



UNAP

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

TESIS

“*Erythrina amazónica* krukoff con espinas y su efecto como enmienda en la producción del cultivo de *Brassica sp.* Col China variedad White Sun en el fundo de Zungarococha – Iquitos, Loreto - 2016.”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

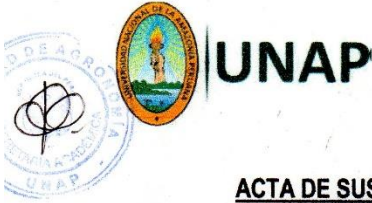
Bach. ANGELLO JESÚS MELÉNDEZ ÁLVAREZ

ASESOR

Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS

IQUITOS – PERU

2019



**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN GESTION AMBIENTAL**

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 034-EFPIGA-FA-UNAP-2017



En Iquitos, a los 22 días del mes de Diciembre del 2017, a horas 5pm. el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, intergrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr.	PRESIDENTE
Ing. WILSON VASQUEZ PEREZ	MIEMBRO
Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ	MIEMBRO
Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS	ASESOR

Ampliar foto

Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía, para escuchar la sustentación de la Tesis titulada: **"Erythrina amazónica krukoff con espinas y su efecto como enmienda en la producción del cultivo de Brassica sp. Col China variedad White Sun en el fundo Zungarococha – Iquitos, Loreto – 2016"**, presentado por el Bachiller en Gestión Ambiental **ANGELLO JESUS MELENDEZ ALVAREZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: A Satisfacción

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

La tesis ha sido Aprobado por Mayoría
Siendo las 4pm. se dió por terminado el acto Sustentación
al sustentante por su trabajo.

Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr.
Presidente

Ing. WILSON VASQUEZ PEREZ
Miembro

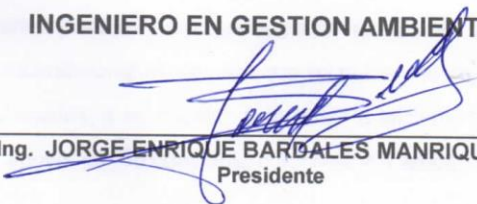
ING. JULIO PINEDO JIMENEZ.
Miembro


ING. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DIA 22 DE DICIEMBRE 2017;
POR EL JURADO AD-HOC NOMBRADO POR LA FACULTAD DE AGRONOMIA,
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL


Ing. JORGE ENRIQUE BARBALES MANRIQUE, Dr.
Presidente


Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ
Miembro


Ing. WILSON VÁSQUEZ PÉREZ
Miembro


Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS
Asesor


Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Decano



DEDICATORIA

Con todo mi amor para las personas que estuvieron junto a mí motivándome y apoyándome incondicionalmente para que yo pudiera lograr mis objetivos, a mi madre Rosa Angelica; a mi abuelita Edelmira ; a Michelle por ser mi fortaleza, por darme su apoyo, por su constante comprensión y amor.

AGRADECIMIENTO

- Agradecerte a ti mi Dios por bendecirme, acompañarme y haberme guiado en mi vida universitaria, por darme sabiduría para tomar las mejores decisiones.
- Agradezco a mi madre **Rosa Angelica Alvarez Arriaga** y abuelita **Edelmira Arriaga Tuesta** las cuales amo con todo mi corazón, por darme su amor y apoyo incondicional que siempre me mostraron y brindaron
- A **Michelle Rivera Da Costa** por estar junto a mí en los momentos más difíciles y en los más felices brindándome su apoyo, dedicación, tiempo, amor y por formar parte de mi vida.
- El rotundo Agradecimiento al **Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS**, Docente Auxiliar de Nuestra Prestigiosa **FACULTAD DE AGRONOMIA** de la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**, por su Valioso y Fundamental Aporte en la orientación y ejecución del Presente trabajo de Investigación.
- Agradecer a todas aquellas personas que formaron parte de mi formación profesional, por sus consejos, apoyo y enseñanzas, aquellas personas que estuvieron siempre en los momentos difíciles y en los más felices de mi vida.
- A la Prestigiosa **FACULTAD DE AGRONOMIA** de la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**, y a los **DOCENTES** de la misma, que me brindaron la Oportunidad para Realizarme como Profesional y así ser un Profesional de éxito.
- Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA	16
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	16
A. Problema	16
B. Hipótesis	18
Hipótesis General.....	18
Hipótesis Específica	18
C. Identificación de las Variables.....	18
Variable Independiente	18
Variable Dependiente.....	19
1.2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	19
A. Objetivo General.....	19
B. Objetivo Específico.....	19
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	20
A. Justificación	20
B. Importancia	20
CAPITULO II. METODOLOGÍA	21
2.1 MATERIALES.....	21
2.1.1 Ubicación del campo experimental	21
2.1.2 Clima	21
2.1.3 Suelo	21
2.1.4 Material experimental	22
A. Cultivo.....	22
B. Biochar	25
2.2 MÉTODOS	27
2.2.1 Características del campo experimental.....	27
a) De las Parcelas.....	27

b) De los Bloques	27
c) Del Campo Experimental	28
d) Del cultivo	28
2.2.2 Estadística	28
A. Diseño Experimental	28
B. Análisis de Varianza	28
C. Tratamiento en estudio	29
2.3 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	29
2.3.1 Preparación del terreno	29
A. Roturación del Suelo	29
B. Parcelación y Preparación de Camas	30
C. Almacigo	30
D. Abonamiento	30
E. Incorporación de Biochar	30
2.3.2 Siembra	31
2.3.3 Labores Culturales	31
A. Riego	31
B. Resiembra	31
C. Deshierbos	31
D. Aporque	31
E. Control Fitosanitario	32
F. Cosecha	32
2.4 EVALUACIONES	32
A. Altura de Planta (cm)	32
B. Peso de la planta entera (gr)	32
C. Peso de raíces (gr)	33
D. Peso de cabeza (gr)	33
E. Peso neto comercial (gr)	33
F. Rendimiento de col china Kg/por parcela	33
G. Rendimiento de col china Kg/hectárea	33
CAPITULO III REVISIÓN DE LITERATURA	34
3.1 MARCO TEÓRICO	34
3.2 MARCO CONCEPTUAL	58

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	62
4.1 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL COL CHINA	62
4.1.1 Altura de la planta (cm)	62
4.1.2 Peso total de la planta (gr)	64
4.1.3 Peso de la raíz (gr)	66
4.1.4 Peso de cabeza (gr)	68
4.1.5 Peso neto comercial (gr)	70
4.1.6 Rendimiento por parcela (Kg/parcela)	72
4.1.7 Rendimiento por hectárea (Kg/ha)	74
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
6.1 CONCLUSIONES	79
6.2 RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº 01: Análisis de varianza	28
Cuadro Nº 02: Tratamientos en estudio.....	29
Cuadro Nº 03: Aleatorización de los tratamientos	29
Cuadro Nº 04: Análisis de Varianza de la altura de planta (cm.) de <i>Brassica</i> sp. Col china Variedad White Sun.....	62
Cuadro Nº 05: Prueba de Tukey de la altura de Planta (cm.) de <i>Brassica</i> sp. Col china Variedad White Sun	63
Cuadro Nº 06: Análisis de varianza del Peso total de Planta (gr) de <i>Brassica</i> sp. Col china Variedad White Sun.....	64
Cuadro Nº 07: Prueba de Tukey del peso total de planta (gr) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	65
Cuadro Nº 08: Análisis de Varianza del Peso de Raíces (gr) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	66
Cuadro Nº 09: Prueba de Tukey del Peso de Raíces (Kg) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	67
Cuadro Nº 10: Análisis de Varianza del Peso de Cabeza (gr) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	68
Cuadro Nº 11: Prueba de Tukey del Peso de Cabeza (gr) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	69
Cuadro Nº 12: Análisis de Varianza del peso neto comercial (gr/planta) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	70
Cuadro Nº 13: Prueba de Tukey del peso neto comercial (gr/planta) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun.....	71
Cuadro Nº 14: Análisis de Varianza del Rendimiento por parcela (kg/parcela) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	72
Cuadro Nº 15: Prueba de Tukey del Rendimiento por parcela (kg/parcela) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun.....	73
Cuadro Nº 16: Análisis de Varianza del Rendimiento por hectárea (kg/ha) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun.....	74
Cuadro Nº 17: Prueba de Tukey del Rendimiento por hectárea (kg/ha) de <i>Brassica</i> sp Col china Variedad White Sun	75

Cuadro N° 18: Altura de Planta (cm.).....	87
Cuadro N° 19: Peso de la Planta entera (gr)	87
Cuadro N° 20: Peso de Raíces (gr)	87
Cuadro N° 21: Peso de Cabeza (gr)	87
Cuadro N° 22: Peso neto comercial (gr)	88
Cuadro N° 23: Rendimiento por parcela (kg/parcela).....	88
Cuadro N° 24: Rendimiento por hectárea (kg/ha)	88

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01: Altura de la Planta (cm.) de <i>Brassica sp.</i> Col china Variedad White Sun	63
Gráfico N° 02: Peso total de Planta (gr) de <i>Brassica sp.</i> Col china Variedad White Sun	65
Gráfico N° 03: Peso de Raíz (gr) <i>Brassica sp</i> Col china Variedad White Sun	67
Gráfico N° 04: Peso de la Cabeza (gr) de <i>Brassica sp.</i> Col china Variedad White Sun	69
Gráfico N° 05: Peso neto comercial (gr) de <i>Brassica sp.</i> Col china Variedad White Sun	71
Gráfico N° 06: Rendimiento por parcela (kg/parcela) de <i>Brassica sp.</i> Col china Variedad White Sun	73
Gráfico N° 07: Rendimiento por hectárea (Kg/Ha) de <i>Brassica sp</i> Col china Variedad White Sun	75
Gráficos N° 08: prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas.....	90

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° I:	DATOS METEOROLÓGICOS NOVIEMBRE -2016 FEBRERO 2017	86
ANEXO N° II:	DATOS DEL TRABAJO DE CAMPO	87
ANEXO N° III:	PRUEBAS DE NORMALIDAD Y DE HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO	89
ANEXO N° IV:	COMPOSICION QUIMICA DE LA GALLINAZA.....	92
ANEXO N° V:	ANALISIS QUÍMICO DEL CARBON	93
ANEXO N° VI:	ANALISIS DE SUELOS: CARACTERIZACION	94
ANEXO N° VII:	DISEÑO Y MEDIDAS DE LA PIROLISIS PARA LA PRODUCCION DE BIOCHAR.....	95
ANEXO N° VIII:	DISPOSICION DEL AREA EXPERIMENTAL	97
ANEXO N° IX:	PARCELA EXPERIMENTAL	98
ANEXO N° X:	FOTOS DEL ENSAYO EXPERIMENTAL	99

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el proyecto Vacunos de la Facultad de Agronomía (Fundo de Zungarococha), de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana en el cual brindamos un alcance sobre las “***Erythrina amazónica*** krukoff con espinas y su efecto como enmienda en la producción del cultivo de *Brassica sp.* Col China variedad White Sun en el fundo de Zungarococha – Iquitos, Loreto - 2016.” Las evaluaciones fueron realizadas a los 90 días después de la siembra de la semilla botánica, en parcelas de 6.0 m² de área. Diseño Completo al Azar (D.B.C.A), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos en estudio fueron: T0 (0 toneladas de Biochar/hectárea), T1 (10 toneladas de Biochar/hectárea), T2 (20 toneladas de Biochar/hectárea), T3 (30 toneladas de Biochar/hectárea) y T4 (40 toneladas de Biochar/hectárea), la mayor altura de planta se logró con el T4 (40 toneladas de biochar/ha.) que obtuvo un promedio de 25.95 cm, y en el peso total de la planta, el mayor promedio y fue de 1110.20 gr/planta y en peso promedio de la cabeza de 1037.45 gramos

