



**BIOCARBÓN**  
*Biochar*

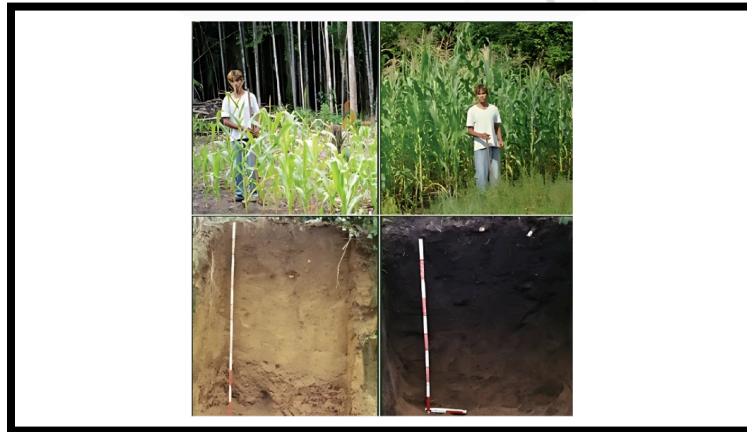
Carbón para mejorar  
suelos de cultivo

MARTES  
**25 febrero**

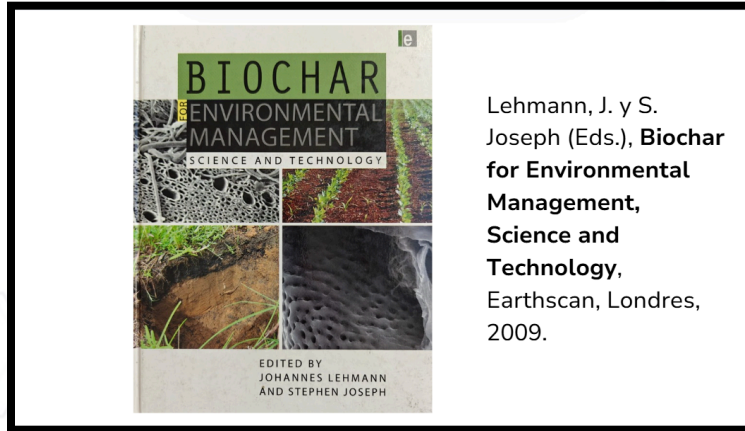
HORA CDMX  
**10:00 AM.**

Presentado por:  
**GERMÁN GOSO**

The poster features a central image of a small green plant growing out of a mound of dark biochar. To the right is a circular portrait of Germán Goso, a man with short grey hair, wearing a dark sweater over a white collared shirt. The background is light grey with faint green leaf silhouettes.



En los cursos básicos que impartimos sobre carbón activado, con frecuencia mostramos estas fotografías de la “*terra preta*” de la región del Amazonas en Brasil. Los indígenas, desde tiempos precolombinos (hace más de dos milenios) descubrieron que, con una quema controlada de residuos vegetales para producir carbón, y la integración de dicho carbón a la tierra, esta se volvía un mucho mejor sustrato para la producción agrícola.



Un libro que nos ha gustado mucho sobre el tema del carbón como mejorador de tierras de cultivo es el que se muestra en la imagen.

ESPAÑOL	INGLÉS
Átomo de carbono	carbon
Carbón mineral	coal
Carbón vegetal producido por el ser humano	charcoal
Biocarbón	biochar

Creemos que vale la pena mostrar la traducción español-inglés de los términos que utilizamos cuando hablamos de carbón. Lo que en español llamamos “carbón”, de manera más precisa, corresponde a un “sólido carbonoso”. Es decir, a un sólido formado por átomos de carbono (que, como sabemos, a su vez está formado por placas, llamadas “placas grafiticas” o “grafeno”). En inglés, la palabra *carbon* corresponde al átomo de carbono. En inglés, *coal* es el sólido carbonoso que se formó de manera natural (a partir de los sólidos que conformaban una selva que quedó inundada en un pantano), y *charcoal* es el sólido carbonoso que produce el ser humano por combustión controlada o por pirólisis de un residuo sólido vegetal.

## ¿Por qué Biocarbón (Biochar)?

¿Por su origen?

