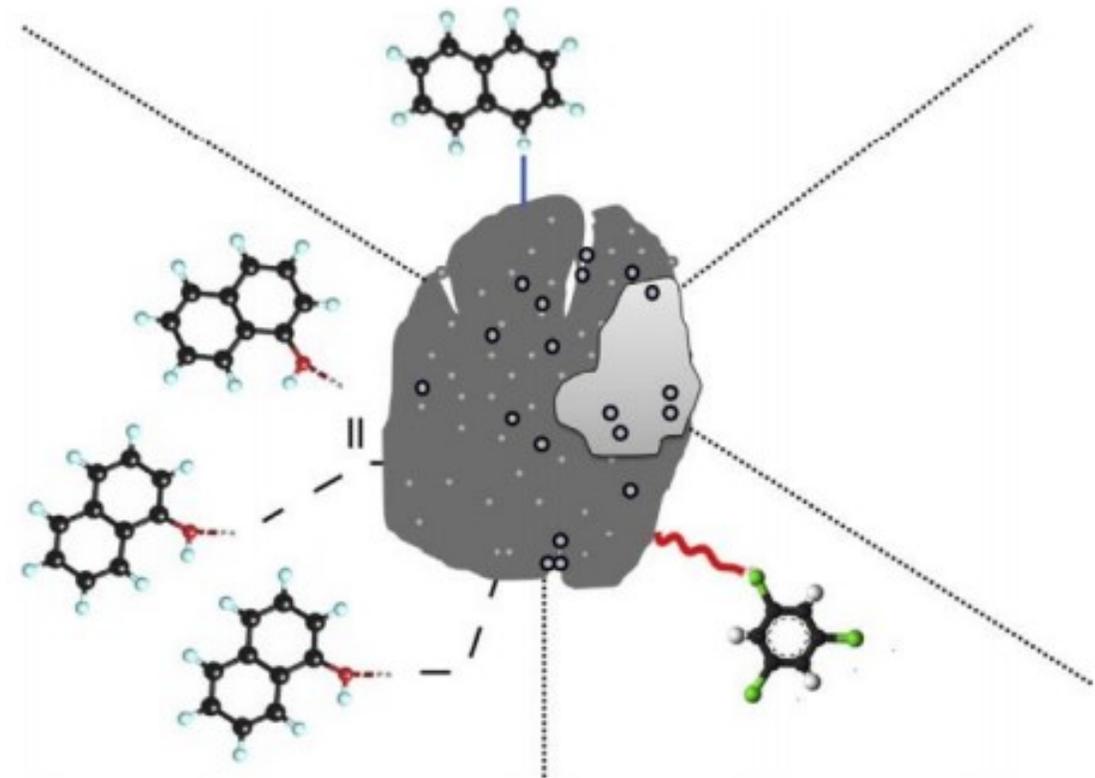
1. Debido al descubrimiento de partículas similares al carbón en suelos muy fértiles y de alto contenido en carbono del Amazonas en Brasil, denominados localmente como Terra preta do Indio (Lehmann, 2009, Lehmann et al., 2006)
2. Debido a investigaciones publicadas que han demostrado la recalcitrancia 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).



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)



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



¿De dónde se obtiene?

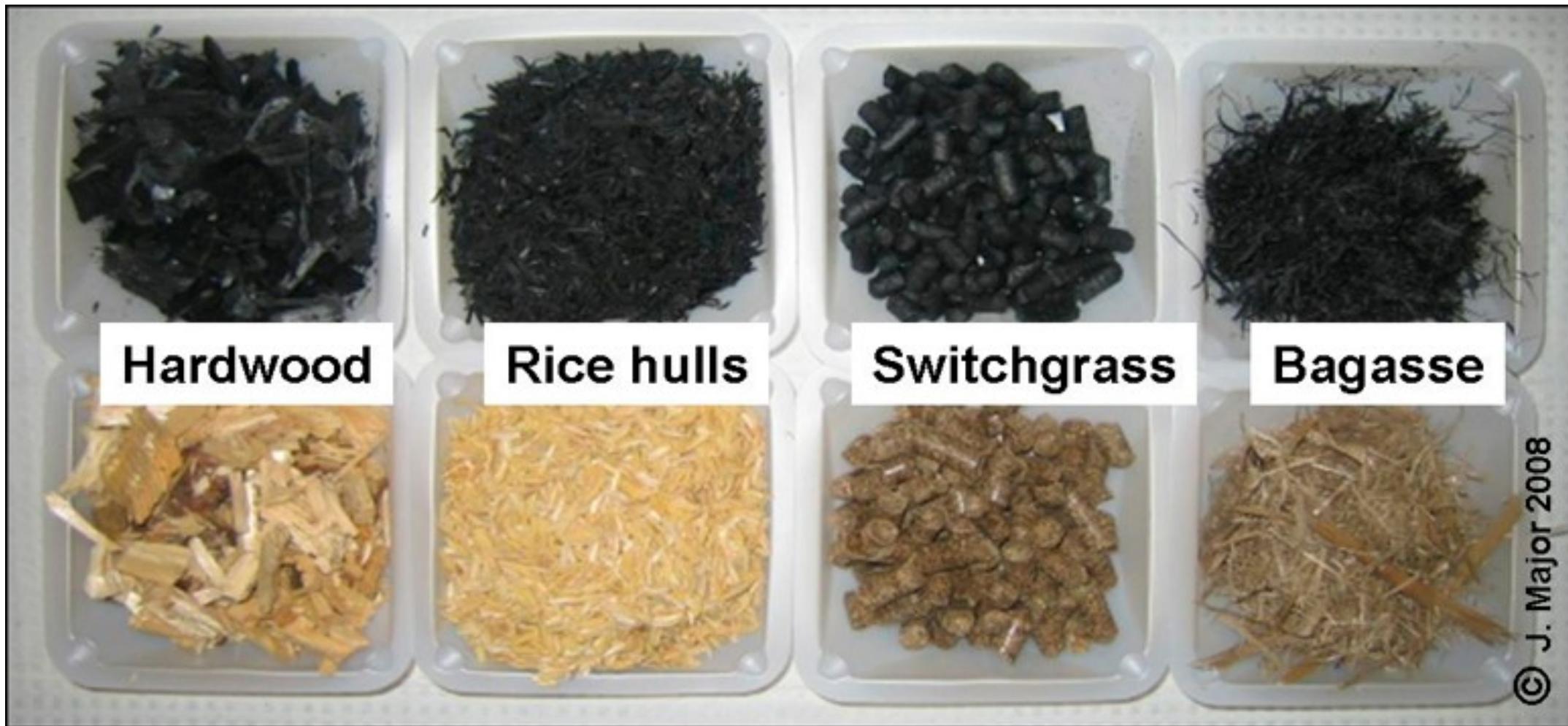
Residuos agrícolas, forestales

Residuos urbanos. (fomentaría su reciclaje).



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA



¿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.



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

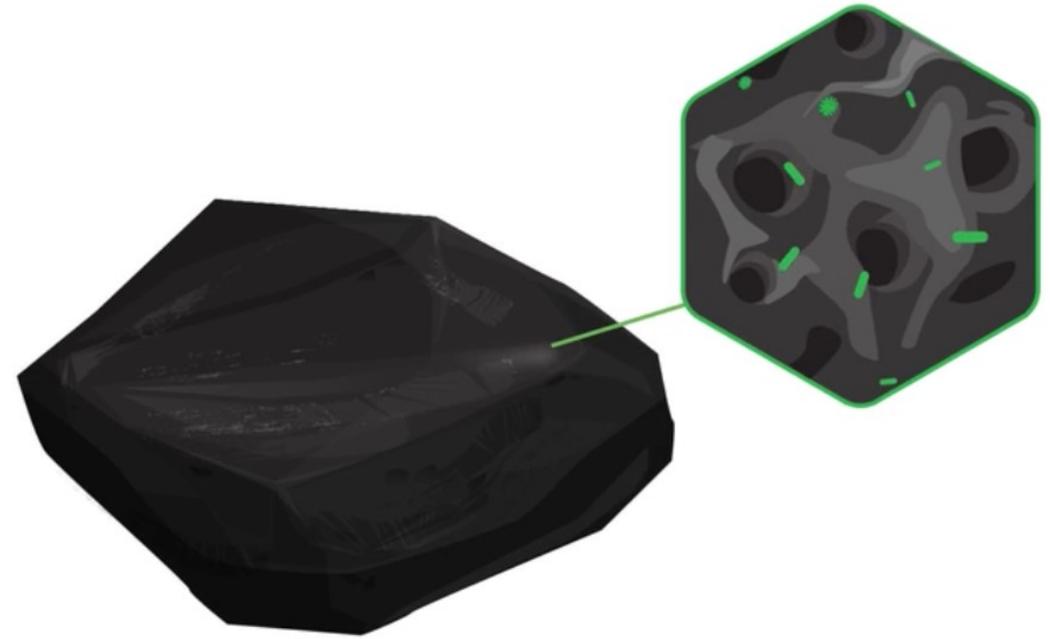
Retención de nutrientes, mejora de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), disminuye la cantidad de aluminio en el suelo (Kimetu *et al.* 2008; Laird *et al.* 2010; Busscher *et al.* 2010).

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)



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

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



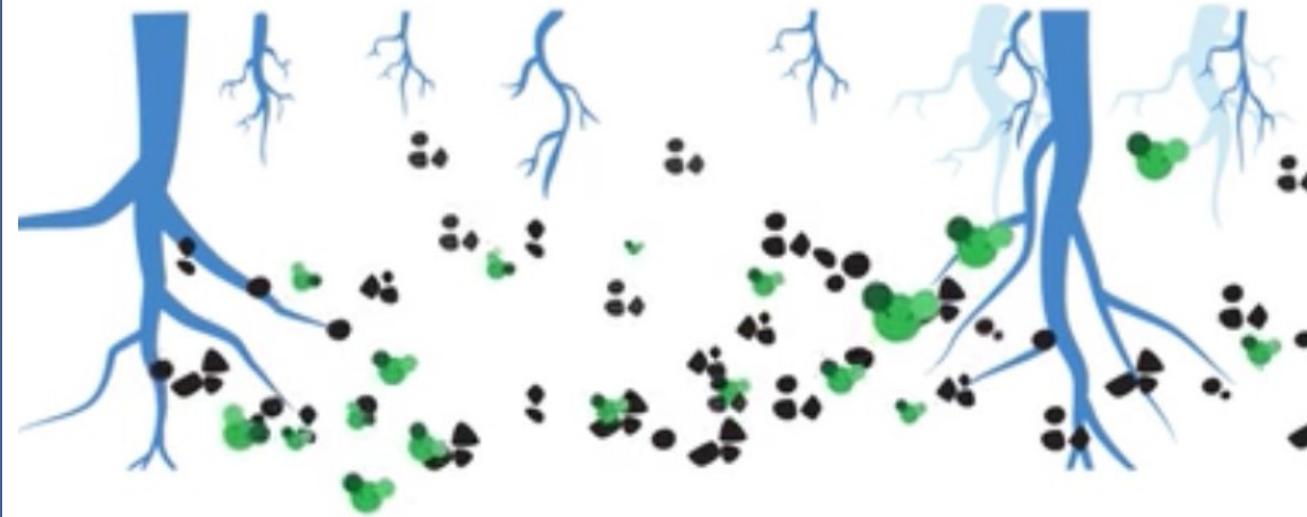
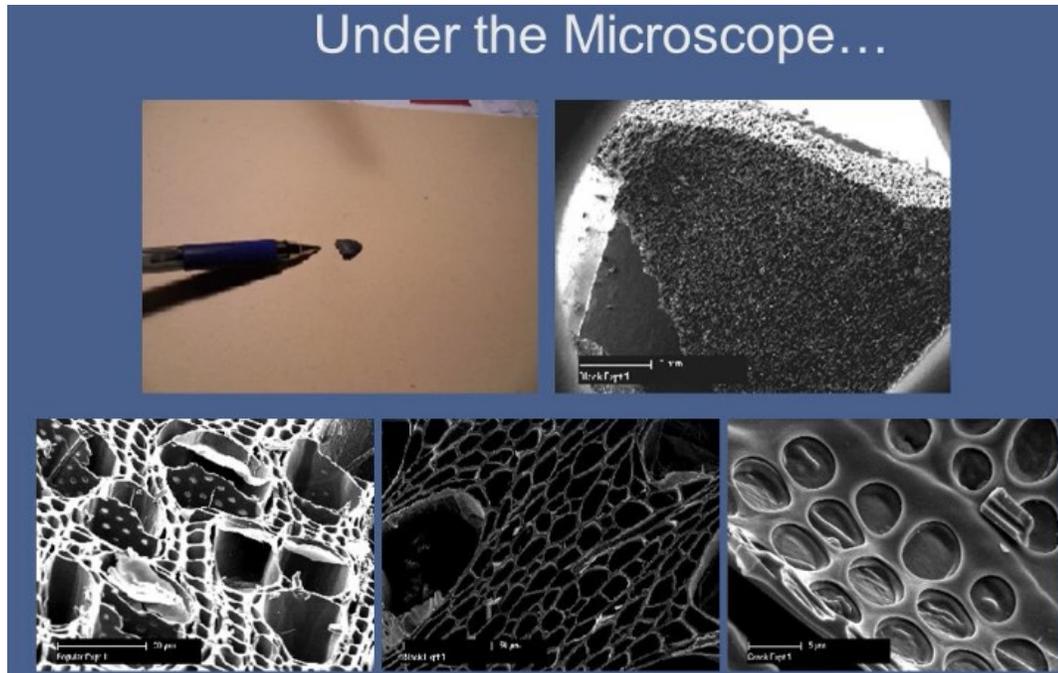
Mejora la producción y rendimiento de los cultivos e incrementa la biomasa (Rondo, 2007; Chan *et al.* 2008 & Kimetu *et al.* 2008).



XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA



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).



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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.





- 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

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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. Hyland.

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



XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA



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



International Biochar Initiative

www.biochar-international.org

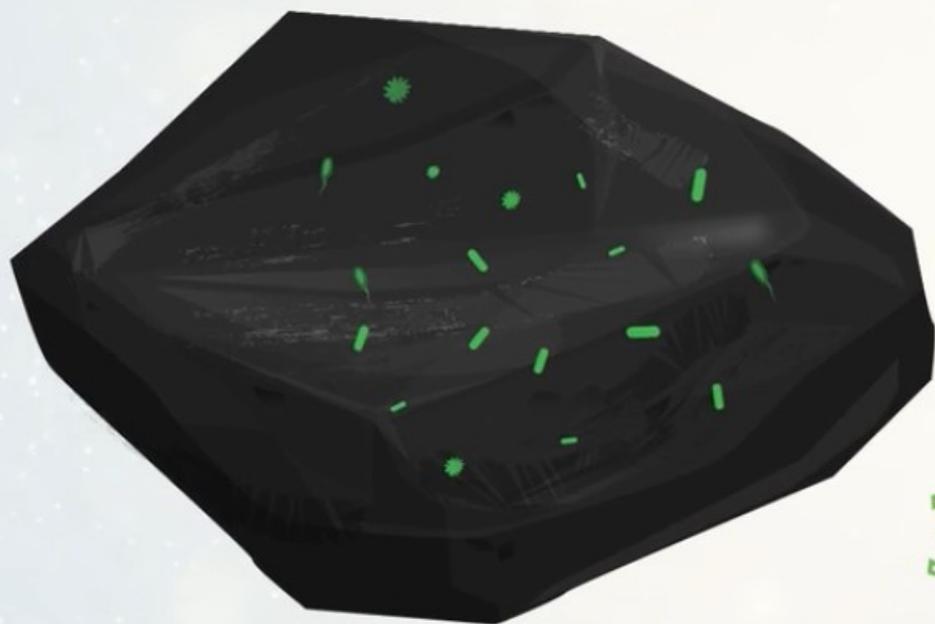
© 2011, 2010

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.



XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA





1. PHYSICAL

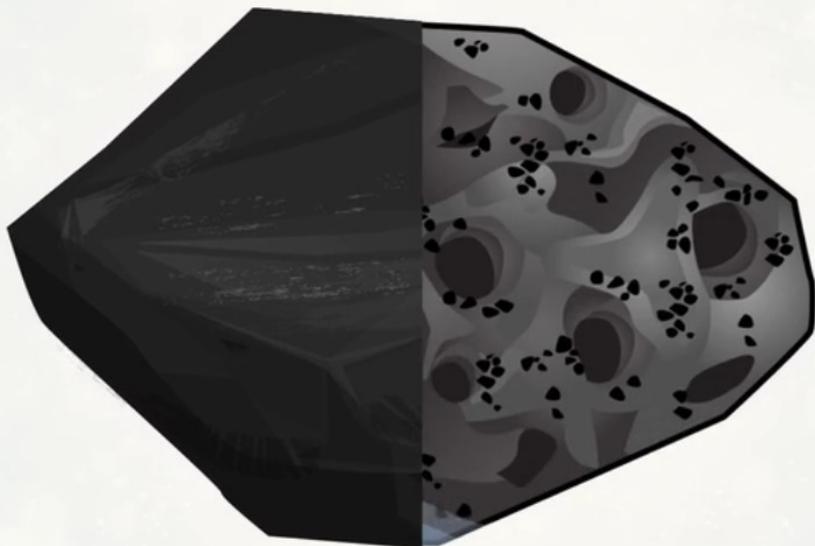
2. CHEMICAL

3. BIOLOGICAL

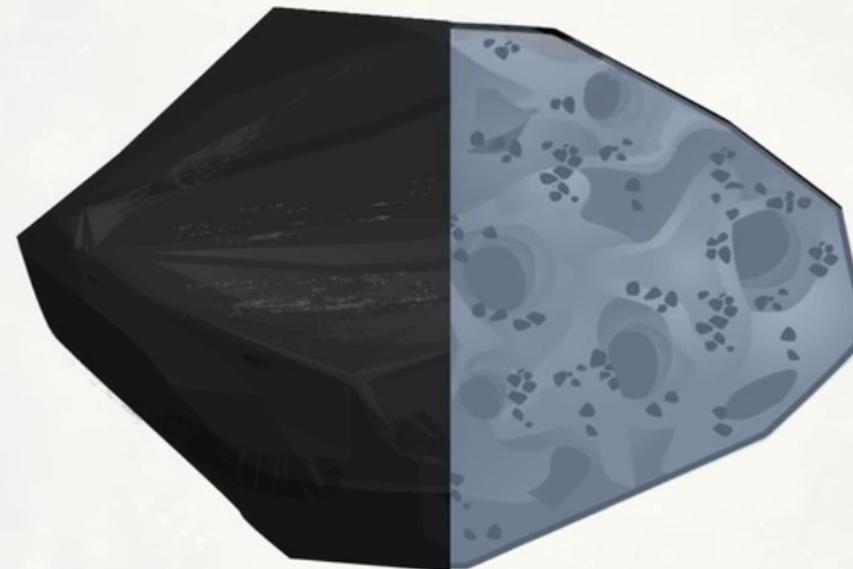
XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA



1. PHYSICAL



1. PHYSICAL



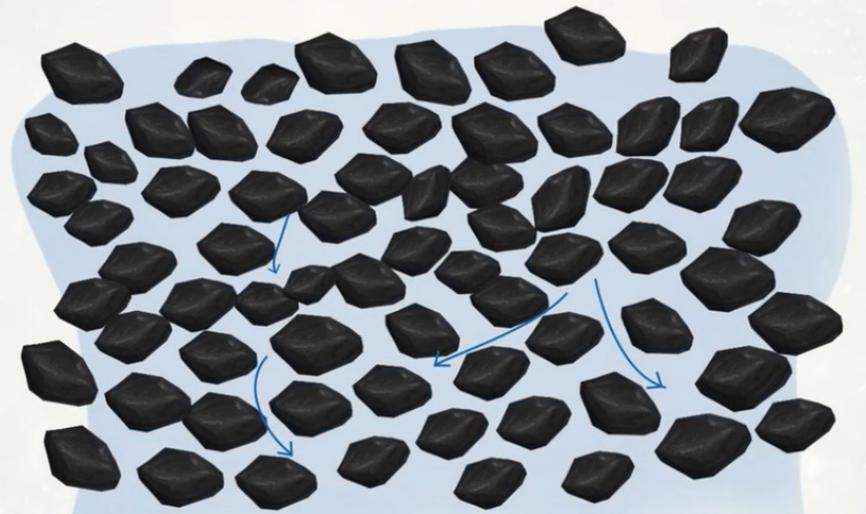
XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA



1. PHYSICAL

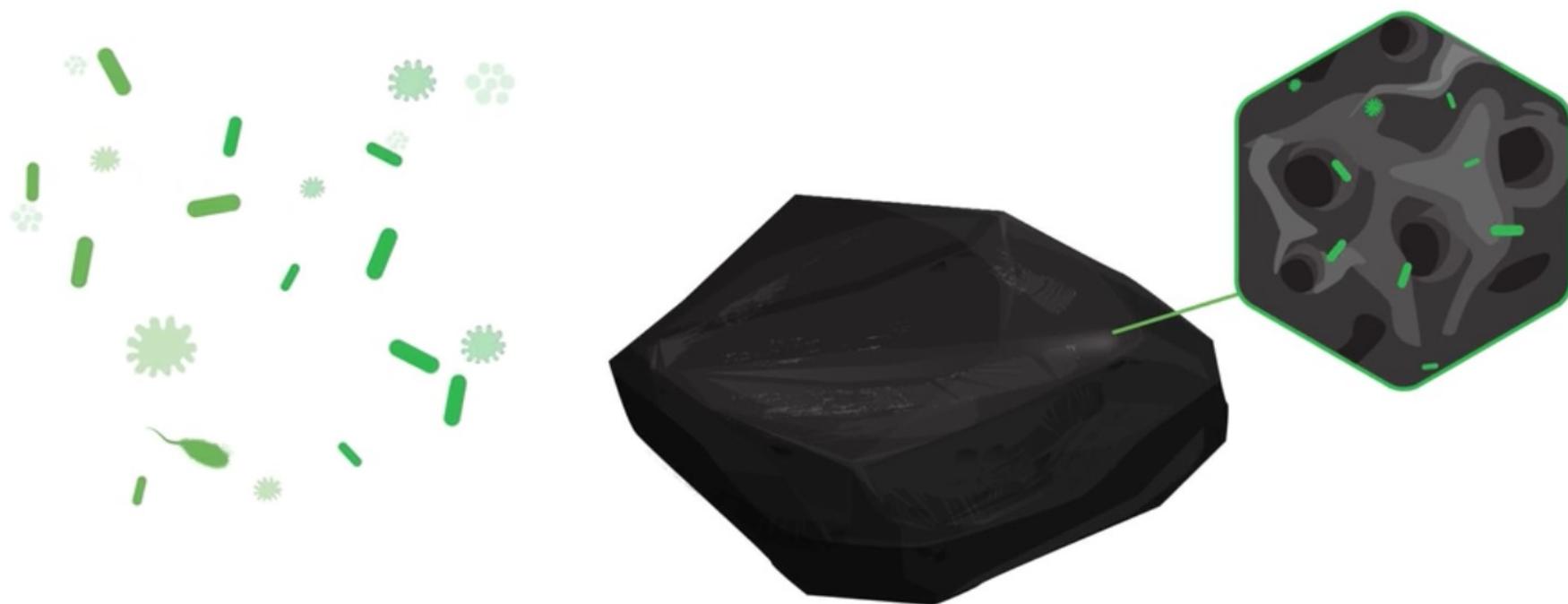


1. PHYSICAL



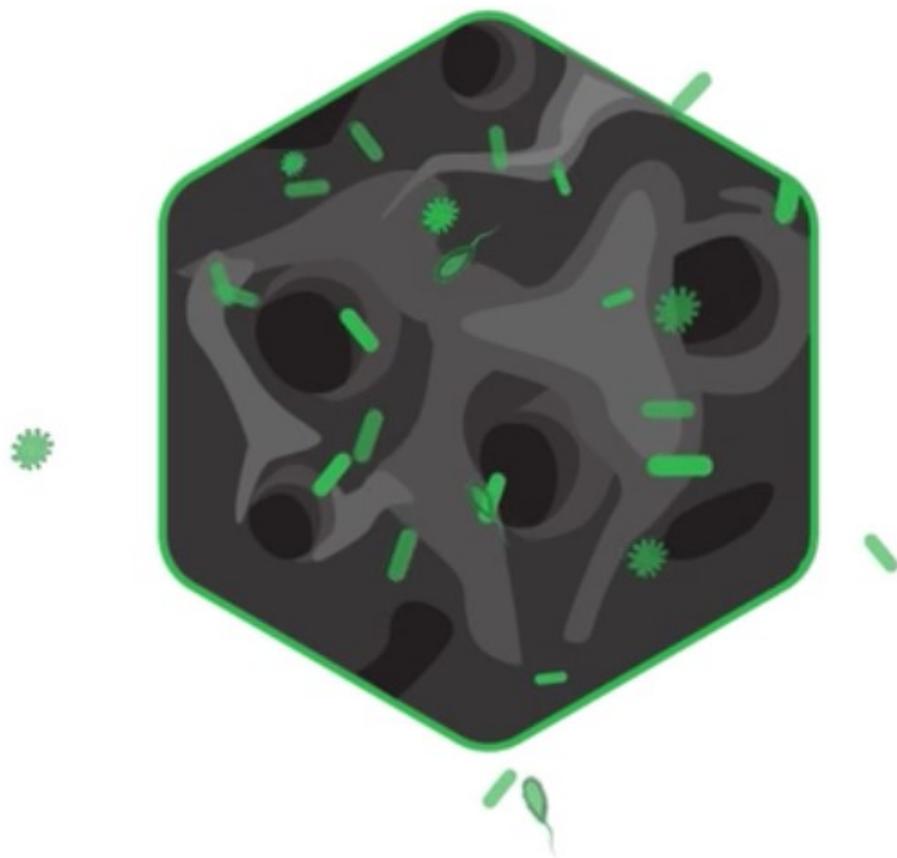
XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA





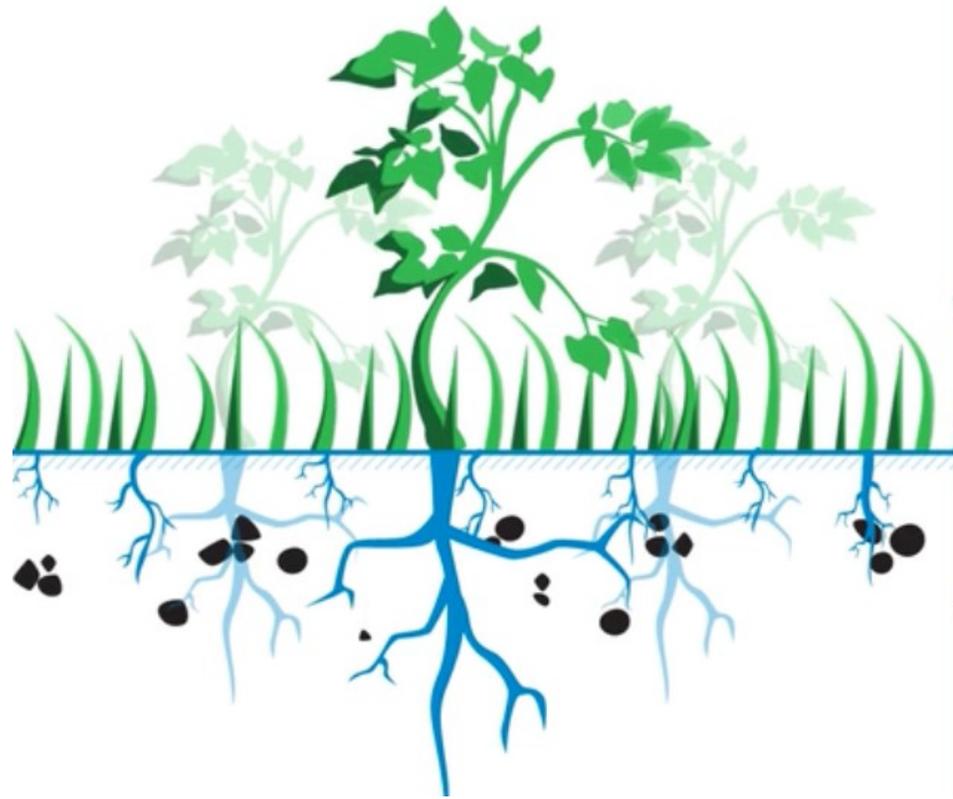
XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA





- 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

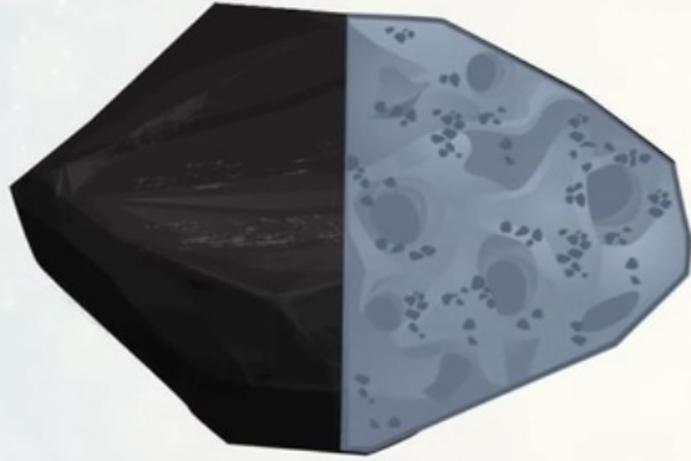




- ✓ Quicker germination
- ✓ Increased root development
- ✓ Better nutrient and water retention
- ✓ Improved survivability