Palabra clave: hortalizas, biochar, semilla botánica, enmienda

ABSTRACT

The present research work was carried out in the project Vacunos of the Faculty of Agronomy (Fundo de Zungarococha), of the National University of the Peruvian Amazon in which we provide a scope on the "Erythrina amazónica krukoff with thorns and its effect as an amendment in the production of Brassica sp. Chinese cabbage White Sun variety in the farm of Zungarococha - Iquitos, Loreto - 2016. "The evaluations were carried out 90 days after the planting of the botanical seed, in plots of 6.0 m² of area. Complete Random Design (DBCA), with five treatments and four repetitions, the treatments under study were: T0 (0 tons of Biochar / hectare), T1 (10 tons of Biochar / hectare), T2 (20 tons of Biochar / hectare) , T3 (30 tons of Biochar / hectare) and T4 (40 tons of Biochar / hectare), the highest plant height was achieved with T4 (40 tons of biochar / ha.) Which obtained an average of 25.95 cm, and in the total weight of the plant, the highest average and it was 1110.20 gr / plant and in average weight of the head of 1037.45 grams

Keyword: vegetables, biochar, botanical seed, amendment

INTRODUCCIÓN

Los indígenas precolombinos de la Amazonia crearon un suelo de gran productividad conocido como tierra negra amazónica (en portugués, *terra preta*), que entre otros componentes contenía carbón vegetal. Lo producían aplicando combustión latente con sus desechos agrícolas (por ejemplo, cubriendo vegetación ardiente con tierra) en fosas o trincheras. Biochar es reconocido como proveedor de numerosos beneficios para la salud del suelo. El término 'biochar' fue acuñado por Peter Read para definir al carbón usado como mejora del suelo. <https://es.wikipedia.org/wiki/Biochar>

En la región amazónica, en especial en la ciudad de Iquitos, la producción de hortalizas viene adquiriendo mucha demanda por lo importante que es en la dieta alimenticia diaria del poblador selvático. El suelo, como componente importante de los cultivos se ve a menudo degradado por las prácticas realizadas en la producción hortícola, las altas precipitaciones pluviales y temperaturas elevadas que se tiene en la zona hace que los nutrientes se pierdan, necesitando una enmienda como el biochar para disminuir estas pérdidas y además va incrementar el intercambio catiónico por ser altamente poroso y secuestro de carbono en el suelo. Las coles chinas pertenecen a la familia de las Brassicas, la misma que la del repollo, brócoli o coliflor. Es una hortaliza muy consumida en el Extremo Oriente, conocida desde hace más de 1.500 años, aunque en Europa su consumo comenzó a extenderse desde la década de 1970. Las coles chinas son una hortaliza que comienza poco a poco a difundirse por todos los continentes, aunque es un cultivo muy conocido y consumido en Asia. Se pueden consumir de diversas

formas, tanto crudas como cocinadas, y aportan al organismo cantidades apreciables de vitaminas y minerales.

Con nuestra propuesta de investigación, se busca medir la respuesta de ***Brassica sp.*** Col China variedad White Sun a las condiciones experimentales de ensayo, de tal forma que permita ir encontrando respuestas con el biochar que ayuden a mejorar la producción de esta hortaliza por unidad de área en la zona.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES

A. Problema

Productividad agrícola afectada debido a las condiciones naturales de los suelos pobres y/o al manejo inadecuado del suelo. Los suelos de altura de la amazonia son ácidos por tener cconcentraciones altas de óxidos de Hierro y Aluminio y altamente meteorizados, con Baja capacidad de retención de nutrientes catiónicos, de baja fertilidad por tener contenidos de Materia Orgánica, Nitrógeno, fosforo y potasio en bajas cantidades en el suelo.

La amazonia genera y almacena una gran cantidad de carbón y gran parte de esta se encuentra en la estructura de los árboles, las que son muy susceptibles a quemarse pudiendo resultar por el mal manejo de estos bosques llegar el carbono al medio ambiente (quema).

Una de las alternativas que se puede utilizar es el biochar o carbón biológico es una forma de carbón, un producto natural obtenido mediante ecopirólisis de biomásas seleccionadas, al aplicar a los suelos agrícolas cambia la composición y se incrementa la actividad microbiana, de modo que las emisiones de óxido nitroso se reducen significativamente, logrando un uso sostenible, más eficaz, de los fertilizantes nitrogenados y se ayuda

a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, ambientalmente es viable para nuestra zona.

El biochar se está utilizando como una enmienda que mejora la estructura del suelo, no como un fertilizante ya que si solo aplicamos como carbón el aporte de nutrientes será mínimo y no cubra sus demandas de producción del cultivo.

La producción humana de dióxido de carbono es muy inferior a la capacidad de las plantas, que absorben anualmente 60.600 millones de toneladas a través de la fotosíntesis, aunque una cantidad similar vuelve a la atmósfera debido a la respiración de la flora en el mundo. Los científicos creen que, si una fracción suficiente de esta cantidad de carbono fuera retenida por el suelo, se evitaría la acumulación de nuevas emisiones.

<http://faircompanies.com/blogs/view/biochar-capturar-carbono-y-enriquecer-el-suelo-es-viable/>

“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>

Biochar también llamado 'biocarbón' en español es el nombre que recibe el carbón vegetal cuando es empleado como enmienda para el suelo. Es decir, es biomasa de origen vegetal procesada por medio de la pirólisis.

¿En qué medida la dosis de biochar influirá en la producción de la hortaliza ***Brassica sp.*** Col China variedad White Sun en el fundo de Zungarococha – Iquitos?

B. Hipótesis

Hipótesis General

Las dosis del Biochar de amasisa como enmienda, influye directamente sobre el rendimiento del cultivo de Col China.

Hipótesis Específica

Al menos uno de las dosis de Biochar de amasisa como enmienda, influye en la altura, peso total de plata, peso de a raíz, peso de la cabeza, peso neto comercial, rendimiento por parcela y rendimiento kg/hectárea del cultivo de Col China.

C. Identificación de las Variables

Variable Independiente:

X1= Dosis de Biochar de amasisa

X11: 0 toneladas/hectárea (Testigo)

X12: 10 tonelada/hectárea

X13: 20 toneladas/hectárea

X14: 30 toneladas/hectárea

X15: 40 toneladas/hectárea

Variable Dependiente:

Y1= Características agronómicas de Col China.

Y11: Altura de planta en cm.

Y12: Peso Total de la planta en gr/planta

Y13: Peso de la raíz en gr/planta

Y14: Peso de la cabeza en gr/planta

Y15: Peso Neto comercial gr/planta.

Y16: Rendimiento Kg/parcela

Y17: Rendimiento Kg/hectárea.

1.2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

A. Objetivo General

Determinar el efecto de la mejor dosis de Biochar de amasisa que mejore el rendimiento del cultivo de Col China en la región.

B. Objetivo Específico

- Determinar el efecto de la dosis de Biochar de amasisa en la altura, peso total de planta, peso de a raíz, peso de la cabeza, peso neto comercial, rendimiento kg/parcela y rendimiento kg/hectárea del cultivo de Col China.

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

A. Justificación

La justificación del presente trabajo de investigación en el cultivo de Col China, está orientado a buscar alternativas de enmienda que podamos utilizar en forma práctica en el medio que nos rodea permitiéndonos, capturar carbono en el suelo, logrando mejores resultados en la producción de esta hortaliza en calidad y cantidad en la región Loreto. Teniendo un suelo con marcado nivel de acidez, se justifica buscar un enmienda que contribuya a disminuir este problema, y en este caso se pondrá a prueba el biochar 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.

B. Importancia

Este investigación se considera importante por que servirá como una fuente de conocimiento entre los agricultores y profesionales en su conjunto que se dedican a esta actividad hortícola con el uso del biochar molido la que 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 hortaliza. Es una alternativa para una actividad agroambiental paralela al cuidado del ambiente.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES

2.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Proyecto Vacunos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, situado en el fundo Zungarococha, Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto, a 45 minutos de la ciudad de Iquitos.

La ubicación geográfica mediante el sistema de coordenadas U.T.M. es la siguiente:

Este	:	681 753
Norte	:	9 576 163
Altitud	:	121 m.s.n.m.

2.1.2 Clima

Según **Holdridge** (1967), la zona donde se realizó el estudio, corresponde a un bosque húmedo tropical, caracterizado por temperaturas superiores a los 25°C y precipitaciones pluviales que oscilan entre 2000 – 4000 m.m / año.

2.1.3 Suelo

En el terreno donde se evaluó el presente experimento tiene una textura arena franca (A.Fr.), con una baja capacidad de materia orgánica por

tener 1.46 %, con un potencial de hidrogeno (pH) de 5.67 que según la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor es moderadamente ácido, con una fertilidad baja debido a que la materia orgánica y el potasio está en un rango bajo, . (Ver anexo III).

2.1.4 Material experimental

A. Cultivo

Nombre común o vulgar: Col china, Repollo chino

Nombre científico o latino: *Brassica campestris* var. *pekinensis*

Familia: Crucíferas.

Origen: Extremo Oriente. En los últimos años ha sido muy difundida por Europa.

Las coles chinas son una hortaliza que comienza poco a poco a difundirse por todos los continentes, aunque es un cultivo muy conocido y consumido en Asia.

Planta bienal.

Aspecto muy similar a la lechuga romana.

Las hojas, al principio, crecen erectas y separadas, después se forma el acogollamiento y se forma una pella prieta.

Florece en primavera, en cuanto suben las temperaturas.

El ciclo de la planta desde que se planta hasta que se recolecta es de unos 70-90 días.

Usos culinarios:

Se consumen principalmente dos tipos de coles chinas. Uno es el tipo 'pe-tsai', que forma un cogollo alargado y similar a una lechuga,

mientras que el tipo 'pak-choi' da unas hojas sueltas y similares a una acelga.

Las coles chinas se consumen crudas, principalmente en ensaladas, o cocidas en sopas, estofados de carne y menestras.

Son una fuente apreciable de vitaminas y minerales. Además son un alimento bajo en calorías y rico en fibra, por lo que son adecuadas para dietas hipocalóricas.

CULTIVO DE LA COL CHINA

Temperaturas:

Esta planta se ve afectada por las bajas temperaturas; por debajo de los 8°C se paraliza.

El óptimo de desarrollo de la col china está en 18-20°C.

Y el óptimo para la formación de cogollos está entre los 15-16°C.

La "subida de flor" se suele producir cuando la planta se ve sometida a temperaturas menores a los 12°C.

Suelo

El suelo ideal sería aquel de textura media, que sea poroso, y que retenga la humedad.

Un pH bueno para la planta sería el comprendido entre 6,5 y 7.

No son buenos ni los suelos excesivamente ácidos ni los muy alcalinos, que provocan lo que se llama "tipburn".

Riego

En ningún momento de su desarrollo debe faltarle humedad en el suelo.

Abonado o fertilización:

Necesita mucho Nitrógeno.

Durante la preparación del suelo puede aportarse 50 g/m² de abono complejo 8-15-15, 15 g/m² de sulfato potásico y 20 g/m² de sulfato de magnesio, si los niveles de este elemento en el suelo son bajos, como abonado de fondo.