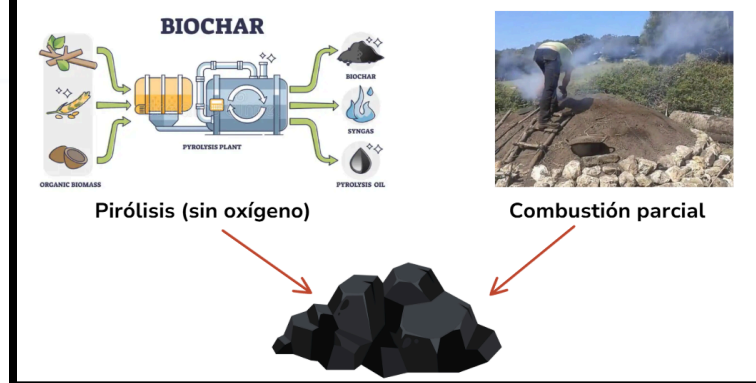


¿Por su uso?



Algunas publicaciones mencionan que el término en inglés *biochar* (que en español corresponde a “biocarbón”) indica que un carbón se produjo a partir de un sólido vegetal (biológico). En Carbotecnia consideramos que este argumento no es razonable, puesto que todo carbón que produce un ser humano por medio de combustión o pirólisis, parte de un sólido vegetal. Más bien coincidimos con los autores que exponen que un *biochar* o biocarbón es un carbón producido por el ser humano que se aplica para un fin biológico, como es la mejora de una tierra de cultivo.

## Producción de biocarbón: carbonización



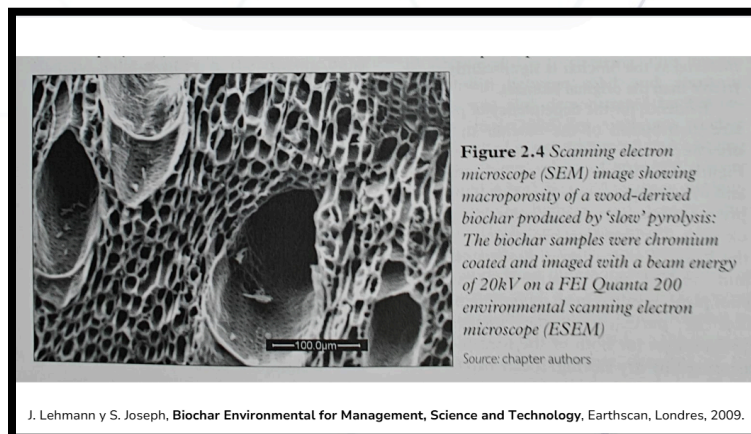


cuanto a que no se aporta dióxido de carbono a la atmósfera, como generador de efecto invernadero. En Carbotecnia no creemos que dejar de producir CO<sub>2</sub> sea significativo en la solución del efecto invernadero, pero, de acuerdo con lo que veremos adelante, sí creemos que producir carbón y mezclarlo con tierras de cultivo representa un beneficio muy grande para la agricultura.

## TEMARIO

- Propiedades físicas, microquímicas y organoquímicas.
- Propiedades nutrimentales y manera de incrementarlas.
- Propiedades biológicas.
- Desarrollo de una clasificación del biocarbón y métodos de análisis.
- Tecnología de producción.
- Cambios que ocasiona en tierras de cultivo.
- Estabilidad del biocarbón en la tierra de cultivo.
- Métodos de aplicación en tierras de cultivo.
- Efecto en la transformación de nutrientes de la tierra.
- Efecto en el lixiviado de nutrientes.
- Adsorción de compuestos orgánicos.
- Métodos de prueba para determinar la cantidad de biocarbón contenida en tierras.

En la imagen mostramos una selección de los temas que trata el libro que mencionamos anteriormente. Se puede observar que se trata de temas realmente técnicos.

