



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“EL CARBON VEGETAL FORESTAL COMO
SUSTRATO, MAS NITROGENO, FOSFORO Y
POTASIO (N.P.K.), EN EL CULTIVO DE
Raphanus sativa “Rábano”. IQUITOS – 2014”**

T E S I S

Para optar el título profesional de

INGENIERO AGRONOMO

Presentado por

FERNANDO LEONIDAS RAMIREZ PAREDES

Bachiller en Ciencias Agronómicas

IQUITOS – PERÚ

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Tesis aprobada en sustentación pública el día 24 de octubre del 2014, por el jurado Ad-Hoc nombrado por la Facultad de Agronomía, para optar el título de:

INGENIERO AGRONOMO

JURADOS

**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Presidente**

**Ing. LIDIA DEL CARMEN BARDALES PEZO, M.Sc.
Miembro**

**Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS
Miembro**

**Ing. FIDEL ASPAJO VARELA M.Sc.
Asesor**

**Ing. JUAN IMERIO URRELO CORREA, M.Sc.
Decano (e)**

DEDICATORIA

A nuestro creador por su infinita bondad a través de nuestra vida Dios, a mis padres, hermanos, familiares todos por su apoyo permanente, y a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todas la cosas, y a mis padres con sentir su apoyo a mis hermanas y demás familiares. A todos los docentes de la Gloriosa Facultad de Agronomía, por sus enseñanzas, sus tolerancias y la estima que recibí de ellos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	08
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 PROBLEMA, HIPOTESIS Y VARIABLES.....	10
1.1.1 Descripción del problema.....	10
1.1.2 Hipótesis General.....	11
1.1.3 Identificación de variables Independientes.....	11
1.1.4 Identificación de variables Dependientes.....	11
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.2.1 Objetivo General.....	11
1.2.2 Objetivo específico.....	11
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	12
1.3.1 Justificación.....	12
1.3.2 Importancia.....	12
CAPITULO II. METODOLOGÍA	13
2.1 MATERIALES.....	13
2.1.1. Del lugar del experimento.....	13
2.1.2. Del clima.....	13
2.1.3 De las instalaciones.....	13
2.1.4 Del Transporte.....	13
2.1.5 De la semilla y demás materiales.....	14
2.1.6 De los demás accesorios.....	14
2.1.7 Del servicio de vigilancia y logística	14
2.2 METODOS.....	14
2.2.1. OPERATIVIDAD.....	14
1.- SELECCIÓN DEL TERRENO	14
2.- CARBÓN VEGETAL.....	15
3.- PREPARACIÓN DE CAJONES.....	15
4.- LLENADO DE BOLSAS.....	15
5.- PRUEBA DE GERMINACIÓN.....	15
6.- SIEMBRA.....	16
7.- APLICACIÓN DE FERTILIZANTES.....	16
8.- RIEGO.....	16

9.- CONTROL FITOSANITARIO.....	16
10.- EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS.....	16
2.2.2. Carácter de la investigación.....	17
2.2.3. Diseño de la investigación	18
CAPITULO III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
3.1 MARCO TEORICO.....	19
3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	34
CAPITULO IV. ANALISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.....	37
4.1 CARACTERISTICAS AGRONÓMICAS.....	37
4.1.1 ALTURA DE LA PLANTA (cm)	37
4.1.2 DIAMETRO DE LA RAIZ (cm).	40
4.1.3 PESO DE LA RAIZ (gr).	42
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1 CONCLUSIONES.....	48
5.2 RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFIA.....	50
ANEXOS.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº 01: ANÁLISIS DE VARIANZA	18
Cuadro Nº 02: ANVA de Altura en (cm) a los 10 días	37
Cuadro Nº 03: ANVA de Altura en (cm) a los 20 días	37
Cuadro Nº 04: ANVA de Altura en (cm) a los 35 días	38
Cuadro Nº 05: Prueba de Duncan de la altura de planta (cm.) a los 10 días	38
Cuadro Nº 06: Prueba de Duncan de la altura de planta (cm.) a los 20 días	38
Cuadro Nº 07: Prueba de Duncan de la altura de planta (cm.) a los 35 días	38
Cuadro Nº 08: ANVA del Diámetro de la raíz en (cm) a los 10 días.....	40
Cuadro Nº 09: ANVA del Diámetro de la raíz en (cm) a los 20 días.....	40
Cuadro Nº 10: ANVA del Diámetro de la raíz en (cm) a los 35 días.....	40
Cuadro Nº 11: Prueba de Duncan del Diámetro de la raíz de planta (cm) a los 10 días	41

Cuadro Nº 12: Prueba de Duncan del Diámetro de la raíz de planta (cm) a los 20 días	41
Cuadro Nº 13: Prueba de Duncan del Diámetro de la raíz de planta (cm) a los 35 días	41
Cuadro Nº 14: ANVA del Peso de la raíz en (gr) a los 10 días	43
Cuadro Nº 15: ANVA del Peso de la raíz en (gr) a los 20 días	43
Cuadro Nº 16: ANVA del Peso de la raíz en (gr) a los 35 días	43
Cuadro Nº 17: Prueba de Duncan del Peso de la raíz de planta (gr) a los 10 días	44
Cuadro Nº 18: Prueba de Duncan del Peso de la raíz de planta (gr) a los 20 días	44
Cuadro Nº 19: Prueba de Duncan del Peso de la raíz de planta (gr) a los 35 días	44

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico Nº 01: ALTURA DE PLANTA (cm.).....	39
Gráfico Nº 02: DIAMETRO DE LA RAIZ DE LA PLANTA (cm).....	42
Gráfico Nº 03: PESO DE LA RAIZ DE LA PLANTA (gr).....	45

INDICE DE ANEXOS

ANEXO Nº I: Contenido de Nutrientes, pH y contenido de Carbonato de Biochars.....	53
ANEXO Nº II: DATOS DE CAMPO	54
ANEXO Nº III: DISEÑO DEL AREA EXPERIMENTAL	57
ANEXO Nº IV: DISEÑO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.....	58
ANEXO Nº V: FOTOS DEL EXPERIMENTO Y ADYACENTES.....	59

INTRODUCCIÓN

Hoy la utilización de Biochar en el suelo es globalmente considerada como una de las estrategias más prometedoras en grado de asociar el mitigar de los cambios climáticos con el mejoramiento de la fertilidad de los suelos y de la producción agrícola. Tal acción dual se manifiesta gracias a la presencia de una porción carbonosa muy estable (que permite almacenar carbono en el suelo), la elevada porosidad, a los efectos positivos de las características hidrológicas del suelo, a la disponibilidad de los nutrientes y su componente biológico.

Hoy gran parte del mundo agrícola y ambiental basa sus esperanzas en la pirolización de todo bioresiduo y este aplicar a los suelos como forma de mitigar, remediar y enmendar los suelos para buscar su optimización a iniciar una explotación agrícola, agroforestal, ambiental y de restauración ecológica.

En realidad, los beneficios agronómicos de la aplicación de carbones vegetales como enmienda en suelos ya eran conocidos desde hace miles de años por los indígenas de la cuenca del Amazonas como parece indicar la existencia de grandes extensiones de terreno, llamadas "***terra preta de Indio***" en las que presumiblemente se utilizaban los restos de biomasa calcinada como medio de fertilización.

El hecho de haberse descubierto en la amazonia nos invita a tener preferencia por sumarnos a la búsqueda de una mejor comprensión y desarrollar esta técnica simple pero de gran utilidad para la protección del suelo y el ambiente.

El presente trabajo investigación pretende usar el carbón como sustrato donde sin presencia de suelo alcance a desarrollar una planta como el **Raphanus sativa** a donde se lo suministrara los elementos macros NPK para su desarrollo, y con ello ser partícipe de la búsqueda de soluciones a la agricultura en la amazonia.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PROBLEMA, HIPOTESIS Y VARIABLES

1.1.1. Descripción del problema

El reto del agrónomo está en la búsqueda de producir alimentos sin suelo agrícola, las que cubran las necesidades alimenticias de la población, para lograr esto significa que muchos esfuerzos no resultes satisfactorios a lo esperado, uno de esto es la prueba el carbón vegetal como sustrato en el cultivo del *Raphanus sativa* “rabano”, como una de las alternativas por tener capacidad de retención de agua más nutrientes, en su estructura se albergan microorganismo, regula en pH y aporta gradualmente minerales.

El agrónomo enfoca sus trabajo de investigación en la producción de alimentos, utilizando técnicas que muy bien se darían en otras especies que no consuma el hombre, uno de ellos puede ser las plantas ornamentales como las epifitas.

Los restos de cosecha y cualquier bioresiduo no tienen una disposición final segura y ambientalmente armónico, y la carbonización puede corregir esta anomalía en este rubro.

“El biochar tiene posibilidades reales”, señaló David Wardle, edafólogo de la Escuela de Ciencias Agrícolas de la Universidad sueca de Uppsala.

“Pero resulta prematuro incluirlo ya en la contabilidad del carbono. Quizá sea una respuesta, pero todavía no lo sabemos.”