En el abonado de cobertera, a los 15 días de plantar, se puede aportar nitrato amónico a razón de 10 g/m². Transcurridos 15 días la misma dosis se refuerza con nitrato potásico a razón de 10 g/m² y un mes antes de la recolección, se vuelven a aplicar otros 10 g/m². También los microelementos son muy importantes, en especial el Boro.

La carencia de Boro se manifiesta cuando la planta es joven, aparece una clorosis en las hojas en forma de jaspeado; si la planta es adulta toman una tonalidad roja. Si la carencia no se corrige, las hojas se abullonarán y se atrofiarán, pudiendo quedar reducidas al nervio central. (<http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/col-china/386-col-china-descripcion-morfologia-y-ciclo>)

B. Biochar

El biochar es un **producto orgánico muy complejo** químicamente hablando. Viene de la **pirólisis o combustión de biomasa** (cualquier material orgánico vale: madera, hojas, residuos orgánicos, estiércoles, etc.) en unas condiciones de baja temperatura (<700°C) y oxigenación, es decir, muy reductoras. Las condiciones exactas de la pirólisis (temperatura, tiempo, concentración de oxígeno, presión, etc.) dependen en gran medida de la biomasa inicial y de la tecnología que se utilice. En este enlace podéis encontrar abundante información sobre cómo elaborar vuestro propio biochar. Esta tecnología es ligeramente similar a la que se usa en la producción de energía a partir de carbón. De hecho, la materia orgánica sufre una carbonización que produce una reorganización de los átomos de carbono para dar estructuras parecidas al grafito. Además, tiene como finalidad última obtener un producto orgánico que pueda ser aprovechado como enmendante del suelo (mejorador de alguna de sus propiedades)

<http://www.compostandociencia.com/2015/01/que-es-el-biochar/>

PROTOCOLO DE ELABORACION DE BIOCHAR

1. Medidas de la pirolisis

- a. Cilindro externo: 96 cm largo x 76 cm de diámetro
- b. Cilindro interno: 50 cm largo x 40 cm diámetro, con una tapa insertada una chimenea de 5 pulgadas de diámetro x 50 cm largo (**ver Anexo VI**)

2. Materiales a utilizar

- a. 1 ciento de rajadas de leña
- b. 20 kg de ramas secas de amasisa

3. Procedimiento

- a. se pesó las ramas secas de amasisa para introducirlos en el cilindro interno
- b. se introduce el cilindro interno en el centro del cilindro externo.
- c. Se introduce las 100 rajadas de leña en la parte interior del cilindro externo.
- d. Se procede al encendido de las rajadas de leña hasta observar que no se va a apagar.
- e. Se procede al tapado del cilindro externo y reforzado con una piedra o cascajo para evitar el destapado.
- f. Se deja por un tiempo de 18 horas que se haya calcinado la leña y enfriado el cilindro externo.

- g. Se procede a destapar el cilindro externo y sacar el cilindro interno.
- h. Se procedió a pesar el biochar producido la cual nos dio un peso de 17.8 kg, dando como resultado 89 % de biochar.

4. **Sugerencias:** secar la materia prima que se va a hacer el biochar

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Características del campo experimental:

a) De las Parcelas:

Nº de parcelas / bloque	:	4
Nº Total parcelas	:	20
Largo parcela	:	5 m
Ancho parcela	:	1.2 m
Alto parcela	:	0.35 m
Área parcela	:	6.0 m ²
Separación entre parcela	:	0.50 m

b) De los Bloques:

Nº bloques	:	4
Distanciamiento entre bloques:		1 m
Largo de bloque	:	27 m
Ancho de bloque	:	1.2 m
Área de bloque	:	32.4 m ²

c) Del Campo Experimental:

Largo Experimento	:	27 m
Ancho Experimento	:	7.8 m
Área Experimento	:	210.6 m ²

d) Del Cultivo:

Nº plantas / hilera	:	8
Nº Plantas / Parcela	:	24
Nº Plantas / Bloque	:	120
Nº Total Plantas	:	480
Distanciamiento entre hileras	:	0.60 m
Distanciamiento entre plantas	:	0.50 m

2.2.2 Estadística**A. Diseño experimental**

Para evaluar los datos se utilizó el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con cinco (5) tratamientos y cuatro (4) repeticiones.

B. Análisis de varianza

El experimento se evaluó bajo las siguientes fuentes de variabilidad, Bloque, tratamiento, error experimental.

Cuadro N° 01. Análisis de Varianza

FV	GL
BLOQUE	$r - 1 = 4 - 1 = 3$
TRATAMIENTO	$t - 1 = 5 - 1 = 4$
ERROR	$(r - 1) (t - 1) = 12$
TOTAL	$rt - 1 = 20 - 1 = 19$

C. Tratamiento en estudio:

Los tratamientos lo constituyeron la variable independiente, dosis de Biochar de *Erythrina amazónica* krukoff con espinas, lo cual se reporta en el cuadro N° 02.

Cuadro N° 02. Tratamientos en Estudio

Tratamiento.		Dosis de Biochar t/ha	Dosis de Biochar kg/parcela
N°	Clave		
01	T ₀	0	0
02	T ₁	10	6
03	T ₂	20	12
04	T ₃	30	18
05	T ₄	40	24

Cuadro N° 03. Aleatorización de los Tratamientos

N° ORDEN	TRATAMIENTOS	BLOQUES			
		I	II	III	IV
1	T ₀	1	0	3	4
2	T ₁	2	4	1	3
3	T ₂	3	2	0	1
4	T ₃	4	3	2	0
5	T ₄	0	1	4	2

2.3 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO:

2.3.1 Preparación del terreno:

Para ejecutar el presente experimento se tuvo a disposición un área de 210.6 m², que previamente fue limpiado, eliminando las malezas herbáceas que existió en el lugar:

A. Roturación del Suelo

Se realizó en forma manual utilizando para ello palas, azadón, rastrillo, etc.

A. Parcelación y Preparación de Camas

Luego que el terreno se encontró totalmente limpio y libre de raíces y estacas se procedió a la parcelación de acuerdo al croquis.

Las parcelas estaban orientadas de Este a Oeste para así obtener radiación uniforme para las plantas durante el día.

B. Almácigo

Se hizo cinco cajas con sustrato de humus de lombriz de dimensiones de 1.2 X 1.2 m. donde se almácigo las plantas para darles las condiciones favorables de resistencia antes de pasar a campo definitivo. Se utilizó 5 kg de gallinaza/m²

C. Abonamiento

Se realizó hará un abonamiento uniforme de 5 kilogramos de materia orgánica (gallinaza) por metro cuadrado, esto quiere decir que se aplicara 30 kilos de gallinaza por unidad experimental.

D. Incorporación de biochar:

Se distribuyó en el terreno la cantidad de indica los tratamientos, esto significa que por parcelas 1.2 m x 5 m (6 m²), para T1 se aplicara 6 kg, T2 de 12 kg, T3 de 18 kg y T4 de 24 kg de biochar de amasisa. Solo el T0 no se aplicó por ser el testigo.

2.3.2 Siembra

La siembra se realizó de las camas almacigueras a los 30 días de ser sembrados como semillas botánicas, seleccionando las mejores plantas.

2.3.3 Labores Culturales

A. Riego

Esta labor se realizó de acuerdo a las exigencias del cultivo que estaban en función del tiempo y consistió en hacerlo de manera continua para mantener la humedad necesaria, para con ello asegurar el enrizamiento.

B. Resiembra

Esta labor se realizó a la semana del transplante con la finalidad de mantener la población de manera uniforme; descartando las plantas que por motivo mecánico del traslado se lastimaran.

C. Deshierbo

Esta labor se realizó con la finalidad de mantener las parcelas libres de malezas quienes compiten con el cultivo; se ejecutó a la tercera y sexta semana del transplante en forma manual.

D. Aporque

Esta labor se realizó con la finalidad de asegurar un mejor anclaje de las raíces en el suelo por parte de las plantas, se realizó a la sexta semana del transplante.

E. Control Fitosanitario

No se presentaron plagas ni enfermedades de consideración, por lo que no fue necesario aplicar ningún producto sobre el cultivo. Solo se realizó aplicaciones de Lorsban 2.5% PS al espolvoreo sobre nidos de Hormigas cortadoras de manera preventiva.

F. Cosecha

Esta labor se realizó cuando los Col China (cabeza) alcanzaron la compactación debida, que indicaron que esta óptima para ser cosechado.

2.4 EVALUACIONES:

El trabajo de investigación se comenzó el mes de noviembre del 2016 hasta febrero del 2017. Todas las evaluaciones se realizaron al momento de la cosecha asumiéndose los siguientes parámetros:

A. Altura de Planta (cm.)

Utilizando una Wincha, se tomó la altura en cm. Considerando desde el cuello de la raíz (nivel del suelo) hasta la máxima altura alcanzada por la planta (ápice de la parte foliar).

B. Peso de la planta entera (gr)

Esta medida se obtuvo a la cosecha, consistió en pesar toda la planta (Cabeza y Raíces), utilizando la balanza de reloj se obtuvo el peso de la planta entera.

C. Peso de raíces (gr)

Esta medida se obtuvo a la cosecha, consistió en pesar toda la raíz despojando la cabeza en su totalidad, y con la ayuda de una balanza de reloj se obtuvo el peso de raíces por parcela expresado en unidad.

D. Peso de cabeza (gr)

Obtenidas las plantas, se despojaron las raíces en su totalidad quedando solo la cabeza del Col china con todas sus hojas basales y con la ayuda de la balanza de reloj se obtuvo este dato.

E. Peso de Neto comercial (gr)

Obtenidas las plantas, se despojaron las hojas basales y las raíces en su totalidad quedando solo la cabeza del Col china comercial y con la ayuda de la balanza de reloj se obtuvo el peso de cabeza por planta, parcela y hectárea.

F. Rendimiento de Col china Kg/parcela

Obtenido el peso de col china por unidad, los datos fueron estimados a Kg/parcela, obteniéndose así el valor del rendimiento por tratamiento.

G. Rendimiento de Col china Kg/hectárea

Obtenido el peso de col china por parcela, los datos fueron estimados a Kg/ha, obteniéndose así el valor del rendimiento por hectárea.

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 Antecedentes teóricos

A. Origen

Se cultivan dos especies de coles chinas. La col china tipo 'pe-tsai' recuerda a una lechuga, forma cogollo y puede alcanzar los 60cm de altura. El tipo 'pak-choi' es más pequeño, no forma cogollo y es parecido a las acelgas.

En realidad, bajo el término 'col china' se engloban dos especies distintas. Una es *Brassica rapa* sp. *pekinensis* o 'pe-tsai', que sería la col china propiamente dicha. La otra es *Brassica rapa* sp. *chinensis* o 'pak-choi'.

La col china 'pe-tsai' forma grandes repollos más o menos alargados, con hojas verticales, irregularmente dentadas, y con los nervios muy marcados. El peciolo de la hoja es ancho y de color blanquecino. La planta puede alcanzar hasta 50-60cm de altura.

La col china 'pak-choi' se caracteriza por hojas grandes de color verde oscuro y bordes lisos, que se estrechan hasta finalizar en un peciolo estrecho de color blanco. Esta especie no forma repollo, y su aspecto recuerda al de las acelgas o las espinacas. Esta planta no supera los 30-40cm de altura.

Alimentación y nutrición

Las coles chinas pueden ser usadas por personas con problemas de estómago o intestino, ya que son digestivas y previenen el estreñimiento. Además su consumo es adecuado contra la hipertensión.