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**

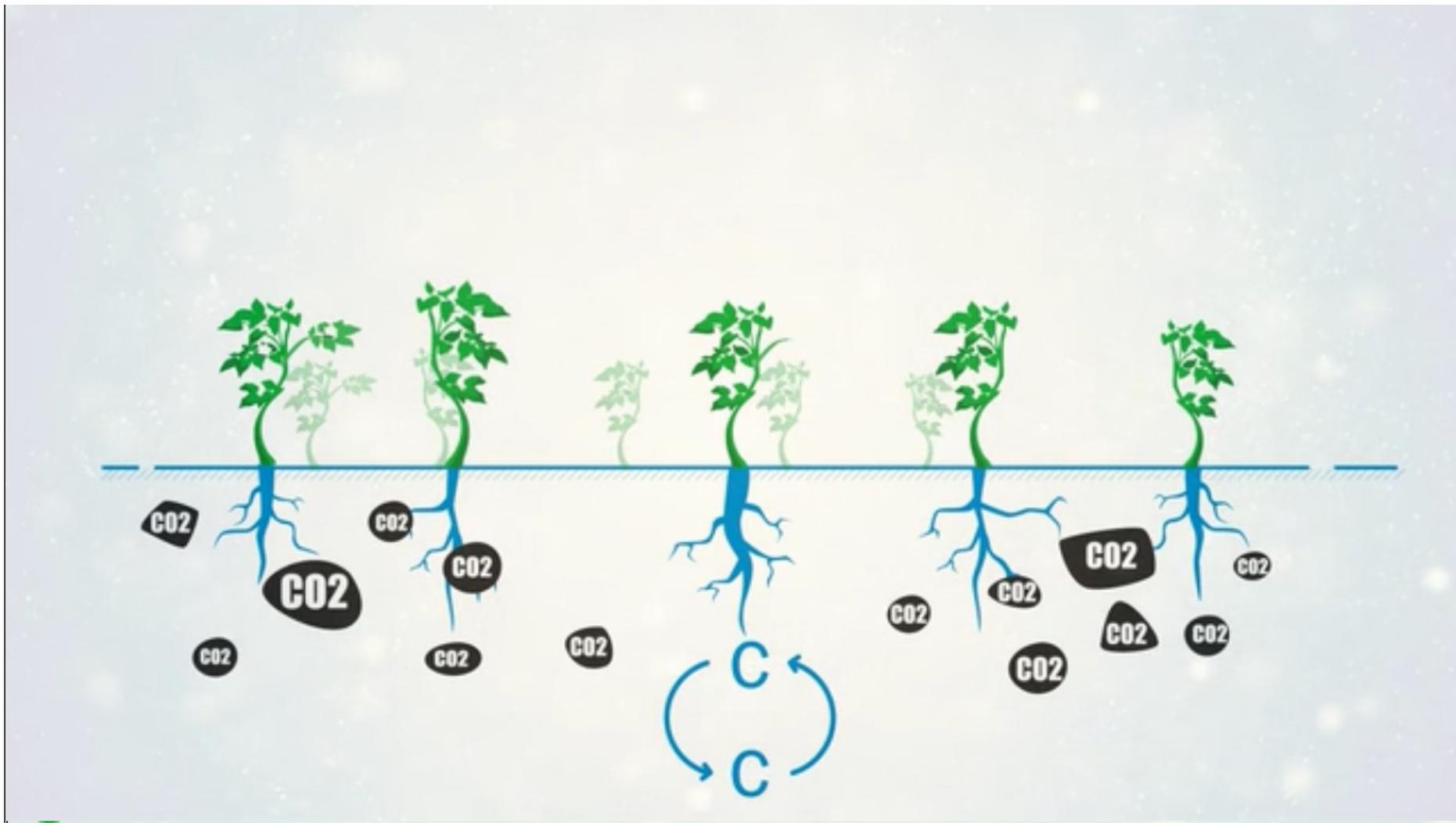




- ✓ CONSISTENT
- ✓ DURABLE
- ✓ GRANULAR MATERIAL
- ✓ HIGH IN FIXED ORGANIC CARBON

XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA





**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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.

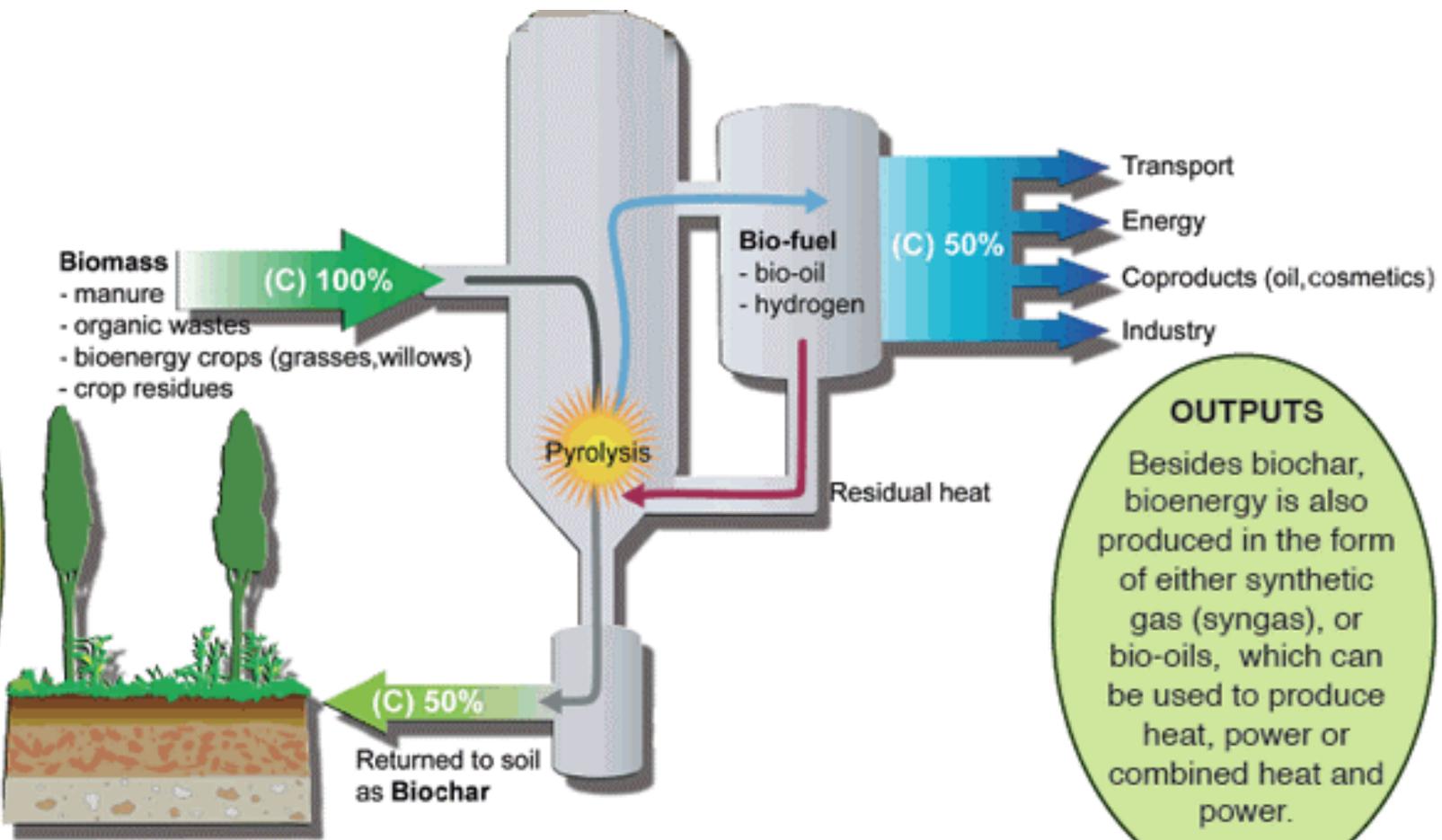


Diagrama de producción de biochar

Fuente: Johannes Lehmann

XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA



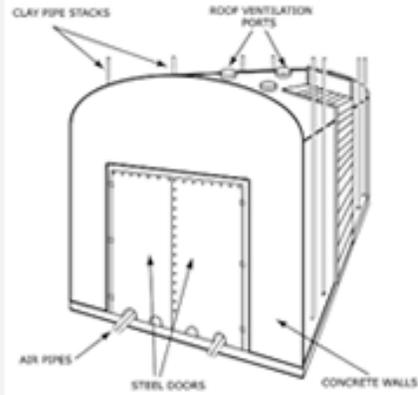


XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA

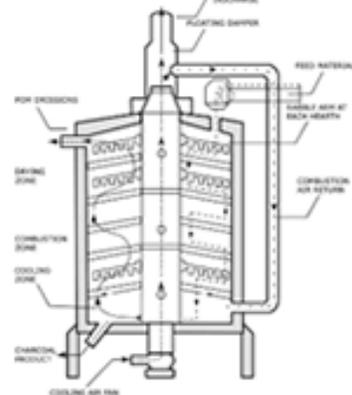


Unidades de alimentación flexibles con cogeneración de energía.

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 Agrocárbón produce biochar y gas de síntesis.

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





[SOBRE IBI](#)

[SOBRE BIOCHAR](#)

[RECURSOS](#)

[CERTIFICACION / FORMACION](#)

[NOTICIAS](#)

[AFILIACIÓN](#)



[INICIAR SESIÓN](#)

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



[REGISTRO DE NOTICIAS](#)

[HAZTE MIEMBRO](#)

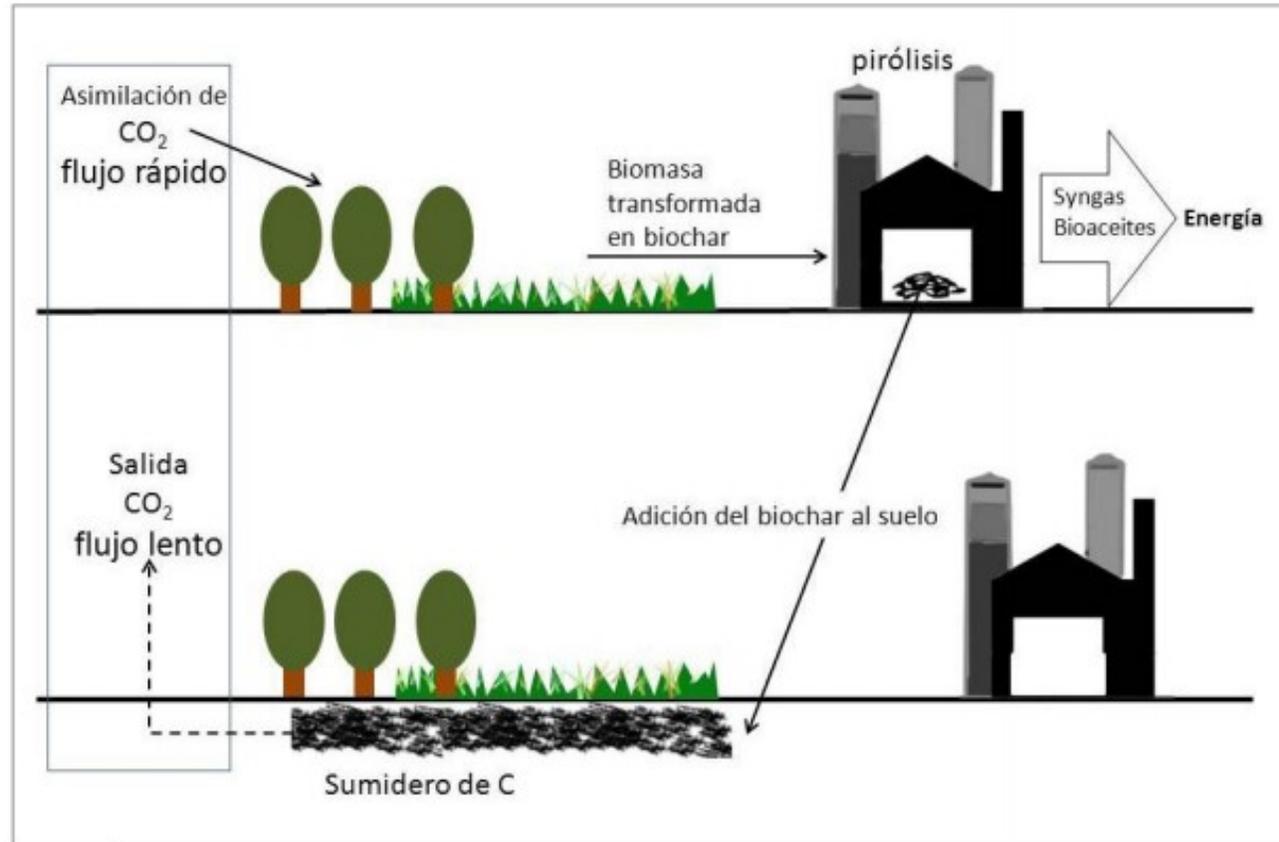
ESTUFAS DE BIOCHAR

Estufas productoras de biochar en beneficio del clima, la salud y el suelo

XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA



Biochar como sumidero de carbono



Impacto del biochar sobre el ciclo de C (reducción de las emisiones de CO₂ hacia la atmósfera).

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





XI
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA



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

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





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 CJ. 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
Oxígeno	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

XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA





Johannes Lehmann

Universidad de Cornell

Correo electrónico verificado en cornell.edu

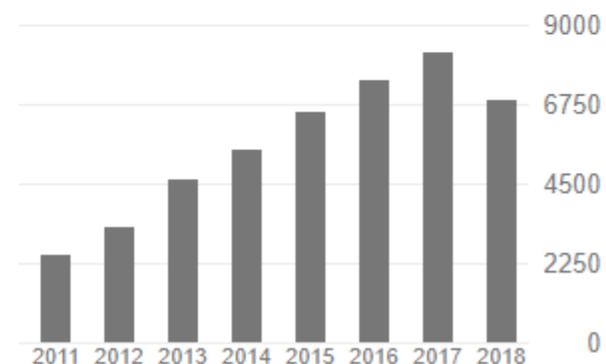
SEGUIR

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=DbRh7UAAAAJ&hl=en>

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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).



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 adsorber físicamente 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

XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA



El biocarbón como remediador del suelo

Control



Biochar+Fe(II)+CaCO₃



Caso: Cultivo de Banano UTMACH



XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA





MATERIAL DE ORIGEN BIOCHAR



CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA

CIDE





TEMPERATURA DE
LOS TANQUES ENTRE
500°C Y 600°C

LA FUNCIÓN DE LAS
CHIMENEAS EN MANTENER
LA TEMPERATURA ALTA Y
CONSTANTE

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



BIOCHAR



XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA





Materiales:
Machete, Palín, podón, curvo,
balanza,

Caracterización del biocarbón y Yaramila



Resultados de análisis de biocarbón						
pH	%					Relac.
	M.O	C	N	P	K	C/N
10,20	6,11	3,50	1,52	0,70	13,45	2,30

Laboratorio. NEMALAB S.A (2019).

Nutrientes de Yaramila complex %					
N	12	P ₂ O ₅	11	K ₂ O	18
N Nítrico	5	MgO	2,70	B	0,02
N Amoniacal	7	Fe	0,20	Mn	0,02

MATERIALES

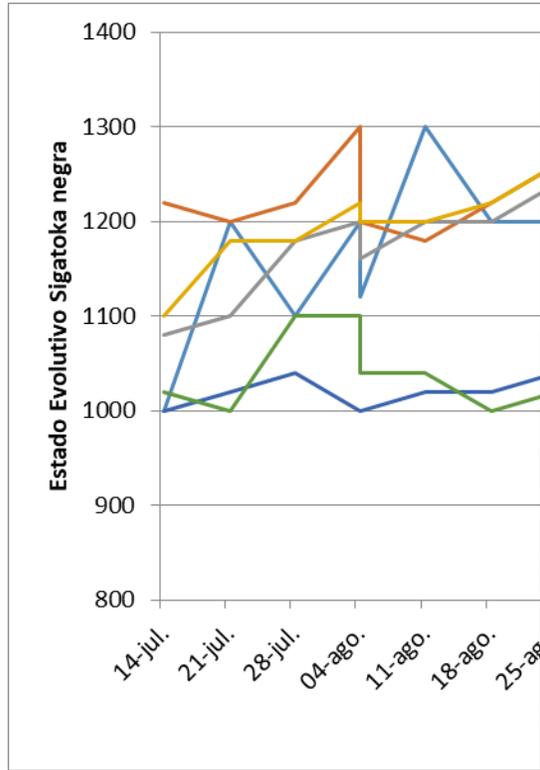
Caso: Cultivo de Banano



CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA

Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación

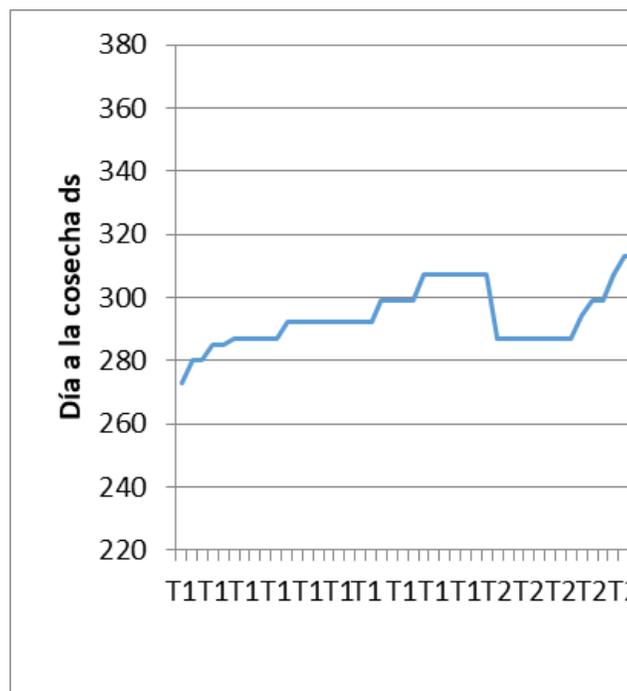


**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación m



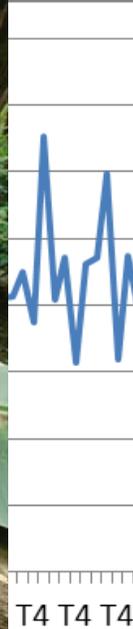
**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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

XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA





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

XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA



Fertilización



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



Fertilización

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

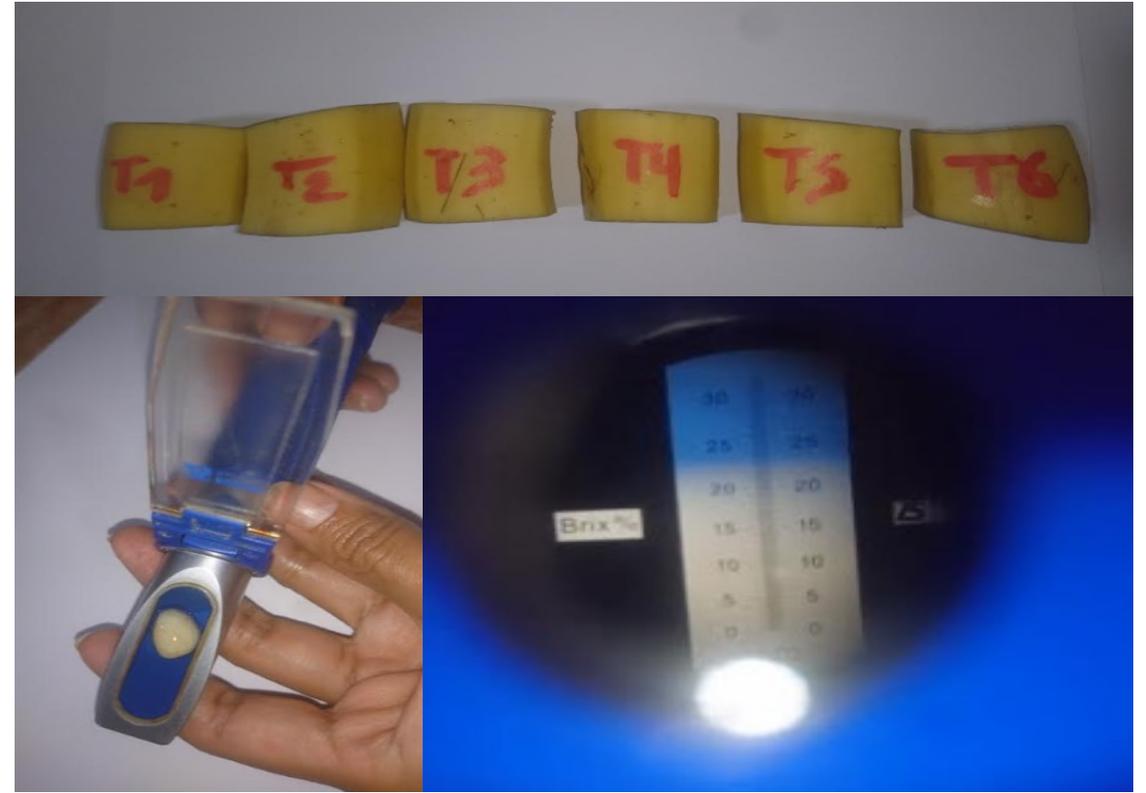
15% de la fertilización edáfica NPK + microelementos (Orgánica)



Medición de °Brix/Hoja



Medición de °Brix/Fruta



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



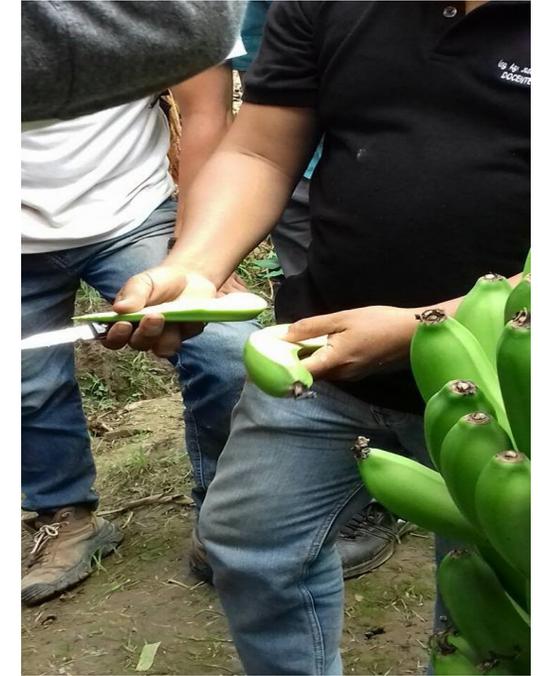
Porcentaje de raíz sana



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**

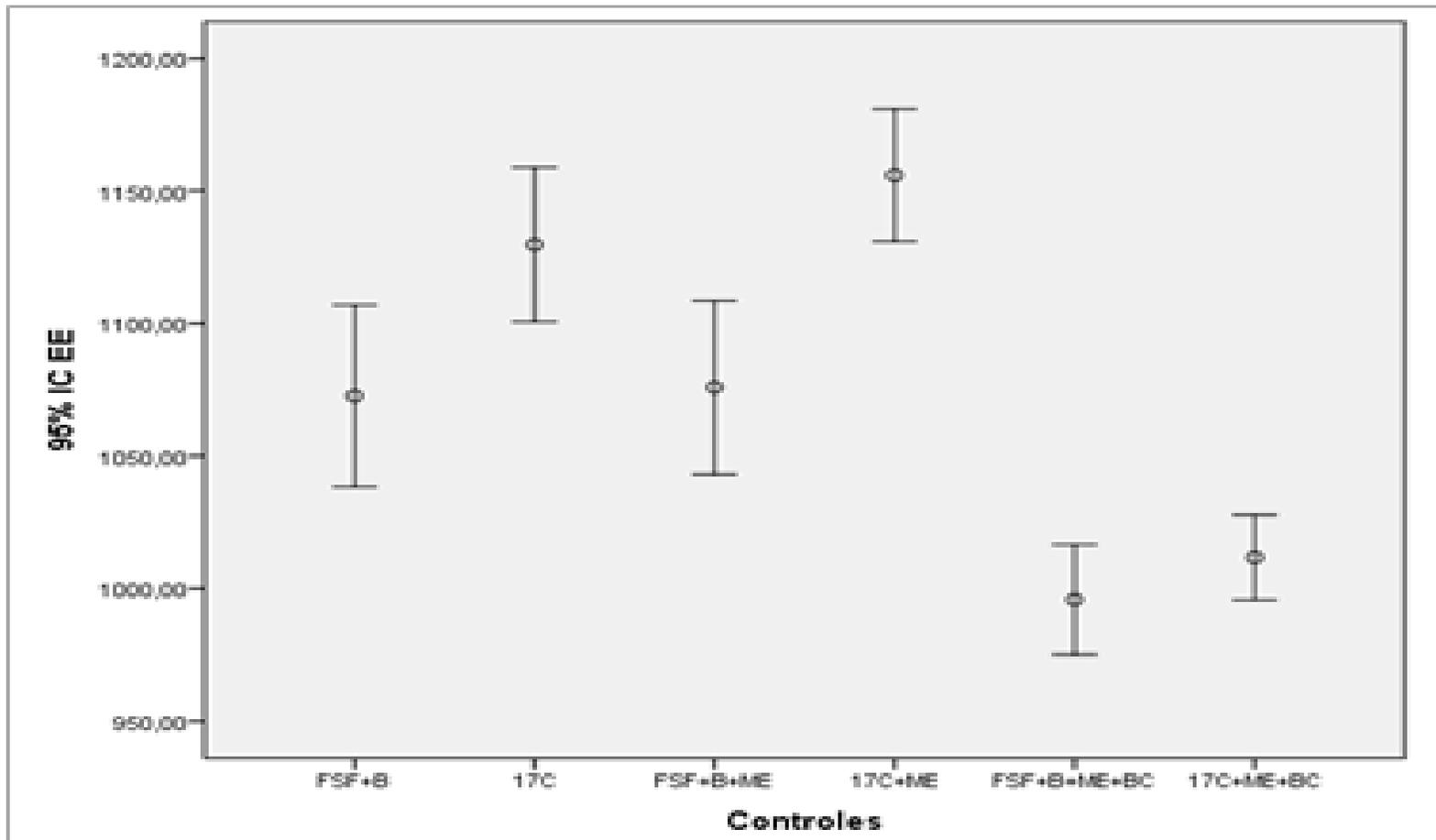


Cosecha



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





Estado evolutivo de la enfermedad

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**

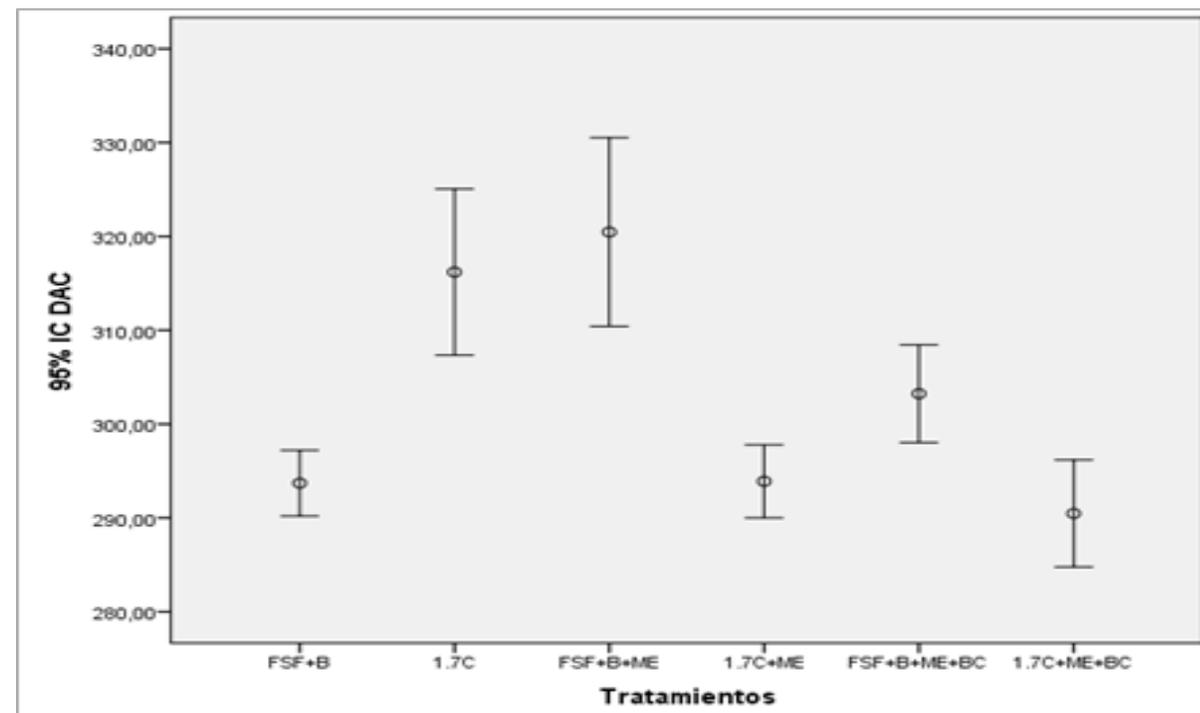


DAC

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)

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



Días a la cosecha (DAC)



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**

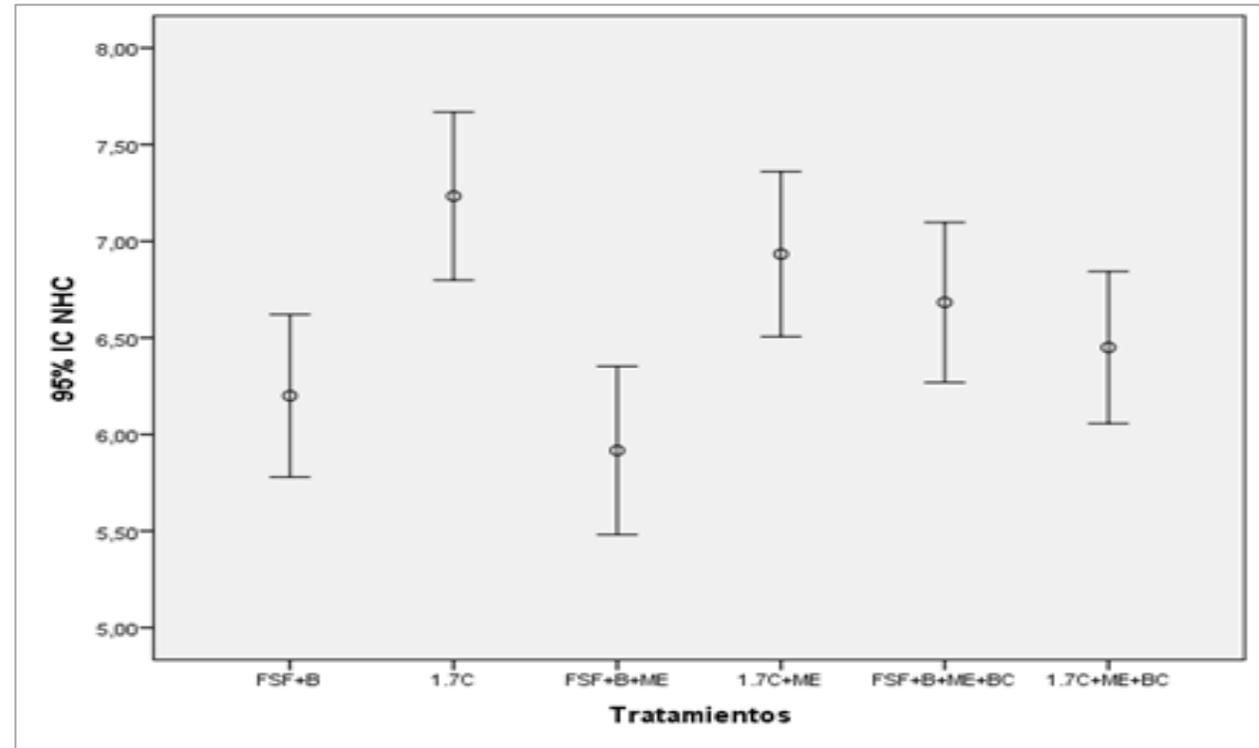


Número de hojas a la cosecha (NHC)

		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.