<http://www.npgiberoamerica.com/union-fenosa/las-brillantes-perspectivas-del-biochar.html>

1.1.2. Hipótesis General

Que los diferentes diámetros de carbón vegetal forestal con o sin fertilizante es capaz de desarrollar la planta del *Raphanus sativa*.

1.1.3. Identificación de variables Independientes

T1: Carbón vegetal menor a 1 cm.

T2: Carbón vegetal mayor a 2 cm.

T3: Carbón vegetal menor a 1 cm., mas NPK (5gramos/planta)

T4: Carbón vegetal mayor a 2 cm., mas NPK (5gramos/planta)

1.1.4. Identificación de variables Dependientes: Desarrollo del *Raphanus sativa* “rabano”

Indicadores

- Altura de planta (cm).
- Diámetro de la raíz (cm).
- Peso de la Raíz (cm)

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.2.1. Objetivo General:

Evaluar el desarrollo del cultivo de *Raphanus sativa* “rabano” con diferentes diámetros de carbón vegetal y el uso de NPK

1.2.2. Objetivo específico

Demostrar que el sustrato de carbón vegetal con y sin fertilizante es capaz de desarrollar el cultivo de *Raphanus sativa* a los 10, 20 y 35 días.

1.3. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.

1.3.1. Justificación.

Teniendo un suelo con marcado nivel de acidez, se justifica buscar un sustrato que contribuya a corregir este problema, y en este caso se pondrá a prueba el carbón vegetal como biocarbón para cumplir esta misión y de acuerdo al resultado puede dar alternativa para el desarrollo a una agricultura intensiva o semi intensiva, así mismo la carbonización ayuda también a mejorar la bioseguridad y a la retención del carbono atmosférico.

Los antiguos hombres amazónicos desarrollaron una técnica usando el carbón vegetal para luego aplicarlo a sus suelos. Si el hombre antiguo pudo enriquecer sus suelos con carbón ¿Por qué el hombre moderno no lo puede hacer?

1.3.2. Importancia.

La importancia del presente trabajo está en que el carbón vegetal molido se debe usar como una enmienda en el suelo, las que van a favorecer en la retención de agua con nutrientes, mejorando la capacidad de intercambio catiónico, favorece la reproducción de microorganismos y gradualmente aporta sus minerales a la planta. Puede ser una alternativa para una actividad agrícola paralela al cuidado del ambiente, también dar un manejo adecuado a la disposición final de los bioresiduos en general, además nos sumará a la tendencia académica y científica a este producto.

CAPITULO II

METODOLOGIA

2.1. MATERIALES

2.1.1. Del lugar del experimento.

Este trabajo se llevó a cabo en el área urbana de la ciudad de Iquitos, en el predio del asesor Sr. Wilson Vásquez Pérez, en su biohuerto de 600m², ubicado en el Jr. Putumayo cuadra 27.

Coordenadas UTM

692482 Este

9587399 Norte

2.1.2. Del clima.

Según **HOLDRIGE, L. (1987)**, está clasificado como bosque Húmedo Tropical, caracterizado por sus altas temperaturas superiores a los 26 °C, y fuertes precipitaciones que oscilan entre 2000 y 4000 mm/año. Este es la que predomina en la ciudad, la de ser 2grados más que en un espacio rural.

2.1.3. De las instalaciones.

Se tomó un área del patio donde se instaló un pequeño taller con acceso al agua, almacén, vías de acceso y demás logística necesaria.

2.1.4. Del Transporte

Por ser zona urbana, el acceso fue fácil la que sirvió para las evaluaciones del presente trabajo y la presencia constante en el lugar de investigación.

2.1.5. De la semilla y demás materiales

Las semillas nos donó el Programa PENUD de la Región Loreto. El material para el desarrollo del *Raphanus sativa* fueron: 16 cajas de madera encuadrada de 1.2 m x 1.2 m por lado, donde se pusieron 36 bolsas de 2 kilos, las que fueron sembraron tres semillas x golpe.

El carbón, fue residuo del carbón comercial que se comercializa en el puesto de venta de este producto a un total de 45 kilos.

2.1.6. De los demás accesorios

- Se usó machetes y palas para la limpieza y drenaje del terreno en un total de 100 m².
- Se usó un partillo para despedazar el carbón, una moladora manual y un tamiz de un centímetro de diámetro
- Uso de calendario cronológico y libreta de campo, marcadores de cinta, regaderas.

2.1.7. Del servicio de vigilancia y logística.

Se contrató y se dio albergue a un obrero vigilante por un tiempo de 2 meses para las labores propias al trabajo que se realizó.

2.2. METODOS

2.2.1. OPERATIVIDAD

1.- SELECCION DEL TERRENO

El área experimental se ubicó en la zona urbana de la ciudad de Iquitos en la calle Putumayo cuadra 27, se ha elegido esta área debido a que se puede tener fácil acceso al terreno a cualquier hora del día. El terreno cuenta con 100 m².

2.- CARBON VEGETAL

Se compró en el mercado Belén la cantidad de 7 sacos de carbón vegetal con un promedio de peso de 45 kilos. Se procedió al chancado con un martillo, luego a la molienda del carbón con una moladora manual la que luego se tamizó en cedazos de un diámetro de 1 cm y lo que sobra se consideró mayores de 2 cm, la que luego pasará a los tratamientos respectivos.

3.- PREPARACION DE CAJONES

Se utilizaron tablas de 1.20 m de largo x 1" pulgada de grosor y 25 cm de ancho, las que se usó para construir las 16 cajas que es el número de unidades experimentales que tendrá el trabajo de investigación; esto servirán de soporte a las bolsas.

4.- LLENADOS DE BOLSAS.

Las bolsas que se utilizaron fueron para capacidad de 2 kg de sustrato con una medida 26 cm x 18 cm, donde se llenaron las bolsas con carbón vegetal en 2 grupos el primero menor de 1 cm de diámetro y el segundo mayor a 2 cm de diámetro.

5.- PRUEBA DE GERMINACION.

Se realizó 5 grupos de 100 semillas por grupo, las que se inhibieron por espacio de 4 horas y luego se pusieron en los envases. A partir del quinto día se observó el inicio de la germinación y se contabilizó hasta el octavo día. Teniendo un porcentaje de germinación 89%.

6.-SIEMBRA.

Se sembró 3 semillas por bolsas para garantizar que se tuviera 2 o 3 plantas en la bolsa a los 15 se realizó el desahijé quedando la planta más vigorosa.

7.-APLICACIÓN DE FERTILIZANTE

Se aplicó 5 gr de NKP (20-20-20) por planta a los tratamientos T3 (diámetros menores de un cm) y T4 (diámetros mayores de 2 cm), al inicio del trabajo de investigación.

8.-RIEGO

Se realizó cada 3 días, dependiendo de las precipitaciones de la zona, esto se realizó con el propósito de que la planta no se marchitara por estar en bolsa.

9.- CONTROL FITOSANITARIO

No se presentó enfermedades causados por insectos y microorganismo. En el tiempo que se desarrolló el trabajo de investigación.

10.- EVALUACION DE LOS PARAMETROS

Las evaluaciones se realizaron en tres momentos el primero a los 10 días de la siembra, el segundo a los 20 días de la siembra el tercero a los 35 días de la siembra.

a. ALTURA DE LA PLANTA.

Se midió con una wincha desde el nivel del carbón hasta la última hoja desarrollada de *Raphanus sativa* “Rabano” y el promedio se puso como dato en la unidad experimental.

b. DIAMETRO DE LA RAIZ.

Esta información se midió con el vernier o pie de rey y el promedio de las raíces se puso como dato en la unidad experimental.

c. PESO DE LA RAIZ.

Este dato se midió con una balanza digital de capacidad para mil gramos y el promedio se puso como dato en la unidad experimental.

2.2.2. Carácter de la investigación.

Se hicieron 16 cuadrantes de madera de 1.2 m por 1.2 m, donde cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, separados de un metro cada uno, en cada cajón entraron 36 bolsas de 2 kilos de sustrato.

A los 15 días se produjo el desahije para dejar a la planta más rigurosa como la planta definitiva

Características del campo experimental:

a) De las Parcelas:

- N° de parcelas : 4
- N° Total parcelas : 16
- Largo parcela : 1.2 m
- Ancho parcela : 1.2 m
- Área parcela : 1.44 m²
- Separación entre parcela : 1.0 m

b) Del Campo Experimental:

- Largo Experimento : 9.8 m
- Ancho Experimento : 9.8 m
- Área Experimento : 96.04 m²

2.2.3. Diseño de la investigación.

Para evaluar los datos se utilizó el Diseño Completo al Azar (D.C.A.) con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones.

El experimento será evaluado bajo las siguientes fuentes de variabilidad, tratamiento, error experimental.