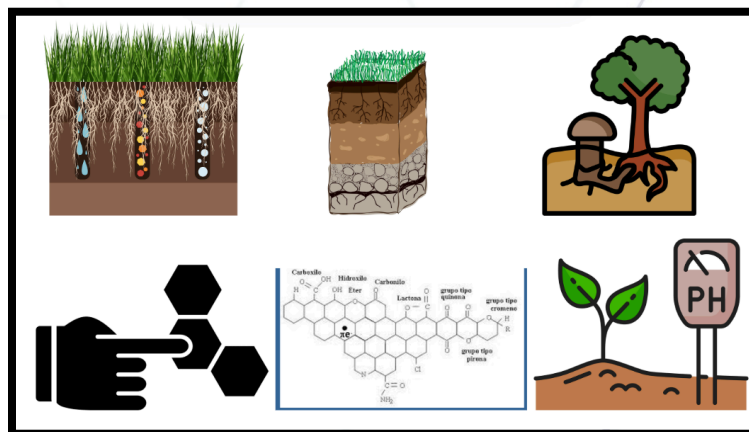


# Carbotecnia

La diapositiva muestra una imagen obtenida mediante microscopía electrónica de barrido de carbón producido mediante pirólisis de madera. Se observa que el carbón es un material poroso.

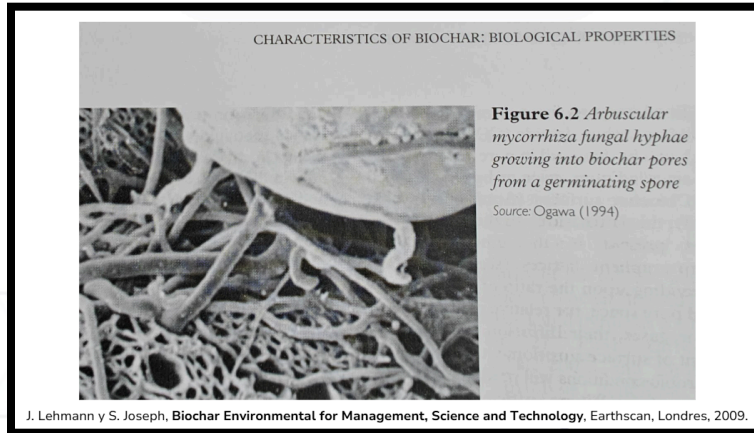


De antemano hemos dicho que la presencia de carbón en una tierra de cultivo mejora la producción agrícola. De acuerdo con las publicaciones que se pueden encontrar, se ha observado que los mejores resultados se obtienen con alrededor de 10% de carbón, y que el tamaño de partícula del carbón no tiene una incidencia importante en el resultado.

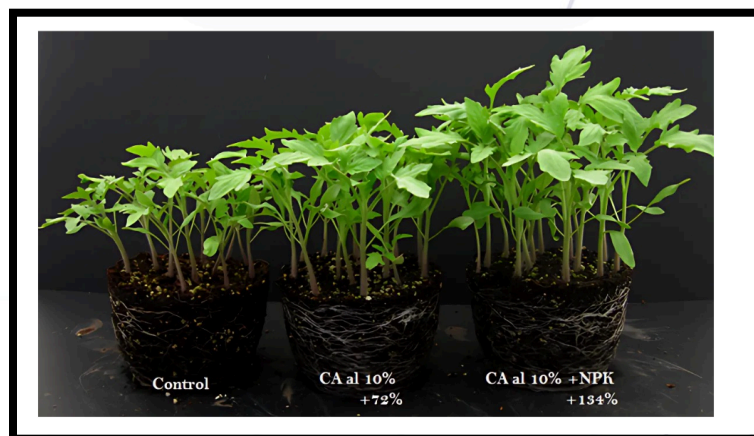


La presencia de carbón en tierras de cultivo tiene los siguientes efectos:

- Adsorbe compuestos procedentes de composta y fertilizantes orgánicos y que, como tales, tienen un efecto fertilizante. Con esto, se evita la pérdida del fertilizante que se disuelve y se va en el agua de riego.
- Aporta un hábitat propicio para el desarrollo de microorganismos que llevan a cabo una asociación mutualista con las raíces de las plantas (es decir, en la zona de la rizósfera). Los principales microorganismos son hongos llamados micorrizas. Estos se alimentan de carbohidratos que les aporta la planta; a cambio, facilitan la absorción de humedad y minerales presentes en la tierra. Hay de dos tipos de micorrizas: ectomicorrizas, que envuelven las raíces de la planta hospedera y permanecen fuera de estas, y endomicorrizas (también llamadas micorrizas arbusculares) que introducen sus hifas en el interior de las raíces. Otros microorganismos importantes son bacterias rizosféricas. Existen bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias solubilizadoras de fósforo y bacterias productoras de fitohormonas. Otros beneficios que producen los microorganismos mencionados a la planta es que la protegen contra otros microorganismos dañinos.
- Facilita la aireación.
- Mejora la hidratación de la tierra. Esto, no porque el carbón sea hidrofílico; (mucho menos higroscópico); de hecho, el carbón es más bien hidrófobo. No obstante, debido a su gran área superficial, agua permanece en los poros.
- Todo carbón contiene hidróxidos de sodio y potasio que se disuelven en el agua de riego y que entran en contacto con la tierra de cultivo. Cuando la tierra es ácida, estos hidróxidos la neutralizan en cierta medida, lo que es deseable. Si la tierra es alcalina, los hidróxidos que libera el carbón tienen un efecto que suele ser negativo para los cultivos.