**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



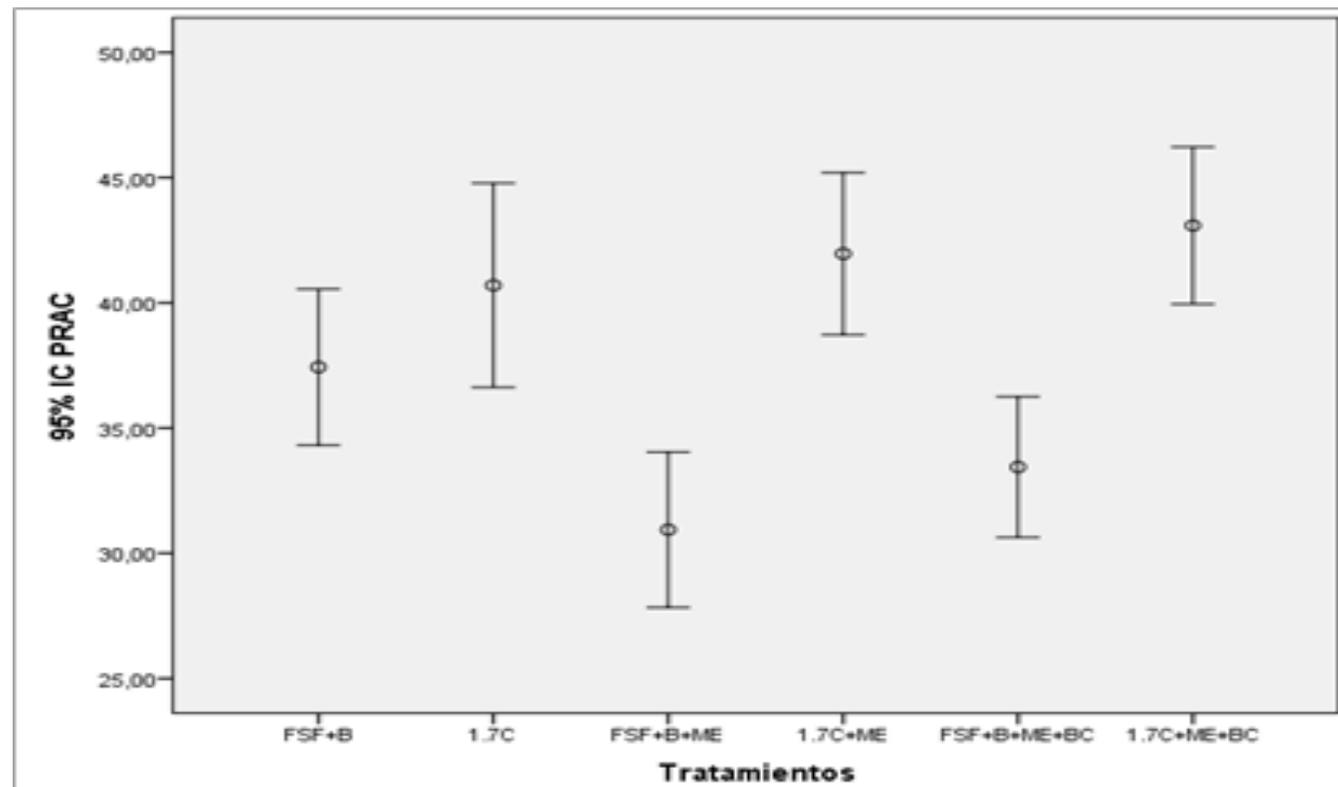
Peso del racimo (PRAC)

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

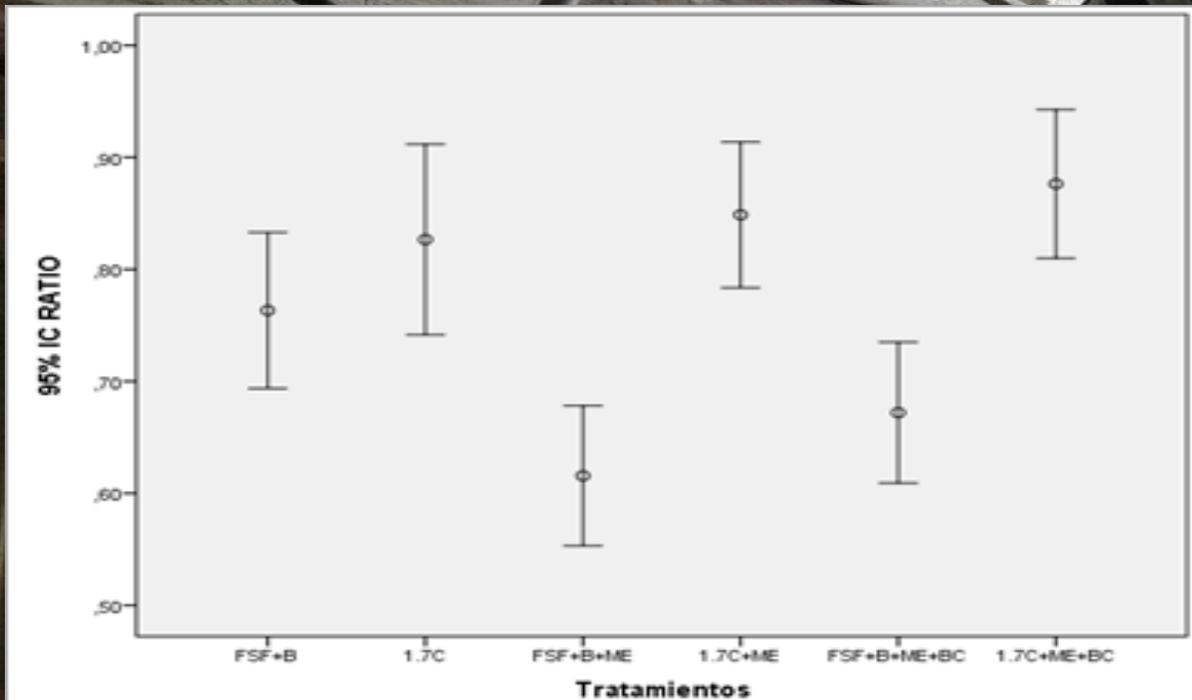
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