Cuadro N° 01. Análisis de Varianza

Fuente Variación	G L
Tratamientos	$T - 1 = 4 - 1 = 3$
Error	$(rt - 1) - (T - 1) = (4 \times 4 - 1) - (4 - 1) = 12$
TOTAL	$Rt - 1 = 4 \times 4 - 1 = 15$

Fuente: CALZADA B.J. (1970)

Capítulo III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. MARCO TEORICO

Nombre común o vulgar: Rábano, Rábanos, Rabanillo, Rabanito, Nabo chino

Nombre científico o latino: *Raphanus sativa*

Familia: Crucíferas (Cruciferae).

Origen: Extremo Oriente.

Es una hortaliza de raíz de fácil cultivo, que no ocupa mucho espacio y crece con gran rapidez.

Muy apreciada por su color escarlata y su sabor picante.

Los colores de la raíz varían desde el blanco al negro pasando por colores rojo pálido a escarlata brillante.

El tamaño de las raíces oscila desde pequeñas hasta grandes, siendo los pequeños los más apreciados en el mercado español.

Se distinguen:

- Variedades de raíces grandes: rábanos.
- Variedades de raíces pequeñas: rabanitos.

Existen numerosas variedades, pero las principales son:

- Cherry Belle (precoz, rojo cereza).
- Novired (precoz, forma oval, rojo escarlata).
- Bolide (raíz redonda, rojo escarlata).
- Redondo escarlata (color exterior rojo vivo, carne blanca).
- Largo rojo.
- Largo de Mallorca.
- Largo murciano.
- Flevo (raíz fina, color rojo).
- Sezanne (blanco o rosa, redondo).

Composición química del rábano:

Agua	95%
Hidratos de carbono	3% (fibra 1%)
Proteínas	1%
Lípidos	0, 2%
Vitamina C	20 mg/100 g
Potasio	240 mg/100 g
Sodio	40 mg/100 g
Calcio	34 mg/100 g
Fósforo	27 mg/100 g

<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/rabano-rabanos-rabanillo-rabanito-nabo-chino.htm>

BIOCHAR

GURWICH, Noel. et, al. (2013), Dan afirmaciones sobre los beneficios ambientales de carbonización de biomasa y aplicando el "**biochar**" resultante para el suelo son impresionantes. Si es verdad, que podrían influir en la gestión del suelo en todo el mundo. Supuestos beneficios incluyen el aumento de rendimiento de los cultivos, fertilidad del suelo y la capacidad de retención de agua; la idea que más se discute es que la aplicación de biochar al suelo mitigará el cambio climático.

Esta afirmación se basa en la suposición de que el biochar persiste durante cientos o miles de años, por lo tanto el almacenamiento de carbono que de otra manera se descomponen. Se realizó una revisión sistemática para cuantificar los esfuerzos de investigación dirigidos a diez aspectos del biochar y estrechamente evaluó la estabilidad de la literatura sobre el biochar. Asimismo en cuanto a la captación de metales pesados por este producto, encontramos a Ushimuya Sophie et al 2012 que en sus estudios demuestra cómo la propiedad superficial de diferentes biochars puede ser manipulado para mejorar su capacidad de reducir la concentración soluble en agua y la biodisponibilidad de los contaminantes de metales pesados.

Los resultados obtenidos en este estudio son aplicables a la recuperación económica de miles de polígonos de tiro en todo Estados Unidos. Los resultados sugirieron que biochars pueden ser diseñados para eliminar selectivamente los contaminantes diana (Pb, Cu, y Zn) en muestras de suelo

de campo-obtenido, sin efectos secundarios tales como la liberación de otros elementos indeseables. Los biochars producidos tienen un potencial de aplicación en gran escala para remediar una amplia gama de tipos de suelo que tienen problemas relacionados con los metales pesados, y serán, al mismo tiempo permitir que los usuarios finales para reducir la huella de carbono. Y siguiendo la búsqueda de beneficios del producto encontramos otra vez a **UCHIMUYA, Sophie y WARTELLE Lynda, (2011)** Que sostienen que biochar es uno de los productos que se forman durante los procesos termoquímicos de conversión de residuos en energía. Además del uso como combustible, el biochar tiene una amplia gama de aplicaciones agrícolas y ambientales, tales como la fertilización del suelo, remediación de sitios, y el secuestro de carbono. En este estudio, biochars se produjeron a diferentes temperaturas de pirólisis de cascarilla de algodón y se caracterizan por propiedades físicas y químicas, tales como la composición y área de superficie. Biochars caracterizados fueron analizadas por su capacidad de secuestrar metales pesados contaminantes cuando se modifique en un suelo franco arenoso. Los resultados sugieren que las propiedades medibles específicos de biochars, lo más importante los grupos funcionales de la superficie, el control de la capacidad de biochars para secuestrar metales pesados en el tipo de suelo empleado..- Asimismo se encuentra a la misma autora **UCHIMUYA Sophie y LIMA Isabel et al 2012**, con otra afirmación que dice: Dependiendo de los tipos de suelo, las propiedades de caracteres especialmente pH y componentes orgánicos / inorgánicos lixiviables pueden tener diversos impactos cuando se utiliza como una enmienda del suelo. Hemos investigado los comportamientos de

absorción-desorción de contaminantes metálicos de preocupación en los campos de tiro y los suelos urbanos (Cu), el suministro de nutrientes (S, P, K), así como la movilidad de Al y Zn en los suelos carac-modificada de diferente pH, capacidad de amortiguación, y el contenido de carbono orgánico. Caracteres de camada derivado de engorde formado en 350 y 700 oC y análogo activado por vapor fueron seleccionados para ambos experimentos a corto y largo plazo que emplean lixiviación sintética precipitación (SPLP) y la toxicidad de lixiviación característica procedimientos (TCLP). Comparativa de TCLP y SPLP resultados indica que P liberado de biochars formar rápidamente precipitados que pueden movilizarse a través de la disolución ácida. Si bien se observaron repetidas, la liberación a largo plazo de K y P, la liberación de S era a corto plazo, incluso bajo pH alcalino. Los tipos de suelo controlan la reversibilidad de las isothermas de adsorción de Cu-desorción, y la movilidad de todos los elementos investigados.

SOHY Saran et al 2014, indican que los biochars han ganado la atención mundial como una enmienda del suelo debido a su función multi-funcional para la mejora de la retención del carbono del suelo, incrementar la fertilidad y la retención de la humedad del suelo. De hecho, hay miles de artículos de investigación que han demostrado una comprensión técnica de la actuación biochar. Sin embargo, estos informes han utilizado biochars producidos en una pequeña escala. A pesar de la existencia de muchas instalaciones de producción de biochar comercial a gran escala, estas plantas no han producido un beneficio. Hay una necesidad de un enfoque de sistemas en

los que la economía de la producción de carbón vegetal pueden ser maximizados. A los efectos, le ofrecemos dos aspectos distintos por el cual un modelo biofísico y socioeconómico puede integrar el uso de biochar en los sistemas agrícolas. El modelo biofísico requiere una conexión entre la gestión de residuos y el sistema de producción y el modelo socioeconómico está dirigida a integrar las necesidades de trabajo, de riqueza y de la energía para la producción de biochar. Por lo tanto, los intereses comerciales tienen opciones de modelos para maximizar el biochar en los sistemas agrícolas y al mismo tiempo producir un beneficio.

Resumen técnico: papel biochars como enmienda del suelo ha sido bien investigado. A pesar de la comprensión técnica del biochar adquirido en los últimos cinco años, el biochar aún no se produce comercialmente en una gran cantidad en un modo que ha obtenido un beneficio. Hay ejemplos de la producción de biochar no rentable, pero el propósito principal de este capítulo es explorar cómo una perspectiva de sistemas podría establecer las condiciones en que el biochar podría ser más ampliamente adoptado. En este contexto, le ofrecemos dos aspectos distintos que considerar y eventualmente integrados en un modelo biofísico y socioeconómico que aumenta el uso de biochar en los sistemas agrícolas. Ofrecemos que la escala y la complejidad de un sistema biochar para demostrar con creces su papel multifuncional dependen de la accesibilidad de la biomasa, las vías de conversión, y el uso de fases y que su producción a escalas rentables es posible.

Y en cuanto a la caracterización de los productos a quemar encontramos a **SCHIMMEL, Keith et al (2014)** y nos indica que la producción y el procesamiento de una variedad de subproductos agrícolas en forma de residuos de cultivos tales como cáscaras de nuez, desmotadora de algodón, mazorcas de maíz, bagazo de caña, cascarilla de arroz, y la paja, etc. en el biochar se ha ganado la atención mundial por su uso como una enmienda del suelo. El biocarbón es un subproducto sólido producido por la pirolisis térmica de estas materias primas agrícolas. Debido a biochar se producen comúnmente a partir de plantas, que contienen una diversidad de estructuras orgánicas y elementos inorgánicos que pueden servir para aumentar la fertilidad del suelo mediante el aumento de nutrientes de carbono y de plantas. Antes de biocarbón se aplica a los suelos, es útil para caracterizar químicamente y físicamente el biocarbón para asegurar que se mantiene la integridad de la salud del suelo. Hemos producido biochar de una variedad de materias primas vegetales a diferentes temperaturas de pirolisis para determinar el impacto de las condiciones de transformación en la calidad biochar. Encontramos que la recuperación de masa biochar y sus propiedades químicas se vieron afectados en gran medida por las condiciones producidas. Por ejemplo, más del biochar se recuperó a temperaturas de pirolisis inferiores (300 grados Celsius), y tenía más carga superficial. El aumento de la carga de la superficie implica una mayor capacidad para unirse nutrientes de las plantas y minimizar la lixiviación. En contraste, la pirolisis a temperaturas más elevadas (700 grados Celsius) resultó en biochars con áreas superficiales más altas. Biochars con superficies superiores son adecuados para la unión de los contaminantes

orgánicos. Estas características biochar son importantes para determinar, ya que sugiere que los diferentes tipos de biochar se pueden producir para mejorar selectivamente las propiedades fisicoquímicas del suelo a través de la selección de materias primas específicas y condiciones de pirólisis.