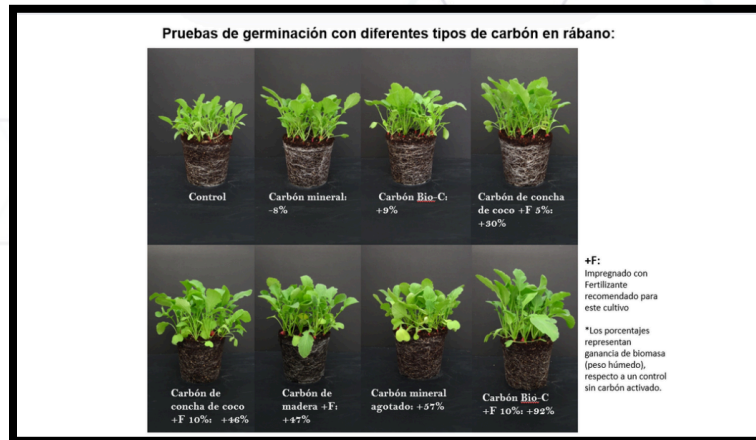


La imagen muestra una micorriza arbuscular cuyas hifas penetran, no solo en las raíces de la planta, sino también en los poros de carbón.

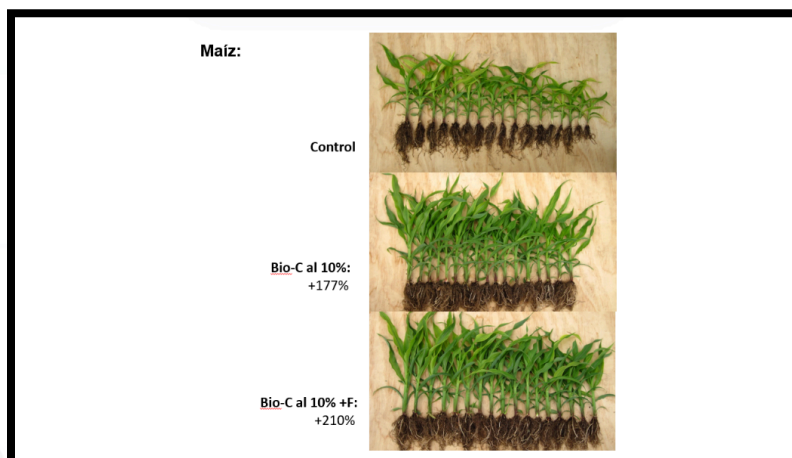


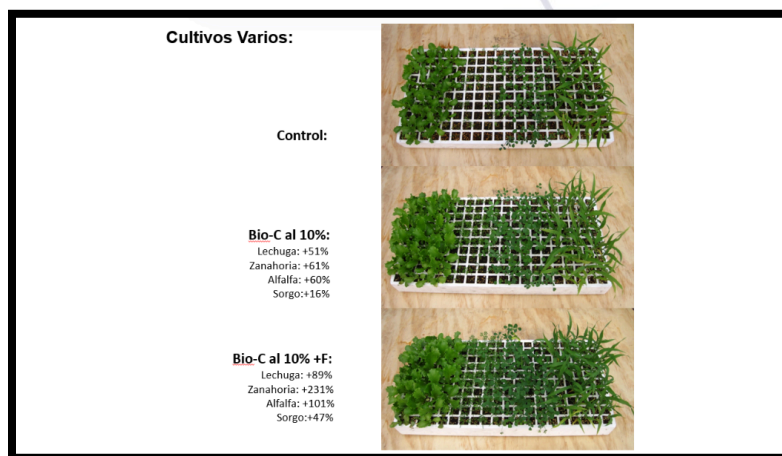
En 1911 llevamos a cabo una serie de experimentos con algunos cultivos, que nos llevaron a constatar que, tanto la presencia de carbón activado como no activado en el sustrato, mejoraba la producción de masa verde. No fuimos suficientemente rigurosos con el diseño de experimentos. No obstante, descubrimos que un 10% de carbón daba los mejores resultados, y que los resultados no eran mucho mejores con carbón activado que con carbón sin activar. También aprendimos que, en seis semanas a partir de la siembra, aumentó más la producción de masa

verde con la adición de carbón a la tierra de cultivo que con la adición de un fertilizante (sin la adición de carbón).