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

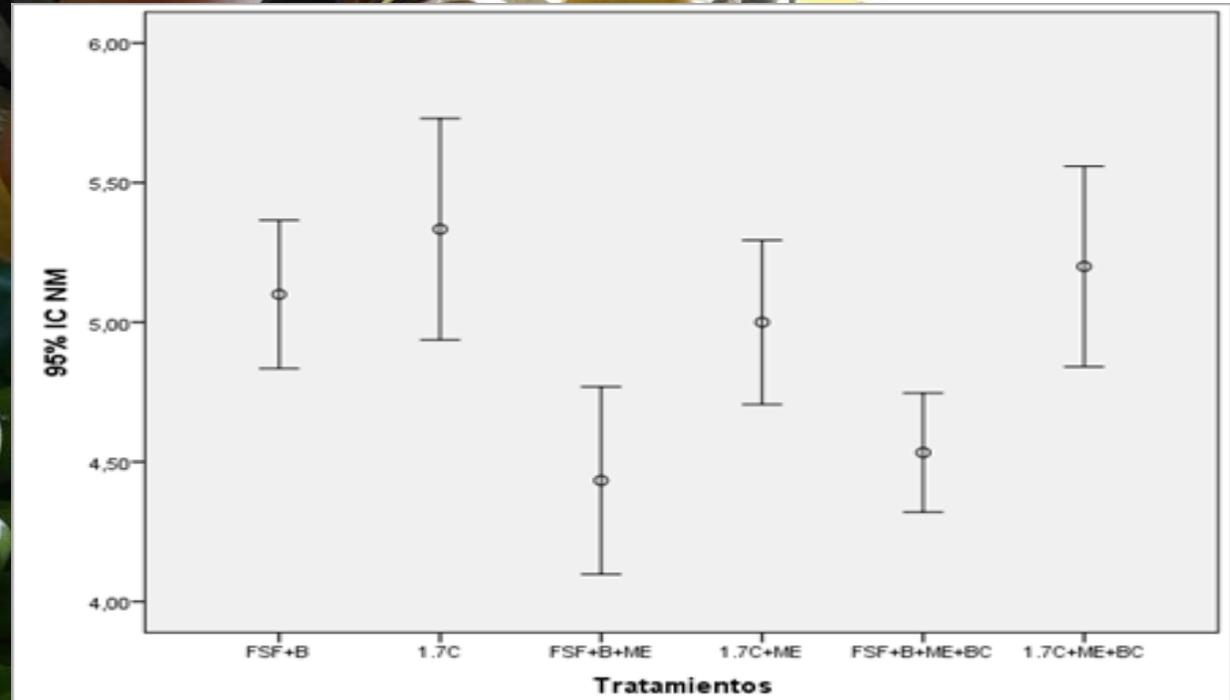


**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





Ratio

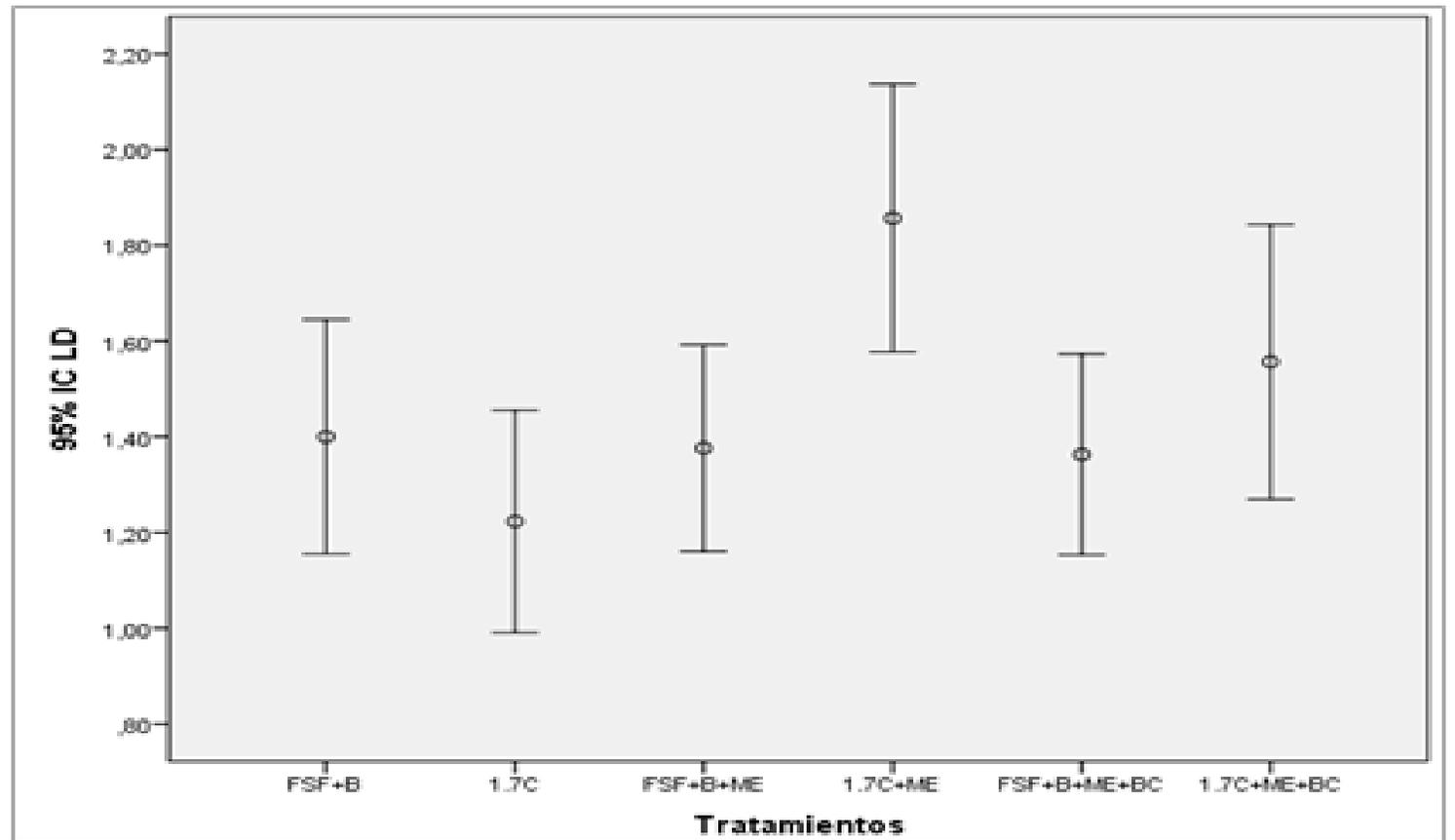


Número de manos (NM)

XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA



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)



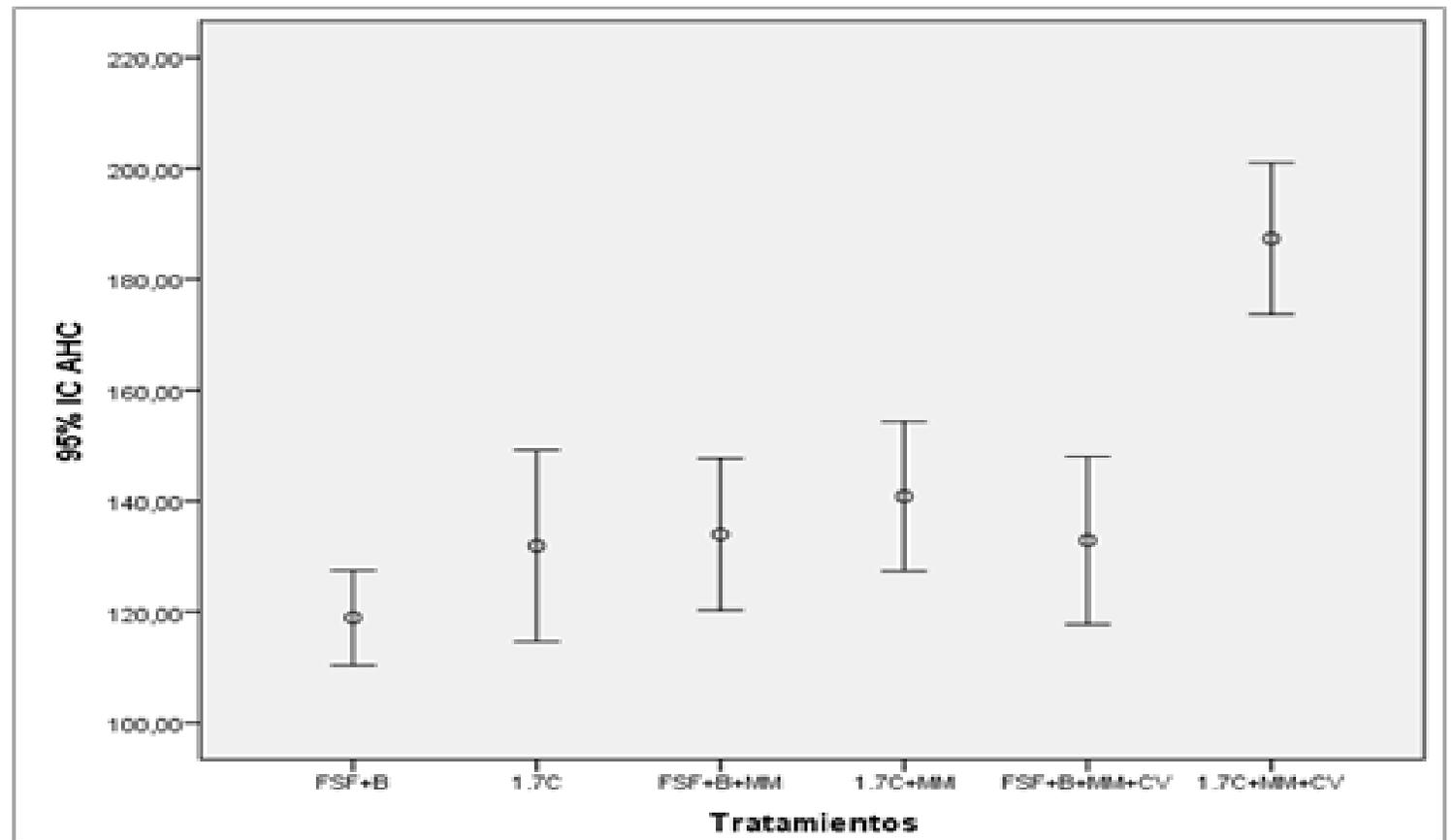
Látex del dedo (LD)



X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMIA

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

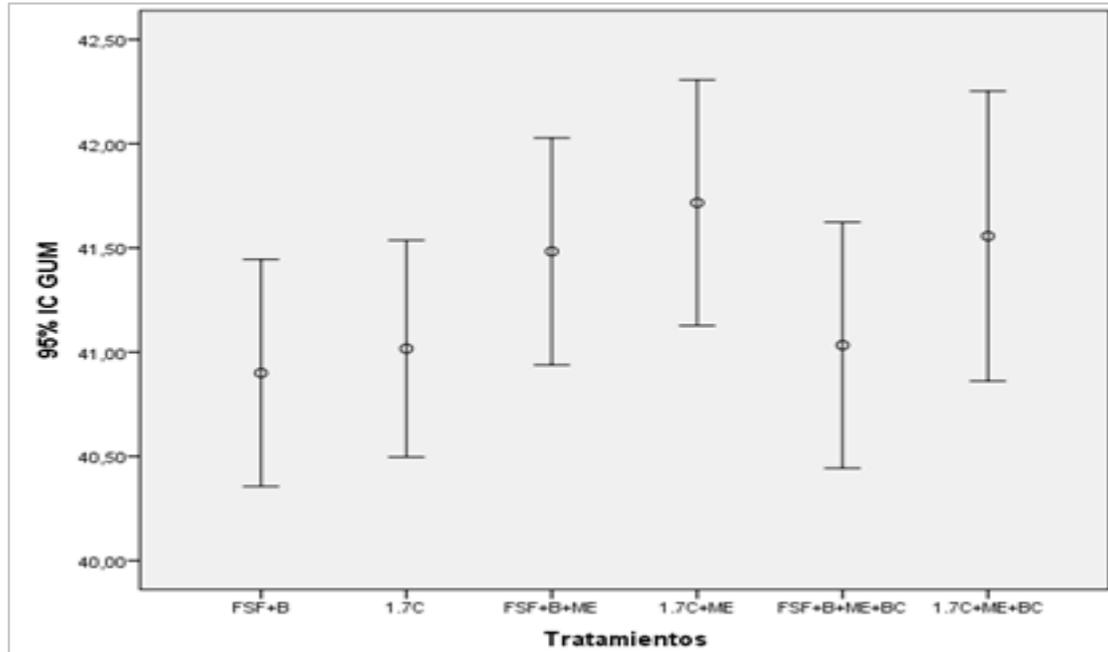
El biocarbón incrementa la biomasa y estimula la simbiosis microbiana con los ME, hace más eficiente la aplicación de fertilizantes convencionales (Schmidt, 2012), la mezcla de fertilizantes con biocarbón mejoran la producción y el crecimiento de las plantas (Steiner et al. 2007).



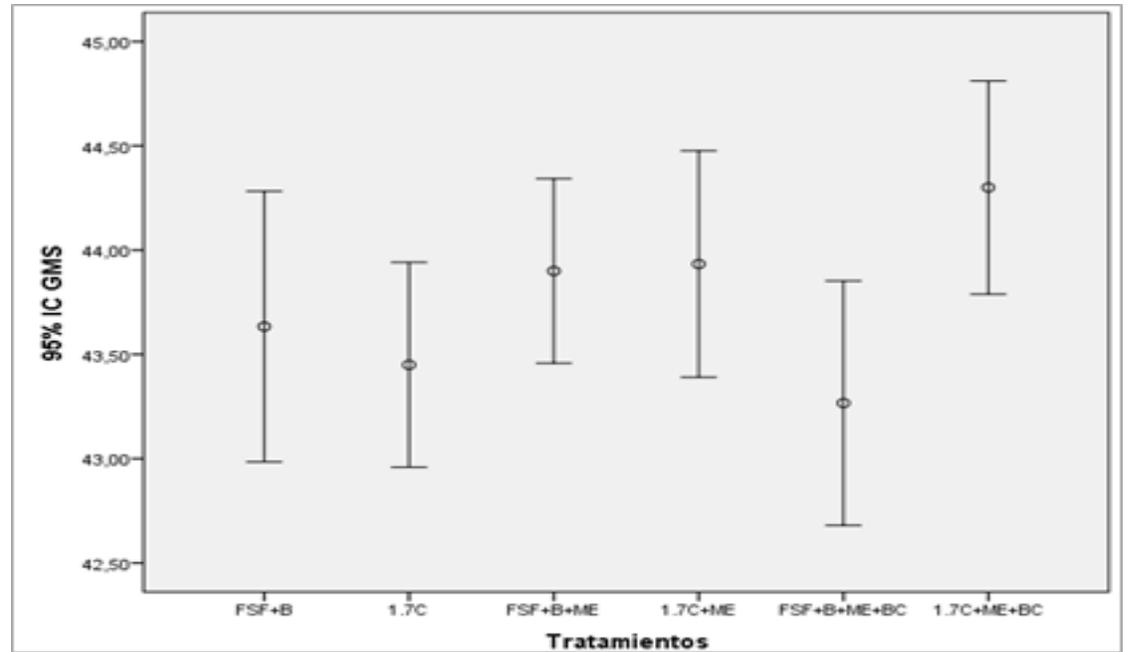
Altura del hijo a la cosecha

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





Grado de la última mano (GUM)



Grado de la mano del sol (GMS)

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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.