Resumen técnico: Los subproductos se producen en cantidades significativas de residuos de cultivos tales como conchas de pacana (PC), cáscaras de maní (PS), y la ginebra de algodón (CG) de basura. Estos residuos se pueden usar para producir carbón vegetal adecuado para el uso en el suelo agrícola para secuestrar carbono y mejorar el crecimiento de plantas mediante el suministro y la retención de nutrientes, mientras que la mejora de las propiedades físicas y biológicas del suelo. Los objetivos de este estudio fueron para producir biochars de diferentes subproductos [PC, PS, CG, y Switchgrass (*Panicum virgatum* L.)] a diferentes temperaturas de pirólisis y tiempos, y para evaluar los biochars resultantes propiedades fisicoquímicas [rendimiento, fresnos, pH, la superficie total (TSA), la carga de superficie (SC), y la conductividad eléctrica (CE)] y la composición elemental. Los materiales de alimentación fueron pirolizados bajo nitrógeno a 3 temperaturas (300, 500, y 750 grados Celsius) y tiempos de residencia cada uno (8, 16, y 24 horas), (4, 8, y 12 horas), y (1, 2, y 3 hora), respectivamente, dependiendo de la naturaleza de la materia prima. Las altas temperaturas de pirólisis resultaron en menor recuperación biochar, mayor TSA, un pH más alto, minimal SC, y el contenido de cenizas superior. Entre los ocho biochars, biochar derivada switchgrass producido a 750 grados Celsius tuvo el mayor TSA seguido de biochar PC. Aumento

sustancial de pH biochar (hasta 9,8) ocurrió a las temperaturas más altas. Biochars producidos a bajas temperaturas (350 grados Celsius) tenían SC medible con biochar PS tiene el valor más alto. Se observó que el mayor contenido de ceniza en CG (hasta 34%) en comparación con otros biochars que presentaban <10% de cenizas. Estas propiedades relacionadas con el suelo sugieren que los distintos tipos de biochar se pueden producir para mejorar selectivamente las propiedades físico-químicas del suelo a través de la selección de materias primas específicas y condiciones de pirólisis.

Resumen Interpretativo: El rendimiento del biochar ya sea como una enmienda del suelo o de los recursos de la bioenergía se ve afectada por el tipo de materia prima y la temperatura de la producción de la pirólisis. Selección de esas propiedades puede generar un biochar diseñado específicamente adaptado para una pretendida aplicación "Un Diseñador biochar." En este estudio, investigamos la composición, las características de la energía, y la durabilidad de pellets biochars producidos a partir de un solo abono (estiércol de broiler) y vegetal (*Panicum virgatum* fuentes), junto con sus mezclas. Después de peletización las materias primas, fueron lentos pirolizaron a tres temperaturas. Los resultados indicaron que las aves de corral biochars-basura switchgrass mezclados tenían menor pH, conductividad eléctrica, y el contenido de ceniza de las biochars gallinaza puros; esto sugiere un biocarbón mezclado es más apropiado para la aplicación en el suelo. Biochars combinadas en comparación con biochars gallinaza puros también tenían un mayor contenido energético y queman con facilidad; esto se debió al aumento de carbono en los biochars. Pellets de biochar de camada de aves de corral puras se más duradera que los

pellets de biochar *Panicum virgatum* puros, como se indica por menos de emisiones de polvo durante la prueba. A pesar de que una bolita de biochar mezclado se hace más propensos a la degradación con el manoseo constante, la mezcla de estiércol y plantas para la producción de biochar alivia algunos de los otros problemas de la aplicación cuando se utiliza biochars derivados de estiércol puro para el mejoramiento del suelo o de las solicitudes de conversión de energía.

Luego encontramos a **CANTRELL Kerl et al (2014)** que sostienen entre otras cosas que las características del biochars tanto para el mejoramiento del suelo y aplicaciones de bioenergía se ven afectados por la elección tanto de la materia prima de los padres y de la temperatura de pirólisis. Como tal, el control de estas dos variables puede producir un producto ideal con propiedades-ingeniería "Un Diseñador biochar." El potencial para un biochar diseñador viene de una capacidad de combinar las propiedades de biochars derivados de estiércol, que son ricos en nutrientes y alcalinas, con biochars lignocelulósicos, que son ricos en carbono y neutro a ácido. Dos de tales materias primas (de camada de aves de corral y *virgatum*) han sido mezclados en diferentes proporciones (100, 75, 50, 25, 0% de camada), peletizado (diámetro de 6 milímetros), y luego se sometieron a pirólisis lenta a diferentes temperaturas (350, 500, 700 grados Celsius) para crear biochars prueba. Estos biochars se han probado para características energéticas, la durabilidad de pellets y la composición proximal. Los resultados indicaron avícolas biochars-basura switchgrass mezclados tenían menor pH, conductividad eléctrica, y el contenido de ceniza que los biochars

gallinaza puros; esto sugiere un biocarbón mezclado es más apropiado para la aplicación en el suelo. Biochars combinadas también tienen contenidos de energía más altos (HHV) y la tasa de pérdida de masa durante la combustión fue en gran medida debido al aumento del contenido de carbono biocarbón; pero la mezcla se redujo la temperatura final de la combustión (en comparación con biochars gallinaza puros), sugiriendo las mezclas que contienen carbono más lábil. Estructuralmente, los pellets de camada de aves de corral puros, independientemente de la temperatura de pirólisis, son más duraderos, como se indica por menos polvo emitido, que los pellets virgatum puros. A pesar de que una bolita de biochar mezclado se hace más propensos a la degradación con el manoseo constante, la mezcla de estiércol y plantas para la producción de biochar alivia algunos de los otros problemas de la aplicación cuando se utiliza biochars derivados de estiércol puro para el mejoramiento del suelo o de las solicitudes de conversión de energía. Asimismo **SPOKAS, Kurt y NOVAC, Jeffre (2014)** Sostienen que a pesar del relativamente nuevo concepto de biochar, que es la utilización de las alteraciones químicas de la biomasa térmica para lograr la captura de carbono, la adición intencionada de materiales-como el biochar a los suelos se puede remontar de nuevo al principio de nuestro historial ciencia moderna. Además, hay evidencia antropológica de residuos y productos que se utilizan en civilizaciones anteriores de pirólisis de biomasa. El proceso de pirólisis convierte la biomasa en una forma de carbono que es más resistente a la degradación de la biomasa de los padres. A pesar de que la enmienda no fue llamado biochar, hemos estado utilizando el residuo sólido de la pirólisis de la biomasa durante al menos los 300 años de nuestra

trayectoria la ciencia moderna como un agente de abono para la tierra. El uso de enmiendas del carbón de leña en el pasado se ha visto limitada por la economía, lo que dificultó las investigaciones científicas sobre los mecanismos de mejora de carbón en los suelos. A pesar de esto, hubo informes en esta época del carbón mejorar las propiedades físicas del suelo, capacidad de retención de agua, y la acción de otros fertilizantes después de la aplicación. En la década de 1900, los nuevos avances científicos ampliaron los usos potenciales de carbón de leña, eliminando así algunos de los énfasis en el uso agrícola. Sin embargo, el carbón siguió siendo investigado como un medio de filtración y usos en la protección de productos agroquímicos no objetivo. Ahora bien, en la década de 2000, ha entrado en el vocabulario biochar del público, como se ve en el gráfico de Google Tendencias TM (Figura 1). Actualmente, el énfasis está en las temperaturas de producción de biochar como una descripción, pero investigaciones anteriores también han demostrado que las tasas de calentamiento y enfriamiento pueden ser más importante que la temperatura máxima alcanzada pirólisis. Estos factores subrayan la importancia de documentar a fondo el origen de biochar, por lo que los futuros esfuerzos no se ven obstaculizados por la falta de datos de caracterización adecuados. A pesar de que hemos estado utilizando enmiendas carbonizadas durante mucho tiempo, hay una cantidad significativa de bombo, el escepticismo y la incertidumbre en torno a cómo adiciones biochar suelo han realizado históricamente y qué orientación este ofrece para el futuro. En este capítulo se sintetizará lo que sabemos de mirar hacia atrás en los últimos y actuales experimentos de campo que investigan adiciones.