En este momento, no entramos en mucho detalle respecto a los resultados de las pruebas de 2011, porque el diseño de experimentos no fue suficientemente bueno y porque no registramos con precisión algunos de los datos.





Aunque nos quedaron muchas dudas, fue indiscutible que la simple adición de 10% de carbón a la tierra, mejoraba la producción de masa verde de las especies vegetales a las que les aplicamos las pruebas. Esto coincidía con lo que mencionaban las publicaciones.



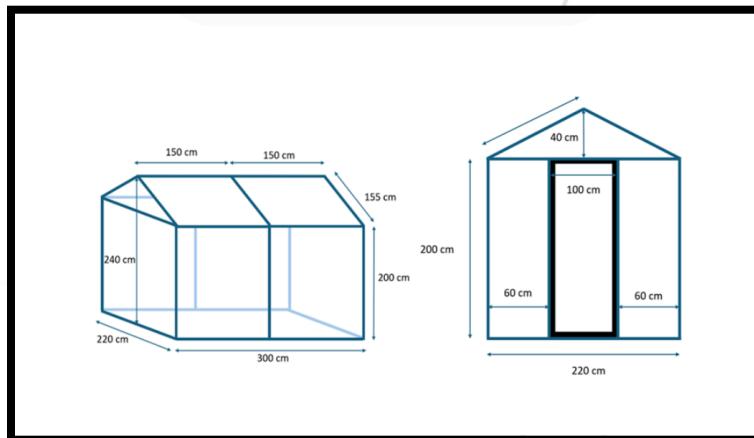
En 2023 decidimos volver a experimentar con la adición de carbón a sustratos para cultivar algunas especies. Cometimos algunos errores importantes, por lo que repetimos los experimentos en 2024. Decidimos comparar carbón de concha de coco con carbón de madera de encino, que se utiliza mucho en México para hacer carnes asadas.



Independientemente de que las publicaciones mencionan que el tamaño de partícula del carbón no es una variable que tenga consecuencias importantes en la productividad de un sustrato, para realizar los experimentos, pulverizamos ambos tipos de carbón y los cribamos en una malla 200.



Hicimos las pruebas con cuatro especies de vegetales: pepino, rábano, girasol gigante y maíz dulce. Adquirimos las semillas de una misma marca.



Construimos un invernadero con las dimensiones que se muestran en la imagen. Lo cubrimos con película de polietileno blanco.



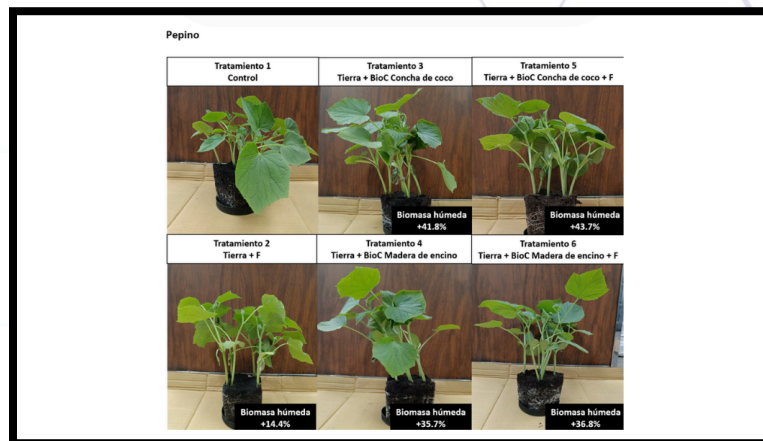
Utilizamos macetas con las dimensiones que se muestran en la imagen. En cada maceta sembramos el número de semillas que permitía la separación entre ellas que recomienda el sobre en el que se comercializan.