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

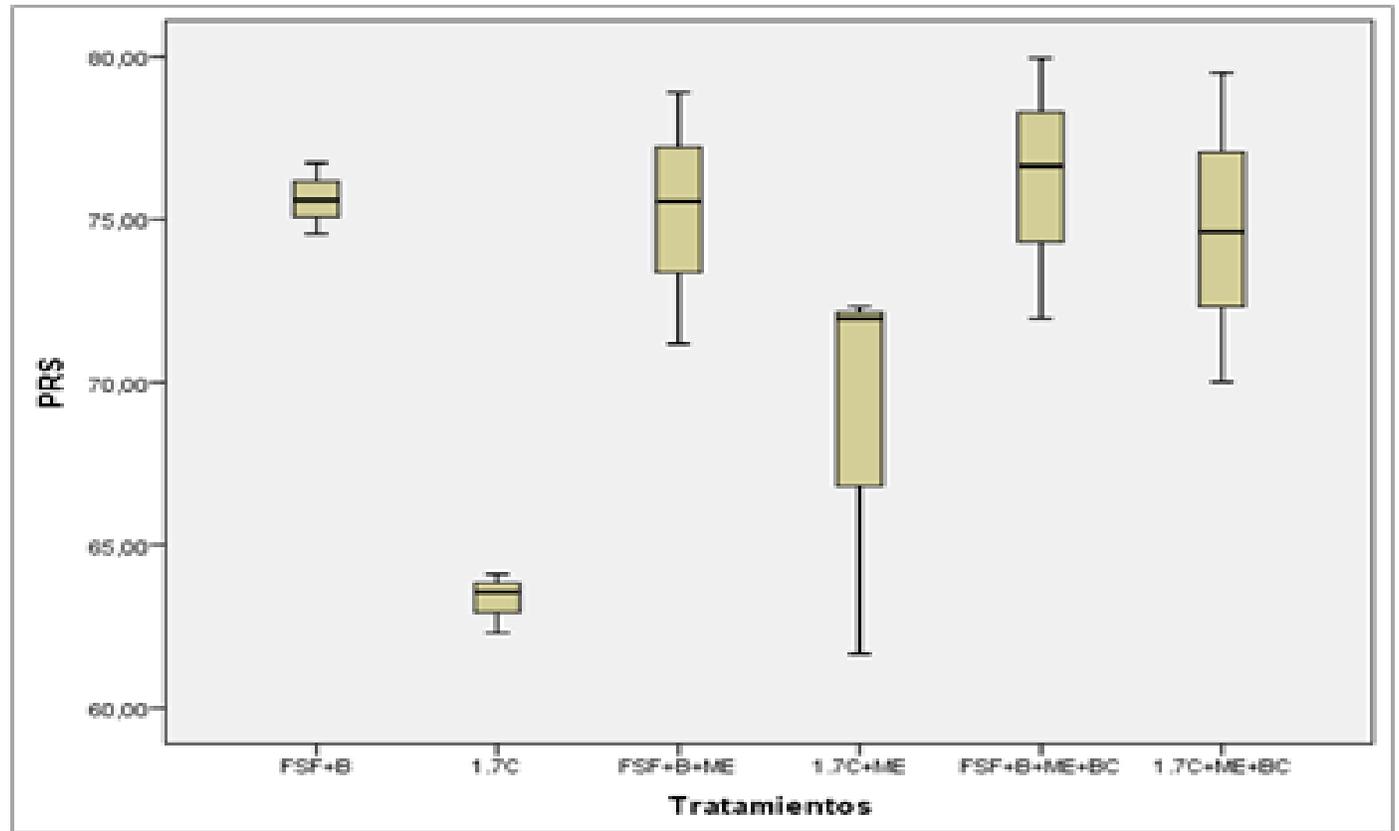


Gráfico de cajas para porcentaje de raíz sana.

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



Segundo corte octubre 2018



Ratio 1.8-2.2

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

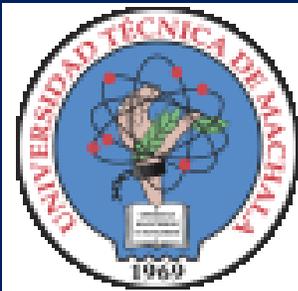
**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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
1.7 C	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
1.7 C+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
1.7C+ME+BC	180	5817.86	0.83	56	46.48	6.5	302.12	1810	1502.3	9764.95	3947.09





Ubicación del área.

El trabajo se desarrollo en la hacienda “La Playa”.

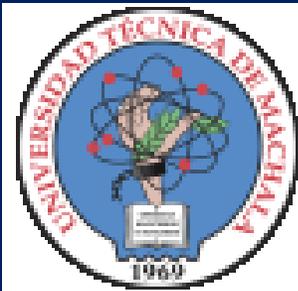
Superficie: 54,44 ha

Coordenada UTM

Latitud: 9626257

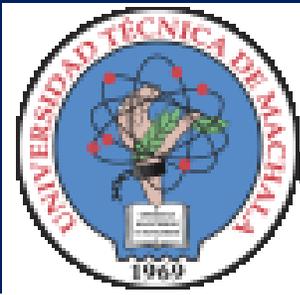
Longitud: 626835





Tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo
T2	10 aplicaciones de 50 g biocarbón + 50 ml de MM
T3	10 aplicaciones de 100 g biocarbón + 100 ml MM
T4	(10 aplicaciones de 50 g de biocarbón+ 50 ml MM), + 50 g Sulfato de potasio (K_2SO_4) + 10g Fossil Shell Agro en maceración aplicado al pseudotallo
T5	1 aplicación de 1000 g biocarbón + 1 lt MM



Aplicación de biocarbón

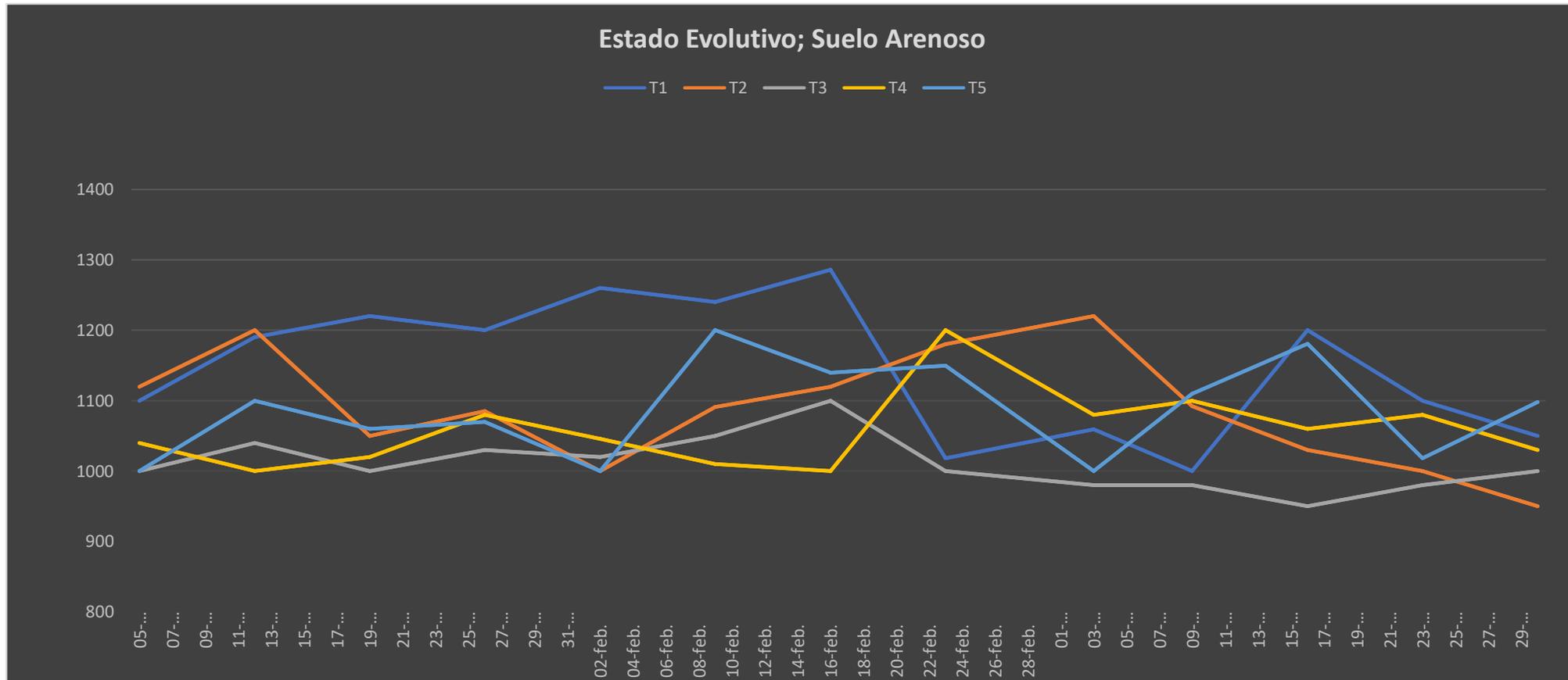


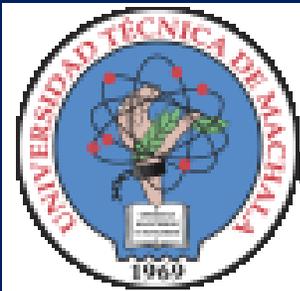
Aplicación de maceración al pseudotallo





Estado Evolutivo (EE)

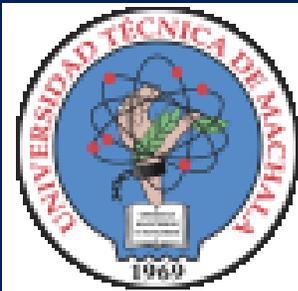




Análisis económico de los tratamientos.

Tratamiento	Costo.N	Costo/ha	D.P	Retorno	Racimos/año	Ratio	Cajas Trat	Precio	Tot. Ing. Trat.	Beneficio	Cos. Proc	Cos. Proc ha/año	Relación B/C
T1	0,315	485,1	1540	1,68	2587,2	1,16	3001,15	8,4	25209,68	24724,58	4,5	11642,40	2,12
T2	0,35	539	1540	1,62	2494,8	1,25	3118,50	8,4	26195,40	25656,40	4,5	11226,60	2,29
T3	0,72	1108,8	1540	1,7	2618	1,295	3390,31	8,4	28478,60	27369,80	4,5	11781,00	2,32
T4	0,47	723,8	1540	1,758	2707,32	1,521	4117,83	8,4	34589,80	33866,00	4,5	12182,94	2,78
T5	0,72	1108,8	1540	1,398	2152,92	1,283	2762,20	8,4	23202,45	22093,65	4,5	9688,14	2,28

Suelo Franco arcilloso



Análisis económico de los tratamientos.

Tratamiento	Costo.N	Costo/ha	D.P	Retorno	Racimos/año	Ratio	Cajas Trat	Precio	Tot. Ing. Trat.	Beneficio	Cos. Proc	Cos. Proc ha/año	Relación B/C
T1	0,315	485,1	1540	1,328	2045,12	0,644	1317,06	8,4	11063,28	10578,18	4,5	9203,04	1,15
T2	0,35	539	1540	1,387	2135,98	0,787	1681,02	8,4	14120,54	13581,54	4,5	9611,91	1,41
T3	0,72	1108,8	1540	1,554	2393,16	0,813	1945,64	8,4	16343,37	15234,57	4,5	10769,22	1,41
T4	0,47	723,8	1540	1,478	2276,12	0,76	1729,85	8,4	14530,75	13806,95	4,5	10242,54	1,35
T5	0,72	1108,8	1540	1,422	2189,88	0,684	1497,88	8,4	12582,17	11473,37	4,5	9854,46	1,16

Suelo Arenoso



82 lb



men

de 50
o de E
os al
otendr
a rea
quilibri
efect



104 lb

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.

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



Caso 1: Cultivo de Banano

Hallazgos de la investigación mayo 2017-mayo 2018



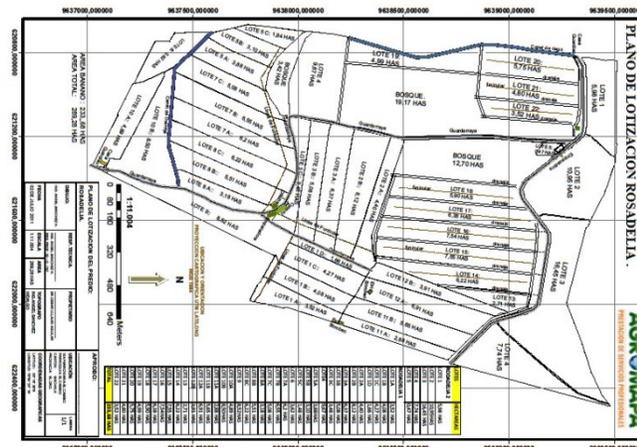
Posibles fuentes de biocarbón para banano

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**



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/>

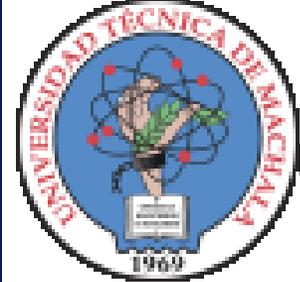
**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**





XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA





Utmach
Calidad, Pertinencia y Calidez



GRACIAS

**XI CONGRESO
LATINOAMERICANO DE
AGRONOMÍA**