IPPOLITO. JA et al (2009), Sostienen que el biochar es un producto de grano fino, carbono enriquecido creada cuando la biomasa (por ejemplo, residuos de madera, estiércol) se quema a temperaturas relativamente bajas (menos de 1300oF) y bajo una anoxia (falta de oxígeno) atmósfera. Hace tiempo que se han reconocido los beneficios de la adición de biochar a los suelos. Suelos de tierra oscura de la Amazonía, también conocido como terra preta, son suelos de carbón vegetal enriquecido que contienen un alto contenido de nutrientes por lixiviación reducida, probablemente una respuesta de la acumulación de biochar inducido por el hombre. Estos suelos, que datan de entre 450 aC y 950 dC, son exclusivos de la región amazónica como la mayoría de los suelos tropicales son altamente degradado y por lo tanto generalmente infértiles. Los científicos están tratando de reproducir esta tecnología mediante el uso de productos de tipo biochar como suplementos suelos. La investigación realizada por la Iniciativa Nacional de biochar el recién formado del Servicio de Investigación Agrícola del USDA-se dirige al uso de biochar en suelos en los EE.UU. Los científicos del USDA-ARS en Florence, Carolina del Sur han encontrado que una aplicación de biochar 2% (aproximadamente 40 a 44 toneladas/ ac) puede aumentar la capacidad de retención de agua del suelo de los suelos franco limoso (tales como las que se encuentran en Idaho), en comparación con los controles. Esto significa que más agua disponible para la planta durante un período de tiempo más largo. Los beneficios adicionales como la reducción de la lixiviación de nutrientes están siendo investigados por los científicos del ARS de SC e ID. Los resultados del primer año de estudios de campo a largo plazo a Kimberly, ID de ubicación ARS indicaron que 10

toneladas / hectárea de biochar aumento de las concentraciones de carbono en el suelo y disposición relativa de manganeso a los controles, y, o bien no tuvo efecto o disminución de la emisión de gases de efecto invernadero en comparación con los controles. El biochar también interactuó positivamente con el estiércol para aumentar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, fósforo y zinc. Otro estudio a largo plazo añade 1 o 2% de biochar a un suelo calcáreo erosionado para evaluar los efectos sobre las propiedades del suelo y la absorción de nutrientes de las plantas. Frijol se cultivó durante el primer año, y los efectos de biochar en la absorción de nutrientes fueron mínimos. Resultados de un estudio de incubación separada, de cuatro meses sugirieron que la aplicación del biochar (hasta 10% en peso) a suelo calcáreo erosionado puede disminuir las concentraciones de nitrato-nitrógeno y aumento de hierro disponible para las plantas, manganeso, níquel y zinc. Se observó un marcado incremento en el contenido de carbono orgánico del suelo, como era de esperar, cuando la aplicación de una fuente de carbono orgánico, como el biochar.

De los Fertilizantes

Una planta para su desarrollo necesita de los 15 elementos agroquímicos que ya se conocen a saciedad pero se ha tomado a los más indispensables como es el caso de N, P, K las mismas que fueron aplicados al sustrato y los resultados fueron: para el caso del sustrato de mayor a 1cm y menor a 2cm. Mayor desarrollo de la planta frente a la referida planta en sustratos mayor a 2cm. Visto el desarrollo de la planta claramente se encontró el detalle que cuan más grande sean los carbones menos estable es la planta.

El desarrollo observado que es menor al rango promedio que a un cultivo del Raphanus en tierra, será porque este encuentra en el sustrato tierra mayor estabilidad radicular mejor composición física del suelo y quizás a la presencia de oligoelementos aunque con trazas pequeñas pero están en la tierra ayudando al desarrollo de la planta.

Se debe tener en cuenta que la relación carbono nitrógeno que se da en forma natural puede influir reteniendo nitrógeno en el sustrato carbón y proporcionando poco a la planta que necesite este elemento.

Si analizamos el resultado en forma general podemos decir que la hipótesis no se cumple, pero tenemos vestigios que el carbón vegetal puede responder en el desarrollo de la planta con otro tipo de agregados con mayor presencia de otros fertilizantes en otro tipo de planta y en otro tipo de carbones o carbones de bioresiduos que son menos duros que los hechos de leña y que estos fueron utilizados o empleados para el preste trabajo.

FAO 2014, tomando en cuenta los trabajos de Johannes Lemman donde probó la factibilidad de los desprendimientos de los nutrientes aplicada a estas y que el mismo dio el resultado siguiente:

El potasio (K) es el elemento que más fácilmente se desprende de un carbón, segundo lugar es el fosforo y el tercer lugar que es más difícil de desprenderse es el N. Esto indica que probablemente el elemento N es el que menos q aportado en el crecimiento y desarrollo de la planta observada.

3.2. MARCO CONCEPTUAL

El **abono** (o **fertilizante**) es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato, a nivel nutricional, para las plantas. Ejemplos naturales o ecológicos de abono se encuentran tanto en el clásico estiércol, mezclado con los desechos de la agricultura como el forraje, o en el guano formado por los excrementos de las aves (por ejemplo de corral, como el de gallina).

Análisis de Varianza: Técnica descubierta por Fisher, es un procedimiento aritmético para descomponer una suma de cuadrados total y demás componentes asociados con reconocidas fuentes de variación.

El **biocarbón** es un nombre para el carbón cuando se utiliza para fines particulares, especialmente como enmienda del suelo. Como todo el carbón, el biochar se crea por pirólisis de la biomasa.

Bioseguridad:

Es una calidad y garantía en el que la vida esté libre de daño, riesgo o peligro. Conjunto de medidas y normas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos, logrando la prevención de impactos nocivos frente a riesgos propios de su actividad diaria, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atenten contra la seguridad de los trabajadores de la salud, animales, visitantes y el medio ambiente.

Carbón vegetal es un material combustible sólido, frágil y poroso con un alto contenido en carbono (del orden del 80%). Se produce por calentamiento de madera y residuos vegetales, hasta temperaturas que oscilan entre 400 y 700 °C, en ausencia de aire.

Carbonización o carbonificación: es el proceso en virtud del cual restos orgánicos acumulados en estratos de la corteza terrestre en épocas pasadas, van perdiendo hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y aumentando su proporción de carbono.

Coefficiente de Variación: Es una medida de variabilidad relativa que indica el porcentaje de la media correspondiente a la variabilidad de los datos.

Diseño Experimental: Es un proceso de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales; teniendo en cuenta ciertas restricciones al azar y con fines específicos que tiendan a determinar el error experimental.

Enmienda: en agricultura, a una enmienda, un producto aportado a la tierra, generalmente en grandes cantidades, para mejorar las cualidades físicas (estructura) y corregir la acidez

Fertilizante es un tipo de sustancia o denominados nutrientes, en formas químicas saludables y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo.

Pirolisis: es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno y de cualquier halógeno.

Prueba de Duncan: Prueba de significancia estadística utilizada para realizar comparaciones precisas, se aun cuando la prueba de Fisher en el análisis de Varianza no es significativa.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.

4.1.1 ALTURA DE LA PLANTA (cm).

Se reporta el resumen del análisis de varianza de la altura de planta (cm.) del cultivo de *Raphanus sativa* (Rábano), a los 10 días, 20 días y 35 días, se observa que si existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, con respecto al carbón vegetal en los diferentes días de evaluación.

El coeficiente de variación para la evaluación a los 10 días es de 5.51%, a los 20 días es de 2.21% y a los 35 días de 2.49%, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 02: ANVA de Altura en (cm) a los 10 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	5.175	1.725	12.37**	5.41	3.26
ERROR	9	1.255	0.139			
TOTAL	15	6.610	0.441			
CV	5.51%					

Cuadro 03: ANVA de Altura en (cm) a los 20 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	49.945	16.64833	348.45**	5.41	3.26
ERROR	9	0.430	0.04778			
TOTAL	15	50.930	3.39533			
CV	2.21%					

Cuadro 04: ANVA de Altura en (cm) a los 35 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	131.445	43.815	472.26**	5.41	3.26
ERROR	9	0.835	0.093			
TOTAL	15	132.740	8.849			
CV	2.49%					

****:** Altamente Significativo

Cuadro 05: Prueba Duncan de altura de planta (cm) a los 10 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	7.28	a
2	T4	6.60	a b
3	T1	6.00	b
4	T2	5.83	c