Propiedades del repollo chino para la salud y juventud

El repollo chino es uno de los vegetales más importantes en la agricultura de la China y del Japón. De apoco, se ha extendido a otras partes del mundo, básicamente como parte de la comida oriental tradicional. Se le llama también col china, boc choy o napa. Es una verdura verde que se utiliza comúnmente para preparar ensaladas y otros variados platillos.

Su rico valor nutricional y sus compuestos esenciales para el organismo, hacen de este vegetal un **alimento bueno para la salud general**, el cuidado del cabello y el mantenimiento de una piel saludable. No importa cuál sea el problema en el cutis, el repollo chino cumple igualmente en pieles secas, con infecciones y envejecidas de manera prematura. De cualquier forma, el consumo regular de napa, protegerá su piel de las manchas, el acné, decoloración, arrugas y pigmentación.

<http://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Col-china.html>

CULTIVO DE LA COL CHINA

Temperaturas:

Esta planta se ve afectada por las bajas temperaturas; por debajo de los 8°C se paraliza.

El óptimo de desarrollo de la col china está en 18-20°C.

Y el óptimo para la formación de cogollos está entre los 15-16°C.

La "subida de flor" se suele producir cuando la planta se ve sometida a temperaturas menores a los 12°C.

Abonado

Cuando el apio se cultiva en invierno-primavera como el primero de una serie de cultivos al año, se puede aportar estiércol a razón de 2-3 kg/m².

Se trata de un cultivo exigente en nitrógeno, de desarrollo muy rápido y gran crecimiento activo, de forma que requiere que el suelo esté bien provisto de microelementos, principalmente de boro.

La carencia de calcio durante el cerrado de la pella puede ocasionar la alteración conocida como "tipburn".

Durante la preparación del suelo pueden aportarse 50 g/m² de abono complejo 8-15-15, 15 g/m² de sulfato potásico y 20 g/m² de sulfato de magnesio, si los niveles de este elemento en el suelo son bajos, como abonado de fondo.

En el abonado de cobertera, a los 15 días de plantar, se puede aportar nitrato amónico a razón de 10 g/m². Transcurridos 15 días la misma dosis se refuerza con nitrato potásico a razón de 10 g/m² y un mes antes de la recolección, se vuelven a aplicar otros 10 g/m².

En fertirrigación, el abonado de fondo no se imprescindible, si se trata de un cultivo final de alternativa y el cultivo anterior ha sido correctamente abonado. No obstante, en caso necesario, pueden portarse 25 g/m² de abono complejo 8-15-15. Posteriormente puede seguirse la siguiente programación:

- De uno a tres días antes de la plantación, regar con abundante cantidad de agua.
- Tras la plantación, regar diariamente durante una semana sin aporte de abono.
- Posteriormente, durante un mes, regar tres veces a la semana, aplicando las siguientes cantidades:

0,30 g/m² de nitrógeno (N).

0,10 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).

0,50 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

- A continuación y hasta 15 días antes de la recolección, regar tres veces por semana con las siguientes cantidades:

0,30 g/m² de nitrógeno (N).

0,10 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).

0,30 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

Plagas y enfermedades.

Minadores de hojas (*Liriomyza trifolii*): los daños los produce la larva de esta pequeña mosca de color amarillo y negro. Los principales

productos que se utilizan contra esta plaga son: Acefato, Bifentrín, Cipermetrín, Diazinon, Fosalone, Oxamilo.

Mosca de la col (*Chorthophilla brassicae*): si este díptero realiza el ataque cuando la planta está recién plantada, puede destruir la yema principal y atrofiar el crecimiento de la planta. Se puede desinfectar previamente el suelo con algún producto en forma granulada o ya con el cultivo en el suelo, hacer un tratamiento aéreo con alguno de los siguientes productos: Clorfenvinfos, Clorpirifos, Diazinon, Fosalone o Isofenfos.

Oruga de la col (*Pieris brassicae*): son mariposas blancas con manchas negras, aunque los daños los provocan las larvas. El tratamiento debe hacerse al aclosionar los huevos con: Malation, Triclorfon, Carbaril, Endosulfán o Esfenvalerato.

Alternaria (*Alternaria brassicae*): los síntomas de esta enfermedad son que se forman unas manchas negras de un centímetro aproximadamente de diámetro, con anillos concéntricos de color más fuerte. Habrá que dar tratamientos preventivos cada 7-10 días con alguno de los siguientes productos: Oxiclورو de cobre, Oxiclورو de cobre + Mancoceb, Propineb + Triadimefon, etc.

Mildiu (*Peronospora brassicae*): este hongo provoca pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa. A la vez, se forma una pelusilla de color blanco grisáceo por el envés de las hojas. Tratar con los mismos productos que la Alternaria.

<http://canales.hoy.es/canalagro/datos/hortalizas/colchina2.htm>

BIOCHAR

El biochar es un material sólido obtenido de la carbonización de la biomasa. El biochar se puede agregar a los suelos con la intención de mejorar las funciones del suelo y reducir las emisiones de la biomasa que, de lo contrario, se degradaría naturalmente a los gases de efecto invernadero. El biochar también tiene un apreciable valor de secuestro de carbono. Estas propiedades son medibles y verificables en un esquema de caracterización o en un protocolo de compensación de emisiones de carbono. (<http://www.biochar-international.org/>)

ACERCA DE LOS ESTÁNDARES IBI BIOCHAR

Para que una industria sostenible de biochar tenga éxito, debe proporcionar certeza a los consumidores y mercados sobre el biochar y su uso seguro como enmienda del suelo. La definición de producto estandarizada y las pautas de prueba de producto para biochar que se utiliza en el suelo (en adelante, los estándares IBI Biochar) proporciona las herramientas necesarias para definir universalmente y consistentemente lo que es biochar, y para confirmar que un producto destinado a la venta o uso El biochar posee las características necesarias para un uso seguro. Los Estándares IBI Biochar también brindan requisitos comunes de información para el biochar que ayudará a los investigadores en sus esfuerzos continuos para vincular las funciones específicas del biochar a sus impactos beneficiosos del suelo y los cultivos.

Los Estándares **IBI Biochar** son el resultado de un proceso continuo de desarrollo multianual que es global, transparente e inclusivo, y que involucra el aporte y la participación de cientos de científicos investigadores, empresarios, agricultores y otras partes interesadas en la redacción, revisión y aprobación del documento. Se puede acceder a los Estándares IBI Biochar en la sección de Descargas a la derecha, y se pueden distribuir libremente y usar con fines no comerciales bajo una licencia de derechos de autor de Creative Commons que se incluye en el documento (<http://www.biochar-international.org/certification>)

Según **Teichmann 2014**, El biochar se produce calentando biomasa casi en ausencia de oxígeno, se caracteriza por un alto y estable contenido de carbono, así como una gran retención de nutrientes y capacidades de retención de agua. Estas propiedades hacen biochar muy atractivo para una aplicación en agricultura. Por incorporando biochar en los suelos, el dióxido de carbono puede ser retirado de la atmósfera durante escalas de tiempo prolongadas al mismo tiempo, se puede aumentar la fertilidad del suelo. Sin embargo, dependiendo de la biomasa material y la conversión tecnología utilizada, el biochar resultante productos difieren sustancialmente en sus propiedades químicas, físicas y biológicas. (**Andreas Meyer, 2013**).

El biochar o biocarbón se ha popularizado por su papel potencial en la mitigación del cambio climático, puede retener el carbono, retrasando o impidiendo por completo la liberación del carbono a la

atmósfera en forma de gas de dióxido de carbono. Los beneficios del biochar van más allá de esto, sin embargo, se extienden al sector agrícola y a varios tipos de gestión de residuos. Además, como se indicó anteriormente, su proceso de producción co-genera biocombustible, una fuente de energía renovable sostenible. **(TALBERG, 2009).**

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 específicas 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 °C 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

isotermas 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 ricas 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, Jeffrey (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 escepticismo y la incertidumbre en torno a cómo las adiciones de biochar al suelo han realizado históricamente y qué orientación 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 creado cuando la biomasa (por ejemplo, residuos de madera, estiércol) se quema a temperaturas relativamente bajas (menos de 1300°F) y bajo una anoxia (falta de oxígeno) atmosférica. 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 degradados y por lo tanto generalmente infértiles. Los científicos están tratando de reproducir esta tecnología mediante el uso de productos de tipo biochar como suplementos de suelos. La investigación realizada por la Iniciativa Nacional de biochar es 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.

OLMO M y VILLAR R. (2016). Mencionan que las características del biochar le confieren la capacidad potencial de mejorar las propiedades físico-químicas del suelo y aumentar la productividad de los cultivos, contribuyendo además al secuestro de C, lo que convierte al biochar en una herramienta para luchar contra el cambio climático. Los resultados de su investigación, muestran que la adición de biochar producido de poda de olivares tuvo una fuerte influencia sobre el suelo propiedades, lo que podría explicar sus efectos sobre los rasgos de las raíces.

En general, concluyen que todas las especies ensayadas respondieron bien a la aplicación de biochar. Las plantas cultivadas en el suelo tratado con biochar mostró mayor desarrollo de sus partes aéreas (aumento de la biomasa aérea, Área específica y contenido relativo de agua en hojas) y producción de frutas mejorada. Los efectos del biochar en la morfología de la raíz podría mejorar el crecimiento de las plantas y efectos positivos en la producción de frutas.

GÓMEZ et al. (2016), Concluyen, que el uso de biochar mejoró algunas propiedades químicas del suelo, que son de interés agronómico: pH, CIC, contenido de P, Ca, Mg, K, Zn (Plinthic

Hapludox); sin embargo, el biochar, como no es fuente de N, elemento muy limitante en la producción, no permitió sostener el óptimo desarrollo del maíz, planta susceptible a la falta de este nutriente. Además que el biochar se puede recomendar para neutralizar altos contenidos de **Al** que afecta el crecimiento de las raíces de las plantas, mejorar el pH y, probablemente, mejorar la capacidad de retención de nutrientes y, a la vez, secuestrar carbono, a largo plazo.

Desde el punto de vista de corrección de condiciones de pH, el uso de biochar podría ser una alternativa a la cal.

PACO, 2012, menciona que la aplicación de los distintos biochar sobre el suelo clasificado como Haploxerept típico (en una dosis de 1% de carbono añadido) se encontró un ligero efecto inicial alcalinizante. Las variaciones en el pH del suelo han sido menores en los que se ha añadido algún tipo de enmienda orgánica. Asimismo **VILLARREAL (2010)**. Evaluando tres concentraciones de biochar (10%, 20%, y 33% con base en volumen) en el suelo, encontró que el desarrollo de la alfalfa en altura y biomasa y también la biomasa tanto del sorgo para grano como el forrajero se incrementaron significativamente de acuerdo a la concentración de biochar. El peso de panículas del sorgo forrajero aumento significativamente de acuerdo al incremento en la concentración del biochar.

GILCES y LAFUENTE (2014). Concluyen que la adición del biochar y cenizas mejoraron en general las propiedades químicas estudiadas del suelo, aumentó la disponibilidad de P asimilable y se favorecieron las condiciones del pH en el suelo ácido.

A mayor concentración de biochar la longitud de la raíz es mucho menor que en el Blanco (agua destilada) .Sin embargo, este efecto desaparece en las diluciones 1:10 (B1) y 1:100 (B2) del extracto original. Las diluciones intermedias tanto de biochar como de ceniza (B1 y C1) dieron los valores máximos, posiblemente por el aporte de nutrientes.