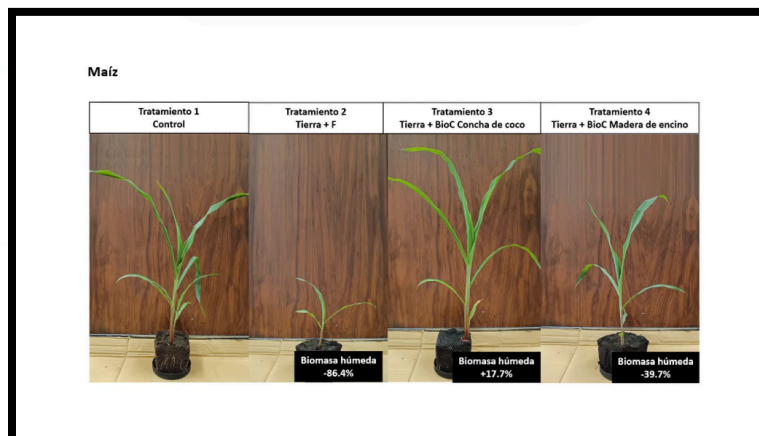
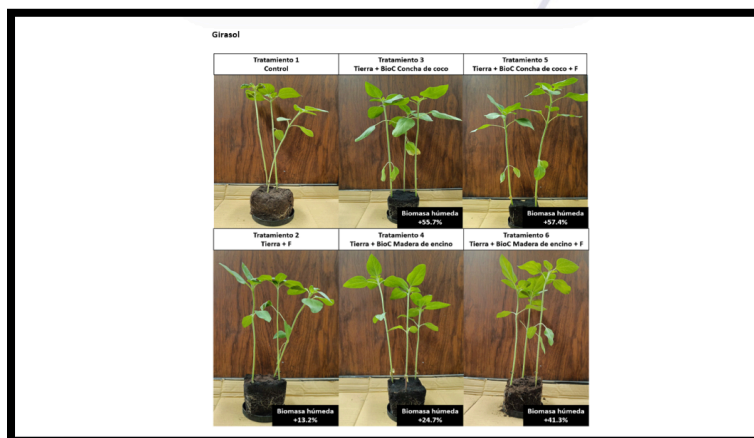
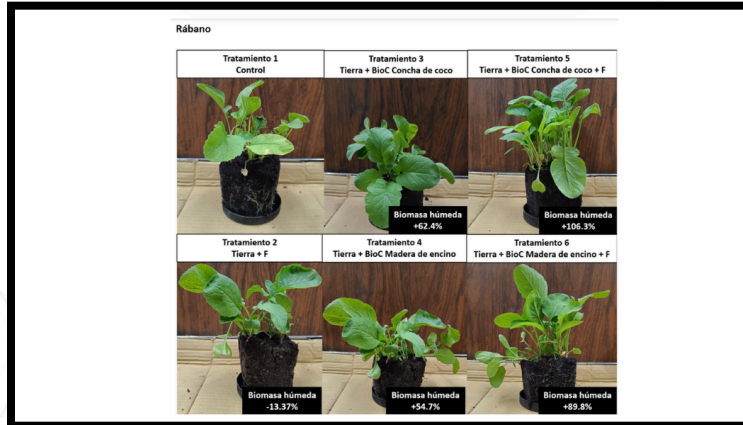
Como sustrato, utilizamos tierra de un terreno destinado a la siembra de maíz que no es lejano a Carbotecnia. Nos encontramos en una zona que se ha dedicado a la producción de maíz durante muchas décadas. Como se observa en la imagen anterior, el 60% de la tierra está compuesta por arena, el 30% de limo y 10% de arcilla. Por la textura que presenta esta tierra, se considera franco-arenosa, con buena aireación y textura para el desarrollo de las raíces. Medimos el pH y la humedad del suelo con el equipo que se muestra en la imagen. Para las pruebas que llevarían fertilizante, adquirimos humus de lombriz. En los casos en que aplicamos este fertilizante, lo hicimos en la proporción que señala el empaque comercial del mismo.