Cuadro 06: Prueba Duncan de altura de planta (cm) a los 20 días

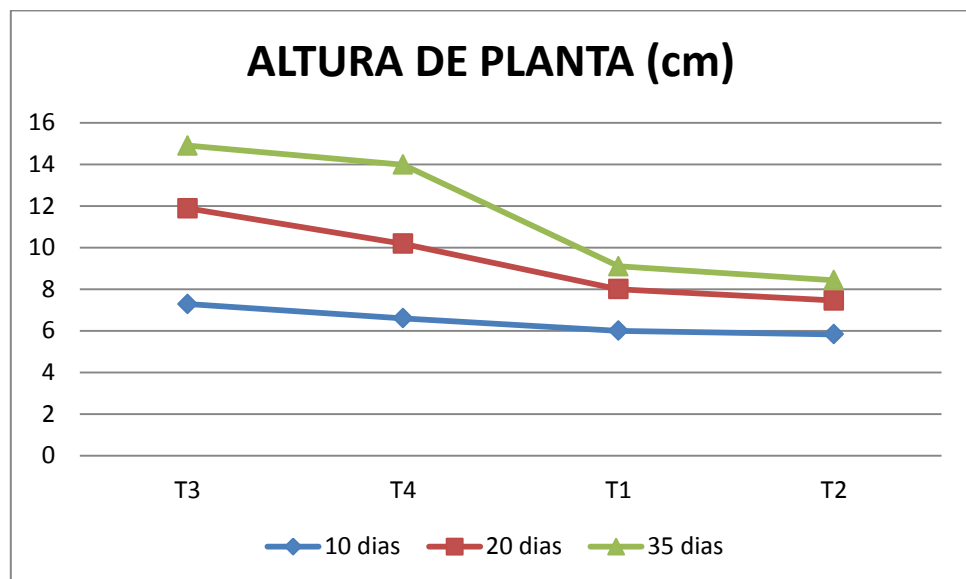
OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	11.88	a
2	T4	10.18	a b
3	T1	8.00	b
4	T2	7.45	c

Cuadro 07: Prueba Duncan de altura de planta (cm) a los 35 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	14.90	a
2	T4	13.98	a b
3	T1	9.10	b
4	T2	8.43	c

Se reporta la prueba Duncan a los 10 días, 20 días y 35 días de evaluación, dando en los tres tiempos de evaluación la mayor altura en el tratamiento T3: Carbón vegetal menor a 1 cm., mas NPK (5gramos), con promedios de 7.28 cm, 11.88 cm y 14.90 cm de altura y la menores se obtuvo con el tratamiento T2: Carbón vegetal mayor a 2 cm sin N P K con 5.83 cm, 7.45 cm y 8.43 cm con dos grupos estadísticamente homogéneo y un grupo heterogéneos.

Grafico 01



En la gráfica 01 se observa el aumento de altura conforme el diámetro de tamizado es menor y tiene N P K y a mayor es el tiempo de evaluación del cultivo de *Raphanus sativa* (Rábano).

4.1.2 DIAMETRO DE LA RAIZ (cm).

Se reporta el resumen del análisis de varianza del diámetro de la raíz de la planta (cm.) del cultivo de *Raphanus sativa* (Rábano), a los 10 días, 20 días y 35 días, se observa que si existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, con respecto al carbón vegetal en los diferentes días de evaluación.

El coeficiente de variación para la evaluación a los 10 días es de 11.01%, a los 20 días es de 9.61% y a los 35 días de 5.20%, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 08: ANVA del Diámetro de la raíz en (cm) a los 10 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	3.982	1.33	19.56**	5.41	3.26
ERROR	9	0.611	0.07			
TOTAL	15	4.679	0.31			
CV	11.01%					

Cuadro 09: ANVA del Diámetro de la raíz en (cm) a los 20 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	4.042	1.35	15.15**	5.41	3.26
ERROR	9	0.801	0.09			
TOTAL	15	4.899	0.33			
CV	9.61%					

Cuadro 10: ANVA del Diámetro de la raíz en (cm) a los 35 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	6.532	2.18	51.24**	5.41	3.26
ERROR	9	0.383	0.04			
TOTAL	15	7.197	0.48			
CV	5.20%					

Cuadro 11: Prueba Duncan del Diámetro de la raíz de planta (cm) a los 10 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	3.00	a
2	T4	2.23	b
3	T1	2.15	b
4	T2	1.60	c

Cuadro 12: Prueba Duncan del Diámetro de la raíz de planta (cm) a los 20 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	3.60	a
2	T4	3.15	b
3	T1	2.80	b
4	T2	2.23	c

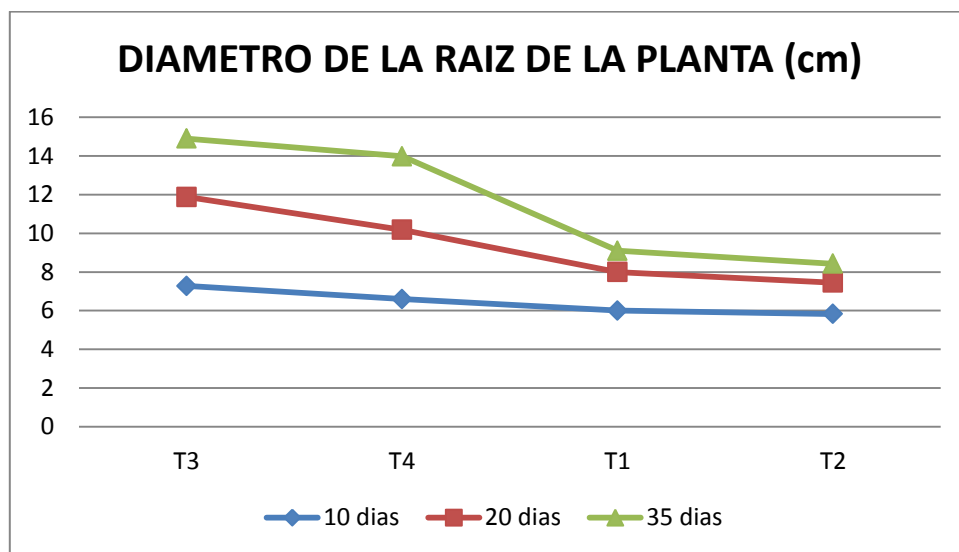
Cuadro 13: Prueba Duncan del Diámetro de la raíz de planta (cm) a los 35 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	4.65	a
2	T4	3.98	b
3	T1	3.53	b
4	T2	2.90	c

Se reporta la prueba Duncan a los 10 días, 20 días y 35 días de evaluación, dando en los tres tiempos de evaluación el mayor diámetro de raíz de la planta es el tratamiento T3: Carbón vegetal menor a 1 cm., mas NPK (5gramos), con promedios de 3.00 cm, 3.60 cm y 4.65 cm de diámetro de la raíz y la menores se obtuvo con

el tratamiento T2: Carbón vegetal mayor a 2 cm sin N P K con 1.60 cm, 2.23 cm y 2.90 cm con dos grupos estadísticamente heterogéneos y un grupo homogéneo.

Grafico 02



En la gráfica 02, se observa el aumento del diámetro de la raíz se incrementa conforme el diámetro de tamizado es menor y tiene N P K y a mayor es el tiempo de evaluación del cultivo de *Raphanus sativa* (Rábano).

4.1.3 PESO DE LA RAIZ (gr).

Se reporta el resumen del análisis de varianza del peso de la raíz de la planta (gr) del cultivo de *Raphanus sativa* (Rábano), a los 10 días, 20 días y 35 días, se observa que si existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, en las evaluaciones de 20 y 35 días y

solo significativo a los 10 días, con respecto al carbón vegetal en los diferentes días de evaluación.

El coeficiente de variación para la evaluación a los 10 días es de 8.98%, a los 20 días es de 3.12% y a los 35 días de 2.95%, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 14: ANVA del Peso de la raíz en (gr) a los 10 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	1.612	0.537	4.01*	5.41	3.26
ERROR	9	1.206	0.134			
TOTAL	15	2.854	0.190			
CV	8.98%					

Cuadro 15: ANVA del Peso de la raíz en (gr) a los 20 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	7.142	2.38063	53.48**	5.41	3.26
ERROR	9	0.401	0.04451			
TOTAL	15	8.104	0.54029			
CV	3.12%					

Cuadro 16: ANVA del Peso de la raíz en (gr) a los 35 días

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	57.802	19.267	213.42**	5.41	3.26
ERROR	9	0.813	0.090			
TOTAL	15	58.777	3.918			
CV	2.95%					

****:** Altamente Significativo

Cuadro 17: Prueba Duncan del Peso de la raíz de planta (gr) a los 10 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	4.33	a
2	T4	3.98	b
3	T1	3.70	b
4	T2	3.48	c

Cuadro 18: Prueba Duncan del Peso de la raíz de planta (gr) a los 20 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	7.28	a
2	T4	6.83	b
3	T1	6.00	c
4	T2	5.58	d