En el suelo básico el biochar mejora la longitud del tallo de la planta para todas las dosis, mucho más que las cenizas. Para el suelo ácido solo las dosis altas de biochar mejoran la longitud del tallo. Se puede observar que para el suelo neutro, la dosis con el biochar al 6% presenta una mejora apreciable de la longitud del tallo.

La dosis más alta de biochar fue por tanto la que mejor comportamiento mostró en los parámetros de tamaño de planta, indicando que en mezcla con el suelo muestra un claro efecto favorable en todos los suelos estudiados.

A pesar del efecto desfavorable del biochar en extracto acuoso en proporción 1:10 sobre la tasa de germinación de lechuga y crecimiento de la raíz, el comportamiento en mezclas con suelo fue muy favorable, incluso en dosis elevadas, a lo que pudo contribuir su aporte de nutrientes y una mayor cantidad de la luz solar absorbida gracias a su color oscuro.

LEHMANN J Y JOSEPH S. (2009). Indica que la adición de biochar a los suelos ha sido descrita como un medio de secuestro de carbono atmosférico Dióxido de carbono (CO₂). Por Esto representa un verdadero secuestro, dos requisitos. Biomasa vegetal que se forma anualmente, se descompone rápidamente, esta descomposición libera el CO₂ que fue Fijado por las plantas de nuevo a la atmósfera. En Contraste, transformar esta biomasa en Biochar que se descompone mucho más lentamente desvía el C del ciclo biológico rápido en un ciclo mucho más lento del biochar (Lehmann, 2007b). En segundo lugar, el biochar necesita ser verdaderamente más estable que la biomasa de la que este parece ser el caso y es Apoyada por pruebas científicas.

NATES (2014). Concluye que la adición de biochar como enmendador del suelo del cultivo de uchuva mejoró ligeramente la calidad de los frutos, después de un año de su adicción, lo que se tradujo en un leve aumento del tamaño de los frutos tratados con biochar 3.5 ton/ha. Siendo biochar 3.5 ton el tratamiento que presentó un mayor promedio (4.25 g) seguido de biochar 8 ton (4.03 g) y siendo el menor el de fertilización con humus (4.02 g).

PACO (2012). Al evaluar los efectos de varios tipos de biochar en suelo y planta, concluye, que el efecto de enmienda orgánica que comporta la aplicación del biochar ha permitido observar una mejora de parámetros físicos del suelo relacionados con la producción de plantas.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

ABONOS: Sustancias que se incorpora al suelo para incrementar o conservar la fertilidad, sus ingredientes más activos suelen ser el nitrógeno, potasio, ácido fosfórico, así como también calcio materias orgánicas. **García, D.A. (1980).**

ALMÁCIGO: Semillero donde se siembra y crían plantas que luego serán llevadas a sus lugares definidos. **Schopfeloher, R. (1963).**

ÁCIDOS PIROLEÑOSOS: se obtienen por condensación de los gases generados durante el proceso de pirólisis. También se denominan aceites pirolíticos, bioaceites, aceites combustibles, líquidos de madera y destilados de madera. **(Urien, 2013)**

ANÁLISIS DE VARIANZA: Análisis de Varianza que desdobra la varianza total en pequeñas variaciones de cada fuente de variabilidad correspondiente. **Calzada, B.J. (1970).**

BIOMASA: se define como todo el material orgánico producido biológicamente, esto incluye algas, plantas, árboles, cultivos, desechos orgánicos y residuos forestales y agrarios. **(Urien, 2013)**

BIOCARBÓN: Es el residuo carbonoso de la biomasa que queda un proceso de pirólisis. **(Urien, 2013)**

COMBUSTIBLES DE PRIMERA GENERACIÓN: es la biomasa que proviene de los cultivos dedicados a fines energéticos como cultivos forestales de rotación corta, pastos y cultivos de plantas herbáceas o gramíneas. **(Urien, 2013)**

COMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN: se denomina así a los residuos tanto forestales y agrarios, como residuos industriales y los desechos orgánicos. **(Urien, 2013)**

CAMBIO CLIMÁTICO a la modificación del clima que ha tenido lugar respecto de su historial a escala regional y global. En general, se trata de cambios de orden natural, pero actualmente, se los encuentra asociados con el impacto humano sobre el planeta. Se trata de un fenómeno complejo que sólo puede ser observado y analizado mediante simulaciones computacionales.
<https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/cambio-climatico.php>

DISTANCIAMIENTO: Viene a ser la distancia conveniente entre las plantas de un determinado cultivo. **Schopfeloher, R. (1963).**

ESTIÉRCOL: Mezcla de agua, deyecciones sólidas y líquidas (orinas) y tierra que asociadas en una sola masa constituye un valioso abono. **Gross, A. (1986).**

GRADOS DE LIBERTAD: Es el número de comparaciones independientes que se pueden hacer y que equivale al número de tratamientos en estudio menos uno. **Calzada, B.J. (1970).**

GERMINACIÓN: Primera etapa del desarrollo del embrión contenidos en la semilla. **Schopfeloher, R. (1963).**

HÍBRIDO: Viene a ser el resultado de la combinación y/o apareamiento de 02 progenitores. **Calzada, B.J. (1970).**

HORTICULTURA: Proviene etimológicamente de las palabras latinas hortus (jardín, huerta, planta) y cultura ("cultivo") clásicamente significaba «cultivo en huertas»; el término se aplica también a la producción de hortalizas e incluso a la producción comercial moderna.

http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/desarrollo_rural/proinder/catalogo/catalogo/tecno/22.htm (2003)

NIVEL DE SIGNIFICANCIA: Es el grado de error de los datos, puede ser de 1% al 5%. **Calzada, B.J. (1970).**

NIVEL DE CONFIANZA: Es el grado de confianza de los datos que puede ser al 99% y 95%. **Calzada, B.J. (1970).**

PIRÓLISIS: es un proceso de conversión termoquímica que convierte la biomasa en combustibles útiles (ácidos piroleñosos, gases y biocarbones) mediante calentamiento a temperaturas moderadamente alta (350-650°C) y en ausencia de oxígeno. **(Urien, 2013)**

TECNOLOGÍA GRAUTHERMIC: es un sistema de aprovechamiento energético de la biomasa mediante pirólisis desarrollado por la empresa ENRECO y el CENIMCSIC. **(Urien, 2013)**

TRANSPLANTE: Operación que consiste en trasladar plántulas nuevas cultivadas en el almácigo a otro sitio donde pueda desarrollarse. **Schopfeloher, R. (1963).**

VARIEDAD: Grupo taxonómico que comprende a los individuos de una especie que coinciden en uno o varios caracteres secundarios. **Calzada, B.J. (1970).**

SUMIDERO DE CARBONO O SUMIDERO DE CO₂ es un depósito natural o artificial de carbono, que absorbe el carbono de la atmósfera y contribuye a reducir la cantidad de CO₂ del aire. Los principales sumideros eran los procesos biológicos de producción de carbón, petróleo, gas natural, los hidratos de metano y las rocas calizas. Hoy día son los océanos, y ciertos medios vegetales (bosques en formación).

https://es.wikipedia.org/wiki/Sumidero_de_carbono

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE COL CHINA.

4.1.1 Altura de la planta (cm)

En el cuadro N° 04 se indica el análisis de varianza de la altura de la planta (cm.), se observa, que no existe diferencia estadística significativa para la fuente de variación Bloques, en cambio se observa significancia para la fuente de variación en los tratamientos, el coeficiente de variación es igual a 7.37% indica confianza experimental para los datos obtenidos.

Cuadro N° 04: Análisis de Varianza de la altura de planta (cm.) de Brassica sp. Col china Variedad White Sun

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	5.14	3	1.71	0.58	0.636
Tratamientos	75.45	4	18.86	6.44	0.005
Error	35.18	12	2.93		
Total	115.77	19			

CV = 7.37 %

Fuente: Elaboración propia. Tesista

Para mejor interpretación de los resultados se hizo la prueba de Tukey que se indica en el cuadro N° 05.

Cuadro N° 05: Prueba de Tukey de la Altura de Planta (cm.) de *Brassica* sp. Col china Variedad White Sun

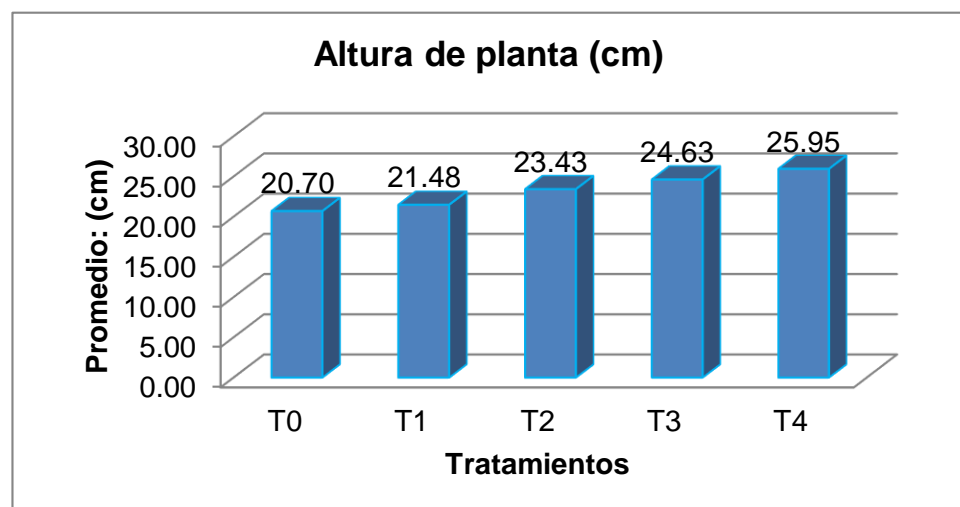
OM	Tratamientos	Medias	n	E.E.			
1	T4	25.95	4	0.86	A		
2	T3	24.63	4	0.86	A	B	
3	T2	23.43	4	0.86	A	B	C
4	T1	21.48	4	0.86		B	C
5	T0	20.7	4	0.86			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia. Tesista

El cuadro N° 05, se observa que la prueba de Tukey divide en tres grupos estadísticamente homogéneos entre sí, donde el T4 (40 toneladas de biochar/ha.) con promedio de 25.95 cm, ocupó el primer lugar al orden de mérito, seguido de T3, T2 y T1, con promedios de 24.63, 23.43 y 21.48 cm respectivamente, y último lugar ocupa el tratamiento T0 (0 toneladas de biochar/ha.), con un promedio de 20.7 cm de altura de planta.

Gráfico N° 01: Altura de Planta (cm) de *Brassica* sp. Col china Variedad White Sun



Fuente: Elaboración propia. Tesista

En el **grafico N° 01**, se presenta el efecto de las cuatro dosis de biochar en la altura de la planta, donde se observa que a medida que aumenta la dosis de biochar se incrementa la altura de planta.

4.1.2 Peso total de la planta (gr)

En el cuadro N° 06, se presenta el análisis de varianza del peso total de la planta (gr/planta), se observa que no hay diferencia estadística significativa para la fuente de variación bloques, en cambio si hay diferencia estadística significativa para tratamientos, el coeficiente de varianza de 10.11% indica confianza experimental de los datos obtenidos en el ensayo.

Cuadro N° 06: Análisis de varianza del peso total de la planta (gr)

de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	917.69	3	305.9	0.03	0.991
Tratamientos	186199.13	4	46549.78	4.91	0.014
Error	113746.46	12	9478.87		
Total	300863.28	19			

CV: 10.11%

Fuente: Elaboración propia. Tesista

Para mejor interpretación de los resultados se hizo la prueba de Tukey que se muestra en el cuadro N° 07.