Plantas	Tiempo de germinación (días).					
	Tratamientos.					
	Tierra de campo	Tierra de campo + humus lombriz	Tierra de campo + Bio C. concha de coco	Tierra de campo + Bio C. madera encino	Tierra de campo + Bio C. concha de coco + humus lombriz	Tierra de campo + Bio C. madera encino + humus lombriz
Pepino	5	5	4	5	5	6
Rábano	5	4	4	5	5	5
Girasol	8	8	7	8	8	9
Maíz	9	35	7	10	No germinaron	No germinaron

Excepto el maíz sembrado en sustratos con humus de lombriz, las plantas germinaron en el número de días reportado en los empaques de sus semillas respectivas.



Esta y las siguientes tres transparencias muestran los resultados de seis experimentos llevados a cabo con cada especie vegetal.



Observaciones:

Los dos biocarbones probados provocaron aumento de una o dos unidades de pH en la tierra de campo, cuyo pH original era de 5. Esto es razonable considerando que todos los biocarbones liberan hidróxidos, entre los que se incluyen de potasio y sodio, que son bases fuertes. Como se mencionó al inicio de este trabajo, las publicaciones mencionan que el aumento en el pH del sustrato es uno de los efectos colaterales que tiene la adición de biocarbón a un sustrato agrícola. Hay que mencionar que el pH del primer extracto acuoso de cualquier biocarbón aumenta el valor del pH en alrededor de dos unidades, cuando se ponen en contacto 10 g de biocarbón con 100 g de agua desionizada.

En el caso de las pruebas realizadas en este estudio, el aumento del pH puede haber sido un factor importante en el aumento de la producción de masa verde. Habría que hacer pruebas igualando el pH de la tierra de campo con el de la tierra de campo adicionada con carbón, para comparar resultados.

La adición de ambos biocarbones disminuyó la necesidad de regar: de 5 a 6 días por semana, en la tierra de campo, a 3 a 4 días por semana, en la tierra de campo adicionada con cualquiera de los biocarbones utilizados. Esto corresponde a una disminución promedio en la necesidad de riego de 36%.

Esta imagen muestra las observaciones que realizamos con base en los resultados obtenidos.

- El biocarbón de concha de coco aumentó la producción de masa verde en las cuatro especies. El aumento promedio de las cuatro fue de 44.4%.
- El biocarbón de madera de encino aumentó la producción de masa verde en tres de las cuatro especies: pepino, rábano y girasol. En el caso del maíz, la desmejoró.
- Si comparamos solamente pepino, rábano y girasol (en las que ambos biocarbones provocaron aumentos en la producción de masa verde), el aumento promedio producido por el biocarbón de concha de coco fue de 53.3%; y el aumento producido por el biocarbón de madera de encino fue de 38.3%.
- El humus de lombriz afectó negativamente al maíz, y positivamente al pepino, rábano y girasol.
- En pepino, rábano y girasol, el humus de lombriz aumentó en promedio la producción de masa verde en 13.7%. Esto significa que ambos biocarbones ocasionaron mayores aumentos en la producción de masa verde que el humus de lombriz.

Resalta el hecho de que la adición de carbón al sustrato tuvo en todos los casos un efecto positivo en la producción de masa verde, y que el biocarbón de concha de coco aumentó en promedio la producción de masa verde en un 53.3% mientras que el biocarbón de madera de encino la hizo en un 38.3%.

En cuanto a la adición de humus de lombriz a sustratos formados por tierra de campo y alguno de los biocarbones:

- No aumentó la producción de masa verde de pepino y girasol, aunque sí sustancialmente la de rábano para el caso de biocarbón de concha de coco.
- No aumentó la producción de masa verde de pepino, aunque sí apreciablemente la de rábano y girasol para el caso del biocarbón de madera de encino.



En Carbotecnia ofrecemos comercialmente biocarbón de concha de coco. Nuestra marca propia es BioCar. Hemos atendido pedidos que van desde una bolsa de 1 kg, hasta algunos cientos de toneladas que podemos entregar en sacos de 25 kg o en supersacos de 500 kg. BioCar ha encontrado mayores aplicaciones en casos en los que el volumen de las raíces de las plantas es pequeño, como es el caso de la fase de germinación, invernaderos, pasto y jardinería. Esto es entendible, considerando que un menor volumen de rizósfera implica una menor inversión en biocarbón.

Gracias por su atención

Tel. + 52 33 3834-0906  
ventas@carbotecnia.com.mx  
ingenieria@carbotecnia.com.mx

**C<sup>a</sup>rbotecnia**  
PURIFICACIÓN AVANZADA