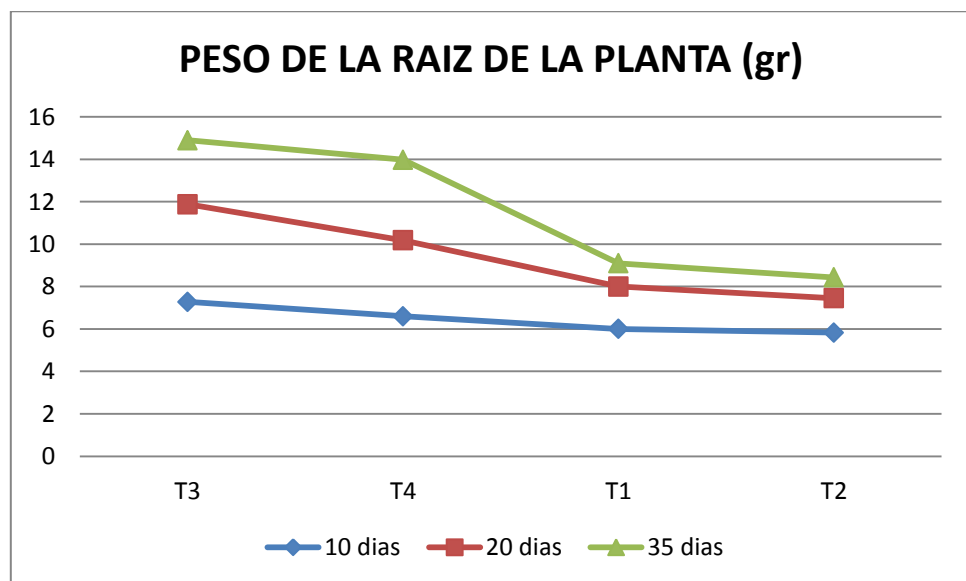
Cuadro 19: Prueba Duncan del Peso de la raíz de planta (gr) a los 35 días

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	12.12	a
2	T4	10.93	b
3	T1	8.00	c
4	T2	7.63	d

Se reporta la prueba Duncan a los 10 días, 20 días y 35 días de evaluación, dando en los tres tiempos de evaluación el mayor peso de raíz de la planta es el tratamiento T3: Carbón vegetal menor a 1 cm., mas NPK (5gramos), con promedios de 4.33 gr, 7.28 gr y 12.12 gr de peso de la raíz y la menores se obtuvo con el tratamiento T2: Carbón

vegetal mayor a 2 cm sin N P K con 3.48 gr, 5.58 gr y 7.63 gr, la evaluación a los 10 días muestra dos grupos estadísticamente heterogéneos y uno homogéneo, a los 20 y 35 días, se puede apreciar cuatro grupos estadísticamente heterogéneos.

Grafico 03



En la gráfica 03, se observa que el peso de la raíz se incrementa a medida que crece la planta y mayor es que tiene N P K, el grosor del carbón vegetal es menor reacciona mejor en el cultivo de **Raphanus sativa** (Rábano).

Se nota que el desarrollo de la planta muestra dificultades en su desarrollo obedeciendo a la inestabilidad de la planta para que se fije en el sustrato. Así mismo el aporque es más difícil de realizarlo por la estructura del carbón sustrato.

Con respecto a los fertilizantes, estos actuaron con leve ventaja frente al testigo indicando que el referido sustrato no fue el más indicado para el desarrollo de la planta.

Discusiones

Del sustrato

Este trabajo como tal no tiene par en la investigación actual se usó el carbón puro para desarrollar una planta buscando alternativas frente a los problemas que nos muestran los suelos de la amazonia tales como: baja fertilidad, acidez del suelo, presencia de plagas y enfermedades en la tierra.

En altura de planta el tratamiento T3 ocupó los primeros lugares a los 10 días con 7.28 cm, a los 20 días con 11.88cm y a los 35 días 14.90cm. Comparando con trabajos realizados por el **Ing Bardales (2006)** Realizados en una tesis Titulado: efecto de dos abonos Orgánicos en el rendimiento de *Raphanus sativa*, que tuvo una altura de 35 cm. Esto se debe al aporte de nutrientes del suelo más el aporte de los nutrientes de los abonos incorporados al suelo.

En lo que respecta el diámetro de la raíz el tratamiento T3 obtuvo los mejores resultados en el trabajo de investigación a los 10 días con 3cm a los 20 días 3.60 cm, y a los 35 días con 4.65cm. Según **Panduro (1997)** con el uso de diferentes tipos de estiércoles (aves, cerdos, vacunos y búfalos) obtuvo con el mejor resultado T1 (estiércol de aves)

con 6.25 cm. El estiércol de aves es un abono que aporta macro y micro nutrientes en la cual favorece su crecimiento de la planta por el aporte de nutrientes que brinda.

En lo que respecta al peso de la Raíz el tratamiento T3 obtuvo los mejores resultados, al 10 día obtuvo 4.33 gr al 20 día 7.28 gr y al 35 día 12.12gr. En comparación con el trabajo de Bardales (2006) en su mejor rendimiento por peso por planta obtuvo 90 gr. La variedad utilizada de rábano y la nutrición son 2 factores de influyen directamente en el peso de la Raíz por planta.

Sin embargo a la luz de lo obtenido podemos afirmar que el carbón vegetal su aporte de nutriente es mínima y se debe usarse como enmienda para mejorar los suelos de la amazonia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Que el carbón necesita un aporte adicional de nutrientes (macros y micros), para el desarrollo del *Raphanus sativa* “Rabano”.
- Los diámetros utilizados en el trabajo influyen en los resultados, mostrando diámetros menores de 1 cm sin y con abono fueron mejores que los diámetros mayores a un centímetro. Con cualquiera de estos dos diámetros no es suficiente para la producción de *Raphanus sativa* “Rabano”
- Demostrar que el carbón vegetal como sustrato para el desarrollo de una planta de *Raphanus sativa* “Rabano” no es una alternativa para la producción de este cultivo.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere usar carbón vegetal con diámetro menor de 1 cm más la aplicación de macro y micro nutrientes.
- Probar diferentes proporciones de carbón vegetal menores de 1 cm con abonos orgánicos en el cultivo de Hortaliza.

- Se sugiere usar como enmienda en los suelos de extremadamente ácidos y de textura Franco arenosa.
- Se sugiere probar con diferentes cantidades de biochar por metro cuadrado como enmienda en la producción de plantas (hortalizas, frutales, pastos, plantas ornamentales, etc.)

BIBLIOGRAFÍA

BARDALES (2006). TESIS, “Efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento de *Raphanus sativus*” rabano en dos densidades de siembra en el Estrecho Rio Putumayo. UNAP – Agronomía. 60 pag.

CALZADA B. J. (1970). “Métodos Estadísticos para la Investigación”. 3era Edición. Editorial Jurídica S.A. Lima-Perú. 645pag.

CANTRELL Kerl et al (2014): “El biochar y su comportamiento para la mejora física y química de un suelo” ARS-USDA.

FAO - 2014: “Capacidad de desprendimiento de NPK de un carbón.

GURWICH, Noel. et al. (2013): “Efectos del Biochar en un suelo con combinación de metales”; ARS-USDA (2013).

HOLDRIGE, L. (1987). Ecología Basada en Zonas de Vida. 2ª Edición. Editorial IICA. San José de Costa Rica. 216 pp.

INTERNET:

- <http://www.npgiberoamerica.com/union-fenosa/las-brillantes-perspectivas-del-biochar.html>
- <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/rabano-rabanos-rabanillo-rabanito-nabo-chino.htm>

- http://static.springer.com/sgw/documents/1347843/application/pdf/BioEnergyResearch_Criteria+to+Select+Biochars+for+Field+Studies+based+on+Biochar+Chemical+Properties.pdf

IPPOLITO. JA et al (2009): “Comportamiento del biochar según la materia prima de origen. IBI.

PANDURO (1997). TESIS, “Efecto de cuatro abonos orgánicos en dosis uniforme en el cultivo de rabano *Raphanus sativus* L. en la zona de Iquitos.

SOHY Saran et al 2014: “El biochar y su efecto en el desarrollo de las plantas” Institute Biochar International (IBI).

SCHIMMEL, Keith et al (2014): “Sus productos de bioresiduos y su efecto en la calidad del Biochar”; ARS-USDA.

SPOKAS, Kurt y NOVAC, Jeffrey (2014): “La producción vegetal y la captura de carbono”.

UCHIMUYA, Sophie y WARTELLE Lynda,(2011): “ El biochar y la captura de metales pesados que afectan a las plantas” (IBI).

UCHIMUYA SOPHIE et al 2012: “Efecto de la aplicación del biochar en el mejoramiento físico biológico el suelo. ARS-USDA.

UCHIMUYA Sophie y LIMA Isabel et al 2012: “Absorción de metales pesados por parte de la raíz del *Raphanus sativa*”. IBI.

ANEXOS

Anexo I: Contenido de nutrientes, pH y contenido de carbonato de biochars.