Cuadro N° 07: Prueba de Tukey del peso total de la planta (gr) en el cultivo de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun.

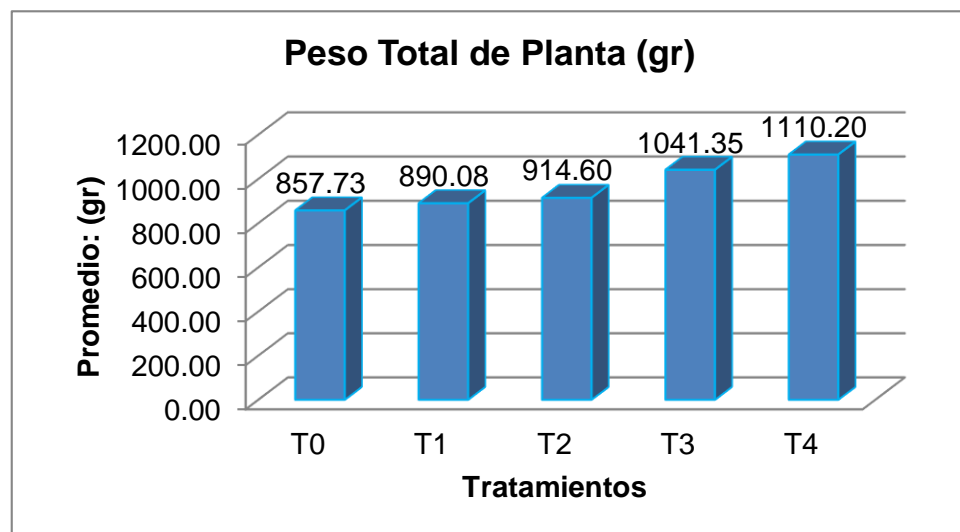
OM	Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	T4	1110.20	4	48.68	A	
2	T3	1041.35	4	48.68	A	B
3	T2	914.60	4	48.68	A	B
4	T1	890.08	4	48.68		B
5	T0	857.73	4	48.68		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia. Tesista

En el cuadro N° 07 se observa, que existen dos grupos estadísticamente homogéneos entre sí, los promedios difieren estadísticamente entre sí; donde T4 (40 toneladas de biochar/ha.), obtuvo el mayor promedio y fue de 1110.20 gr/planta, ocupando el primer lugar del orden de mérito y T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar con promedio de peso de planta de 857.73 gr/planta.

Gráfico N° 02: Peso total de Planta (gr) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun



Fuente: Elaboración propia. Tesista

En el gráfico N° 02, se presenta el efecto de las cuatro dosis de biochar en el peso total de la planta, donde se observa que a medida que aumenta la dosis de biochar se incrementa el peso de la planta.

4.1.3 Peso de la raíz (gr)

El cuadro N° 08, se presenta el análisis de varianza del peso de raíces, donde se observa que no hay diferencia estadística significativa para la fuente de variación bloques, en cambio sí se observa que existe diferencia estadística significativa en los tratamientos; el coeficiente de varianza de 6.78 %, lo indica confianza experimental de los datos obtenidos en el ensayo.

Cuadro N° 08: Análisis de Varianza del Peso de Raíces (gr) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	121.36	3	40.45	2.51	0.1079
Tratamientos	1653.21	4	413.3	25.68	<0.0001
Error	193.13	12	16.09		
Total	1967.69	19			

CV: 6.78%

Fuente: Elaboración propia. Tesista

Para mejor interpretación de los resultados se realizó la prueba de Tukey la cual se muestra en el cuadro N° 09.

Cuadro N° 09: Prueba de Tukey del Peso de Raíces (gr) de Brassica sp. Col china Variedad White Sun

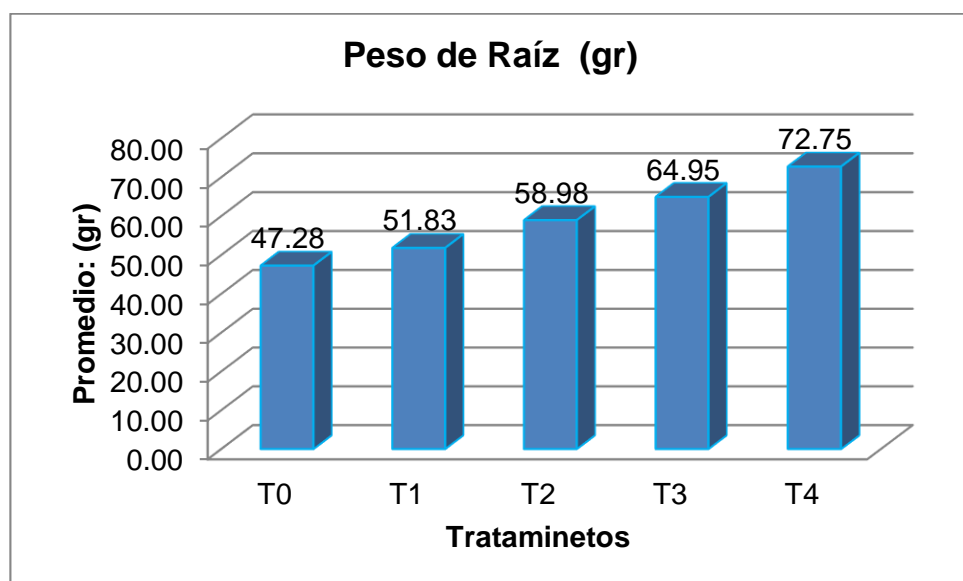
OM	Tratamientos	Medias	n	E.E.				
1	T4	72.75	4	2.01	A			
2	T3	64.95	4	2.01	A	B		
3	T2	58.98	4	2.01		B	C	
4	T1	51.83	4	2.01			C	D
5	T0	47.28	4	2.01				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia. Tesista

El cuadro N° 09, se observa 4 grupos estadísticamente homogéneos entre sí, donde el T4 (40 toneladas de biochar/ha.), es el que ocupa el primer lugar el cuadro de orden de mérito con un promedio de 72.75 gr, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, el T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar en promedio de 47.28 gr.

Gráfico N° 03: Peso de Raíz (gr) de Brassica sp. Col china Variedad White Sun



Fuente: Elaboración propia. Tesista

En el Grafico N° 03, se presenta el efecto de las cuatro dosis de biochar en el peso de la raíz, se aprecia que a medida que se incrementa las dosis por cada tratamiento, se incrementa también el peso de la raíz.

4.1.4 Peso de cabeza (gr)

En el cuadro N° 10, se presenta el análisis de varianza del peso de raíces, donde se observa que no hay diferencia estadística significativa para la fuente de variación bloques, en cambio sí se observa que existe diferencia estadística significativa en los tratamientos; el coeficiente de variación es de 10.94%, lo indica confianza experimental de los datos obtenidos en el ensayo.

Cuadro N° 10: Análisis de varianza del Peso de Cabeza (gr.) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	827.71	3	275.9	0.03	0.9933
Tratamientos	153859.21	4	38464.8	3.93	0.0289
Error	117325.8	12	9777.15		
Total	272012.73	19			

CV: 10.94 %

Fuente: Elaboración propia. Tesista

Para mejor interpretación de los resultados se realizó la prueba de Tukey, la cual se presenta en el cuadro N° 11.

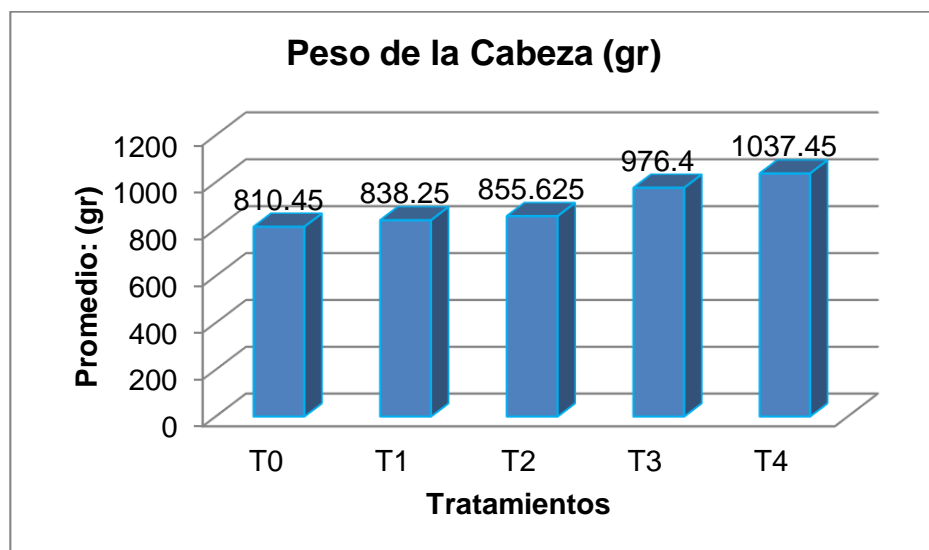
Cuadro N° 11: Prueba de Tukey del Peso de cabeza (gr) de Brassica sp Col china Variedad White Sun

OM	Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	T4	1037.45	4	49.44	A	
2	T3	976.4	4	49.44	A	B
3	T2	855.63	4	49.44	A	B
4	T1	838.25	4	49.44	A	B
5	T0	810.45	4	49.44		B

Fuente: Elaboración propia. Tesista

El cuadro N° 11, se observa 2 grupos estadísticamente homogéneos entre sí, donde el T4 (40 toneladas de biochar/ha.), es el que ocupa el primer lugar el cuadro de orden de mérito con un promedio de 1037.45 gr, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, el T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar con un promedio de 810.45 gr.

Gráfico N° 04: Peso de la Cabeza (gr) de Brassica sp. Col china Variedad White Sun



Fuente: Elaboración propia. Tesista

En el Grafico N° 04, se presenta el efecto de las cuatro dosis de biochar en el peso de la raíz, se aprecia que a medida que se incrementa las dosis por cada tratamiento, se incrementa también el peso de la cabeza de Col china.

4.1.5 Peso neto comercial (gr)

En el cuadro N° 12, se presenta el análisis de varianza del peso neto comercial del Col china (gr/Planta), donde se observa que no hay diferencia estadística significativa para la fuente de variación bloques, por el contrario para la fuente de variación tratamientos, existe diferencia estadística altamente significativa. ($p > 0.05$). El coeficiente de variación para esta variable es de 6.76% lo que indica confianza experimental de los datos obtenidos en el ensayo.

Cuadro N° 12: Análisis de Varianza del peso neto comercial (gr/planta) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	12644.97	3	4214.99	1.63	0.2338
Tratamientos	432921.26	4	108230.3	41.94	<0.0001
Error	30965.29	12	2580.44		
Total	476531.53	19			

CV: 6.76 %

Fuente: Elaboración propia. Tesista

Para mejor interpretación de los resultados se realizó la prueba de significancia de Tukey, la cual se presenta en el cuadro N° 13.