Materia prima biochar	Ph	C (g /kg ⁻¹)	N(g /kg ⁻¹)	C/ N	P(g /kg-1)	K(g /kg-1)	P ^a (g /kg ⁻¹)	Nmin ^b (g /kg ⁻¹)	CO ₃ ^c (%)	condiciones de producción	Referencias
Madera	- ^d	708	10.9	65	6.8	0.9	-	-	-	por los agricultores locales	(Lehmann et al 2003)
Residuos verdes	6.2 _e	680	1.7	400	0.2	1.0	15	<2	<0.5	450 °C	(Chan et al 2007)
Cama de pollo	9.9 _e	380	20	19	25.2	22.1	11.600	2	15	450°C	(Chan et al 2007b)
corteza de <i>acacia mangium</i>	7.4 _f	398	10.4	38	-	-	31	-	-	260°C – 360°C	(Yamato et al 2006)
Paja de Arroz	-	490	13.2	37	-	-	-	-	-	500°C	(Tsai et al 2006)
Bagazo de Caña de Azucar	-	710	17.7	40	-	-	-	-	-	500°C	(Tsai et al 2006)
Cascara de coco	-	690	9.4	73	-	-	-	-	-	500°C	(tsai et al 2006)

FUENTE:

http://static.springer.com/sgw/documents/1347843/application/pdf/BioEnergyResearch_Criteria+to+Select+Biochars+for+Field+Studies+based+on+Biochar+Chemical+Properties.pdf

Anexo II: DATOS DE CAMPO

Cuadro 20: Altura de planta (cm) a los 10 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	6.10	5.9	7.3	6.8	26.10	6.53
2	5.90	5.4	7.9	6.3	25.50	6.38
3	6.30	5.8	7.1	6.9	26.10	6.53
4	5.70	6.2	6.8	6.4	25.10	6.28
TOTAL	24.00	23.30	29.10	26.40	102.80	25.70
PROM	6.00	5.83	7.28	6.60	6.43	6.43

Cuadro 21: Altura de planta (cm) a los 20 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	7.9	7.2	11.6	9.9	36.60	9.15
2	8.3	7.9	11.9	10.5	38.60	9.65
3	7.7	7.6	12.2	10.2	37.70	9.43
4	8.1	7.1	11.8	10.1	37.10	9.28
TOTAL	32.00	29.80	47.50	40.70	150.00	37.50
PROM	8.00	7.45	11.88	10.18	9.38	9.38

Cuadro 22: Altura de planta (cm) a los 35 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	9.20	8.40	15.10	14.10	46.80	11.70
2	9.10	8.10	14.30	13.90	45.40	11.35
3	8.80	8.90	14.80	13.70	46.20	11.55
4	9.30	8.30	15.40	14.20	47.20	11.80
TOTAL	36.40	33.70	59.60	55.90	185.60	46.40
PROM	9.10	8.43	14.90	13.98	11.60	11.60

Cuadro 23: Diámetro de la raíz (cm) a los 10 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	2.20	1.90	3.10	2.20	9.40	2.35
2	2.40	1.30	2.90	2.10	8.70	2.18
3	2.10	1.80	2.70	2.50	9.10	2.28
4	1.90	1.40	3.30	2.10	8.70	2.18
TOTAL	8.60	6.40	12.00	8.90	35.90	8.98
PROM	2.15	1.60	3.00	2.23	2.24	2.24

Cuadro 24: Diámetro de la raíz (cm) a los 20 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	2.70	2.30	3.60	2.90	11.50	2.88
2	2.90	2.10	3.90	3.20	12.10	3.03
3	2.50	2.60	3.70	3.10	11.90	2.98
4	3.10	1.90	3.20	3.40	11.60	2.90
TOTAL	11.20	8.90	14.40	12.60	47.10	11.78
PROM	2.80	2.23	3.60	3.15	2.94	2.94

Cuadro 25: Diámetro de la raíz (cm) a los 35 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	3.70	2.90	4.80	3.90	15.30	3.83
2	3.40	2.70	4.30	4.10	14.50	3.63
3	3.20	3.10	4.60	3.70	14.60	3.65
4	3.80	2.90	4.90	4.20	15.80	3.95
TOTAL	14.10	11.60	18.60	15.90	60.20	15.05
PROM	3.53	2.90	4.65	3.98	3.76	3.76

Cuadro 26: Peso de la raíz (gr) a los 10 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	2.20	1.90	3.10	2.20	9.40	2.35
2	2.40	1.30	2.90	2.10	8.70	2.18
3	2.10	1.80	2.70	2.50	9.10	2.28
4	1.90	1.40	3.30	2.10	8.70	2.18
TOTAL	8.60	6.40	12.00	8.90	35.90	8.98
PROM	2.15	1.60	3.00	2.23	2.24	2.24

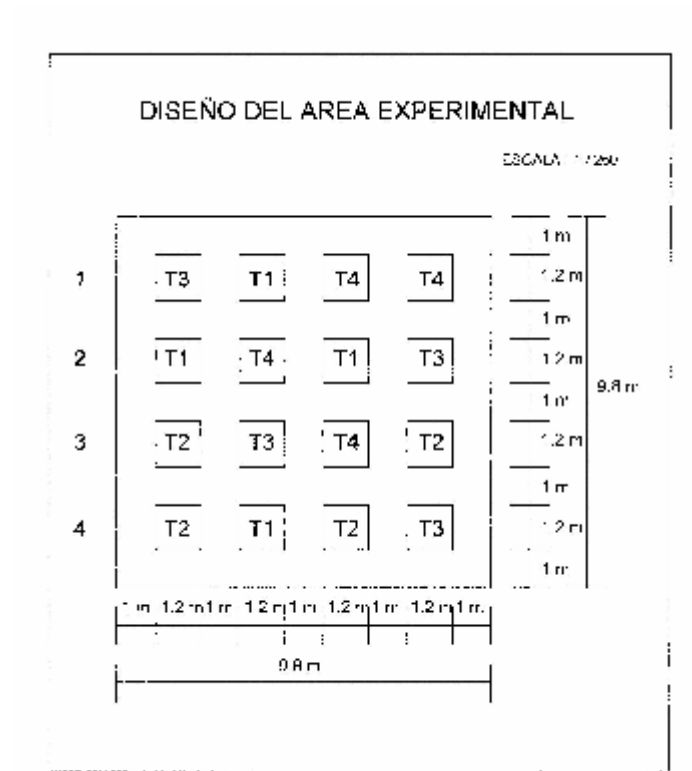
Cuadro 27: Peso de la raíz (gr) a los 20 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	2.70	2.30	3.60	2.90	11.50	2.88
2	2.90	2.10	3.90	3.20	12.10	3.03
3	2.50	2.60	3.70	3.10	11.90	2.98
4	3.10	1.90	3.20	3.40	11.60	2.90
TOTAL	11.20	8.90	14.40	12.60	47.10	11.78
PROM	2.80	2.23	3.60	3.15	2.94	2.94

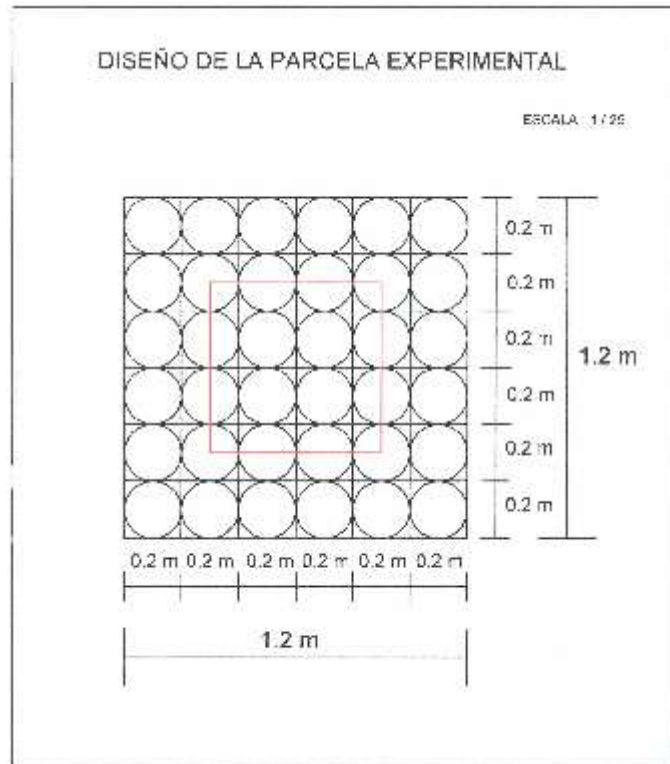
Cuadro 28: Peso de la raíz (gr) a los 35 días

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	3.70	2.90	4.80	3.90	15.30	3.83
2	3.40	2.70	4.30	4.10	14.50	3.63
3	3.20	3.10	4.60	3.70	14.60	3.65
4	3.80	2.90	4.90	4.20	15.80	3.95
TOTAL	14.10	11.60	18.60	15.90	60.20	15.05
PROM	3.53	2.90	4.65	3.98	3.76	3.76

Anexo III: DISEÑO DEL AREA EXPERIMENTAL



Anexo IV: DISEÑO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL



Anexo V: FOTOS DEL EXPERIMENTO Y ADYACENTES.







Importancia Del Sembrío De Raphanus En Carbón





Blocker Application to Subarctic Soils: Effect of biochar on microbial activity after freeze-thaw cycles and plant response at different application rates.
S. Castillo, A. Sosa, C. Ping, G. Michaelson, M. Leigh
University of Alaska Fairbanks