Cuadro N° 13: Prueba de Tukey del peso neto comercial (gr/planta) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

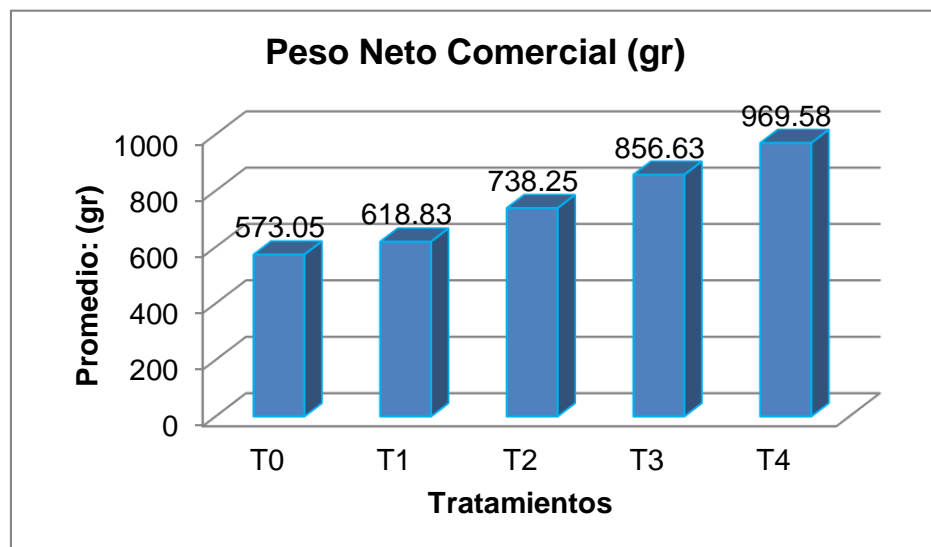
OM	Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	T4	969.58	4	25.4	A
2	T3	856.63	4	25.4	A
3	T2	738.25	4	25.4	B
4	T1	618.83	4	25.4	C
5	T0	573.05	4	25.4	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia. Tesista

El cuadro N° 13, se observa 3 grupos estadísticamente homogéneos entre sí, donde el T4 (40 toneladas de biochar/ha.), es el que ocupa el primer lugar el cuadro de orden de mérito con un promedio de 969.58 gr, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, el T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar con un promedio de 573.05 gr.

Gráfico N° 05: Peso neto comercial (gr) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun



Fuente: Elaboración propia. Tesista

En el Grafico N° 05, se presenta el efecto de las cuatro dosis de biochar en el peso neto comercial, se aprecia que a medida que se incrementa las dosis por cada tratamiento, se incrementa también el peso de la cabeza de Col china.

4.1.6 Rendimiento por parcela (Kg/parcela)

En el cuadro N° 14, se presenta el análisis de varianza del Rendimiento por parcela (gr./parcela), del Col china, donde se observa que no hay diferencia estadística significativa para la fuente de variación bloques, por el contrario para la fuente de variación tratamientos, existe diferencia estadística altamente significativa. ($p > 0.05$). El coeficiente de variación para esta variable es de 6.76% lo que indica confianza experimental de los datos obtenidos en el ensayo.

Cuadro N° 14: Análisis de Varianza del Rendimiento por parcela (Kg/parcela), en el cultivo de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	5.56	3	1.85	1.63	0.2346
Tratamientos	190.84	4	47.71	41.95	<0.0001
Error	13.65	12	1.14		
Total	210.05	19			

CV: 6.76 %

Fuente: Elaboración propia. Tesista

Para mejor interpretación de los resultados se realizó la prueba de significancia de Tukey, la cual se presenta en el cuadro N° 15.

Cuadro N° 15: Prueba de Tukey del Rendimiento por parcela (Kg/parcela), en de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

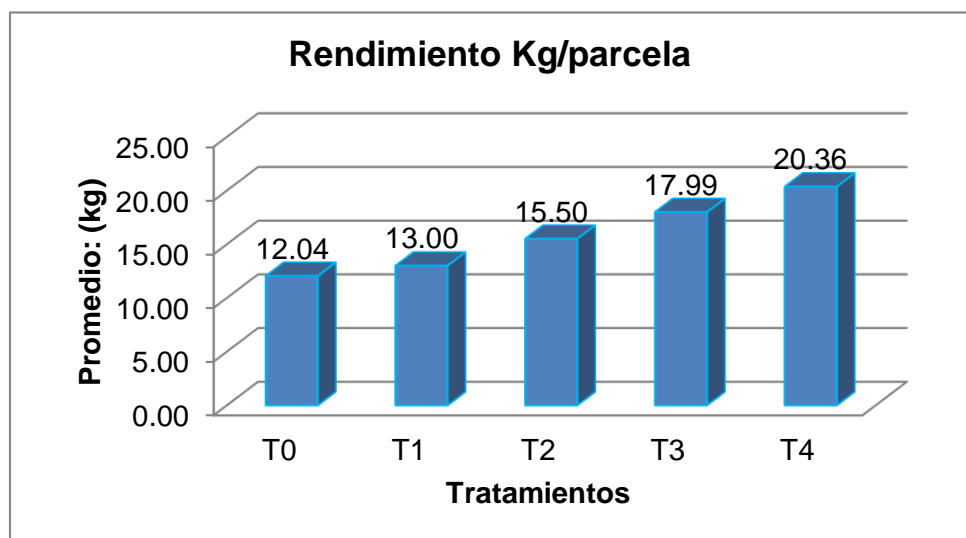
OM	Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	T4	20.36	4	0.53	A
2	T3	17.99	4	0.53	A
3	T2	15.5	4	0.53	B
4	T1	12.99	4	0.53	C
5	T0	12.04	4	0.53	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia. Tesista

El cuadro N° 15, se observa 3 grupos estadísticamente homogéneos entre sí, donde el T4 (40 toneladas de biochar/ha.), es el que ocupa el primer lugar el cuadro de orden de mérito con un promedio de 20.36 kg, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, el T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar con un promedio de 12.04 kg/parcela.

Grafico N° 06: Rendimiento por parcela (Kg/parcela) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun



Fuente: Elaboración propia. Tesista

En el Grafico N° 07, se presenta el efecto de las cuatro dosis de biochar en el rendimiento por parcela, se aprecia que a medida que se incrementa las dosis por cada tratamiento, se incrementa también rendimiento por parcela.

4.1.7 Rendimiento por hectárea (Kg/ha)

El cuadro N° 16, se presenta el análisis de varianza del Rendimiento por hectárea (kg./ha), del Col china, donde se observa que no hay diferencia estadística significativa para la fuente de variación bloques, por el contrario para la fuente de variación tratamientos, existe diferencia estadística altamente significativa. ($p > 0.05$). El coeficiente de variación para esta variable es de 6.76% lo que indica confianza experimental de los datos obtenidos en el ensayo.

Cuadro N° 16: Análisis de Varianza del Rendimiento por hectárea (Kg/ha) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	5576431.55	3	1858811	1.63	0.2338
Tratamientos	190918277	4	47729569	41.94	<0.0001
Error	13655694.2	12	1137975		
Total	210150403	19			

CV: 6.76%

Fuente: Elaboración propia. Tesista

Para mejor interpretación de los resultados se realizó la prueba de significancia de Tukey, la cual se presenta en el cuadro N° 17

Cuadro N° 17: Prueba de Tukey del Rendimiento por hectárea (Kg/ha) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun

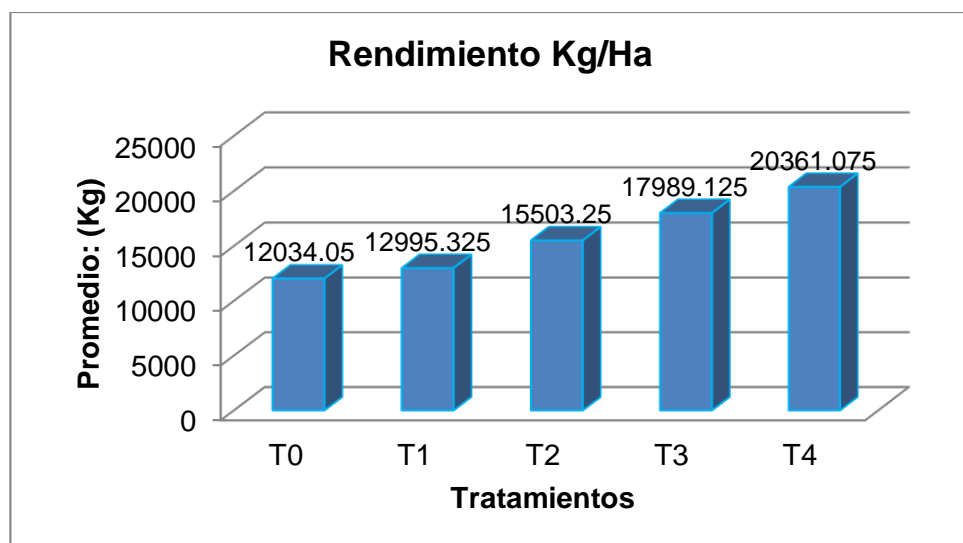
OM	Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	T4	20361.08	4	533.38	A
2	T3	17989.13	4	533.38	A
3	T2	15503.25	4	533.38	B
4	T1	12995.33	4	533.38	C
5	T0	12034.05	4	533.38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia. Tesista

El cuadro N° 17, se observa 3 grupos estadísticamente homogéneos entre sí, donde el T4 (40 toneladas de biochar/ha.), es el que ocupa el primer lugar el cuadro de orden de mérito con un promedio de 20231.08 kg/ha, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, el T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar con un promedio de 12034.05 kg/ha.

Gráfico N° 07: Rendimiento por hectárea (Kg/ha) de *Brassica sp.* Col china Variedad White Sun



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La mayor altura de planta se logró con el T4 (40 toneladas de biochar/ha.) que obtuvo un promedio de 25.95 cm, ocupó el primer lugar al orden de mérito, seguido de T3, T2 y T1, con promedios de 24.63, 23.43 y 21.48 cm respectivamente, y último lugar ocupa el tratamiento T0 (0 toneladas de biochar/ha.), con un promedio de 20.7 cm de altura de planta. Por lo tanto se observó que las plantas responden positivamente a la aplicación de dosis de biochar, lo que se ve reflejado en una mayor altura de planta. En tal sentido **VILLARREAL (2010)**. Evaluando tres concentraciones de biochar (10%, 20%, y 33% con base en volumen) en el suelo, encontró que el desarrollo de la alfalfa y sorgo forrajero, en altura y biomasa se incrementaron significativamente de acuerdo a la concentración de biochar. De la misma manera **GILCES y LAFUENTE (2014)**, reportan que para el suelo ácido solo las dosis altas de biochar mejoran la longitud del tallo. En este caso se asume que la aplicación de 40 toneladas de biochar/ha, mejoro las condiciones nutritivas del suelo, así como la retención de agua disponible para las plantas. La dosis más alta de biochar fue por tanto la que mejor comportamiento mostró en los parámetros de tamaño de planta, indicando que en mezcla con el suelo muestra un claro efecto favorable en todos los suelos estudiados, lo que se corrobora con los resultados de la presente investigación.

En el peso total de la planta, el T4 (40 toneladas de biochar/ha.), obtuvo el mayor promedio y fue de 1110.20 gr/planta, por el contrario el T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar con promedio de peso de planta de 857.73 gr/planta. Los resultados corroboran lo dicho por **VILLARREAL (2010)**, que la altura y la biomas de alfalfa y las panículas del sorgo se incrementaron

significativamente de acuerdo a la concentración de biochar. (10%, 20%, y 33%). **GILCES y LAFUENTE (2014)**. Las dosis más altas de biochar en el suelo mejoran significativamente el desarrollo de las plantas.

En el peso de la raíz, la tendencia continua siendo favorable para el T4 (40 toneladas de biochar/ha.), con 72.75 gr, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, el T0 (0 toneladas de biochar/ha.), ocupó el último lugar en promedio de 47.28 gr. Estos resultados contrastan con lo dicho por **GILCES y LAFUENTE (2014)**. Quienes afirman que, a mayor concentración de biochar la longitud de la raíz es mucho menor que en el Blanco (agua destilada) .Sin embargo, este efecto desaparece en las diluciones 1:10 (B1) y 1:100 (B2) del extracto original. Las diluciones intermedias tanto de biochar como de ceniza (B1 y C1) dieron los valores máximos, posiblemente por el aporte de nutrientes, el comportamiento en mezclas con suelo fue muy favorable, incluso en dosis elevadas, a lo que pudo contribuir su aporte de nutrientes y una mayor cantidad de la luz solar absorbida gracias a su color oscuro. Por otro lado **OLMO M y VILLAR R. (2016)**, concluyen que los efectos del biochar en la morfología de la raíz podría mejorar el crecimiento de las plantas y efectos positivos en la producción de frutas.

La mayor dosis de biochar, T4 (40 toneladas de biochar/ha.), es el que obtuvo mejores resultados con un peso promedio de la cabeza de 1037.45 gr, a comparación del testigo T0 (0 toneladas de biochar/ha.), que solo logro un promedio de 810.45 gr. Asimismo el T4 lo gro el mayor rendimiento por parcela y por hectárea con promedios de 20.36 kg y 20361.08 kg respectivamente. En este

sentido **NATES (2014)**. Afirma que la adición de biochar como enmendador del suelo del cultivo de uchuva mejoró ligeramente la calidad y aumento del tamaño de los frutos, en plantas tratadas con biochar con solo 3.5 ton/ha, después de un año de su adición al suelo. De la misma manera **OLMO M y VILLAR R. (2016)**, también mencionan que todas las especies ensayadas respondieron bien a la aplicación de biochar. Las plantas cultivadas en el suelo tratado con biochar mostró mayor desarrollo de sus partes aéreas (aumento de la biomasa aérea, Área específica y contenido relativo de agua en hojas) y producción de frutas mejorada.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del análisis de los resultados en el ensayo, cuyo fin esencial fue determinar las dosis de biochar y su efecto como enmienda en la producción del cultivo de col china *Brassica sp.* Var. White sun, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones que presentamos a continuación.

6.1 CONCLUSIONES

1. El T4 (40 toneladas de biochar/ha.), tuvo un efecto bastante positivo en las características agronómicas del cultivo de Brassica sp. Var. White sun “Col china” como son altura de planta, peso total de planta, peso de la raíz, peso de la cabeza y peso neto comercial.
2. El rendimiento máximo obtenido en *Brassica sp.* Var. White sun, “Col china” fue en el tratamiento T4 (40 toneladas de biochar/ha.), con promedios de 20.36 kg y 20361.08 kg por parcela y por hectárea respectivamente.
3. A medida que se incrementa las dosis de biochar, también los indicadores de altura de planta, peso total de planta, peso de la raíz, peso de la cabeza, peso neto comercial y los rendimientos por hectárea, no causo daño a la planta y se puede usar como sumidero de carbono o captura de carbono en el suelo.

4. Se demostró que el biochar es una de las formas que se puede capturar en el suelo y esto a la vez puede servir como enmienda para la producción de hortalizas como el *Brassica sp.* Col China variedad White Sun

6.2 RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda el uso del tratamiento T4 (40 toneladas de biochar/ha.), ya que fue el que nos dio los mejores resultados en todas las variables evaluadas.
2. Promover el uso del biochar como enmienda del suelo, en diferentes tipos de cultivos ya sea herbáceas, arbustiva y arbóreas ya que es una de las opción para mitigar el cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

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

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

GILCES R, M. A y LAFUENTE Á. F (2014). Efectos de la aplicación de biochar y cenizas en las propiedades del suelo. Universidad de Valladolid, campus de Palencia, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. 22 p.

GÓMEZ L. A, CRUZ D. A, JIMÉNEZ M. D, OCAMPO D. Á, PARRA G. S (2016). Biochar como enmienda en un oxisol y su efecto en el crecimiento de maíz. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 19(2): 341-349.

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.

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

MEYER-AURICH, ANDREAS (2013). Biochar in Agriculture -Perspectives for Germany and Malaysia- 1st Public-Newsletter – July 2013, 8 p.

NATES OCAMPO E. M. (2014). Evaluación del efecto de biochar en el suelo y la calidad de los frutos en un cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias, Carrera de Biología. Bogotá. 44 p

OLMO M Y VILLAR R. (2016). El biochar afecta la producción de frutas en ocho especies agronómicas a través de cambios en los rasgos de las raíces. Edita: UCOPress. Editorial Universidad de Córdoba. 2016

PACO ABENZA, DANIEL. (2012). Evaluación de efectos de varios tipos de biochar en suelo y planta. Proyecto fin de carrera Licenciatura en Ciencias Ambientales. Bellaterra, Junio de 2012. 111 p.

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, Jeffre (2014): “La producción vegetal y la captura de carbono”.

TEICHMANN, ISABEL. (2014). Climate Protection Through Biochar in German Agriculture: Potentials and Costs. DIW Berlin—Deutsches Institut. DIW Economic Bulletin 4.2014. 11 p.

Talberg, Anita (2009). The basics of biochar. Science, Technology, Environment and Resources Section.

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.

URIEN PINEDO, ANDREA (2013). Obtención de biocarbones y biocombustibles mediante pirólisis de biomasa residual. Tesis, Fin de Máster de Investigación. UNED, CSIC, CENIM. 83 p.

VILLARREAL-MANZO L. (2010). Evaluación de la tolerancia a sequía de cultivos en suelos mejorados con biochar. FORO REGIONAL DE AGRICULTURA SOSTENIBLE “La sostenibilidad como eje fundamental en la producción de alimentos y el desarrollo rural”. LIBRO DE RESUMENES. Edición 2010. México-Puebla, 150 p.

VIDURRIZAGA A.J. (2011).Tesis: “Efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de *Lycopersicon esculentum* MILL

“Tomate” variedad regional en la comunidad de Zungarococha, distrito de San Juan Bautista – Loreto

PAGINAS WEB

<http://faircompanies.com/blogs/view/biochar-capturar-carbono-y-enriquecer-el-suelo-es-viable/>

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

<http://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Col-china.html>

<http://canales.hoy.es/canalagro/datos/hortalizas/colchina2.htm>

<https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/cambio-climatico.php>

https://es.wikipedia.org/wiki/Sumidero_de_carbono

<http://www.biochar-international.org/>

ANEXOS

**ANEXO N° I: DATOS METEOROLÓGICOS NOVIEMBRE DEL 2016 –
FEBRERO DEL 2017**

ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAN ROQUE - IQUITOS

MES	TEMPERATURAS		PRECIPITACIÓN	HUMEDAD
	MAXIMA	MINIMA	PLUVIAL (mm)	RELATIVA %
NOVIEMBRE	30.10	23.5	216.30	83
DICIEMBRE	30.3	23.6	283.6	86
ENERO	29.3	22.9	227.70	84
FEBRERO	31.7	24.3	172.4	83
PROMEDIO	30.35	23.58	225.13	84

Fuente: Servicio de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

En el Anexo N° 01 se observa que la Temperatura máxima durante la época de investigación fluctuó entre 31.7 y 29.3 °C, mientras que la Temperatura mínima por su parte fluctuó entre 24.3 y 22.9 °C, lo que indica que ninguno de los casos se encontró una variación a gran escala. Por otro lado la Humedad Relativa Fluctuó entre 83 y 86%.

En cuanto a la precipitación pluvial se puede afirmar que en el mes de diciembre presento una mayor precipitación en comparación a otros meses con 283.6 mm.

**ANEXO Nº II: DATOS DEL TRABAJO DE CAMPO.
RENDIMIENTO:**

CUADRO Nº 18: Altura de Planta (cm)

TRATAM	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
I	19.20	22.10	23.30	23.80	28.80	117.20	23.44
II	20.30	20.30	22.80	25.70	27.30	116.40	23.28
III	23.50	22.40	23.50	24.20	25.40	119.00	23.80
IV	19.80	21.10	24.10	24.80	22.30	112.10	22.42
TOTAL	82.80	85.90	93.70	98.50	103.80	464.70	92.94
PROM	20.70	21.48	23.43	24.63	25.95	116.18	23.24

CUADRO Nº 19: Peso de la Panta entera (gr)

TRATAM	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
I	823.40	935.30	905.30	986.30	1143.80	3650.30	912.58
II	810.50	906.20	937.80	934.50	1265.80	3589.00	897.25
III	972.10	871.20	881.20	1023.20	1021.80	3747.70	936.93
IV	824.90	847.60	934.10	1221.40	1009.40	3828.00	957.00
TOTAL	3430.90	3560.30	3658.40	4165.40	4440.80	19255.8	4813.95
PROM	857.73	890.08	914.60	1041.35	1110.20	3703.75	925.94

CUADRO Nº 20: Peso de Raíces (gr)

TRATAM	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
I	42.30	49.30	51.20	63.20	71.30	206.00	51.50
II	47.70	48.60	60.10	70.10	68.20	226.50	56.63
III	48.90	50.70	59.30	61.20	79.40	220.10	55.03
IV	50.20	58.70	65.30	65.30	72.10	239.50	59.88
TOTAL	189.10	207.30	235.90	259.80	291.00	1183.10	295.78
PROM	47.28	51.83	58.98	64.95	72.75	223.03	55.76

CUADRO Nº 21: Peso de Cabeza (gr)

TRATAM	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
I	781.10	886.00	854.10	923.10	1072.50	3444.30	861.08
II	762.80	857.60	877.70	864.40	1197.60	3362.50	840.63
III	923.20	820.50	821.90	962.00	942.40	3527.60	881.90
IV	774.70	788.90	868.80	1156.10	937.30	3588.50	897.13
TOTAL	3241.80	3353.00	3422.50	3905.60	4149.80	18072.70	4518.18
PROM	810.45	838.25	855.63	976.40	1037.45	3480.73	870.18

CUADRO N° 22: Peso neto comercial (gr)

TRATAM	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
I	572.20	602.10	693.80	823.80	905.80	3597.70	719.54
II	591.90	589.10	752.40	793.10	942.10	3668.60	733.72
III	592.40	638.20	712.10	855.70	1084.50	3882.90	776.58
IV	535.70	645.90	794.70	953.90	945.90	3876.10	775.22
TOTAL	2292.20	2475.30	2953.00	3426.50	3878.30	15025.30	3005.06
PROM	573.05	618.83	738.25	856.63	969.58	3756.33	751.27

CUADRO N° 23: Rendimiento por parcela (Kg/parcela)

TRATAM	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
I	12.02	12.64	14.57	17.30	19.02	56.53	14.13
II	12.43	12.37	15.80	16.66	19.78	57.26	14.31
III	12.44	13.40	14.95	17.97	22.77	58.77	14.69
IV	11.25	13.56	16.69	20.03	19.86	61.53	15.38
TOTAL	48.14	51.98	62.01	71.96	81.44	234.09	58.52
PROM	12.03	13.00	15.50	17.99	20.36	58.52	14.63

CUADRO N° 24: Rendimiento por hectárea (Kg /ha)

TRATAM	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
I	12016.20	12644.1	14569.8	17299.8	19021.80	56529.90	14132.48
II	12429.90	12371.1	15800.4	16655.1	19784.10	57256.50	14314.13
III	12440.40	13402.2	14954.10	17969.70	22774.50	58766.40	14691.60
IV	11249.70	13563.9	16688.70	20031.90	19863.90	61534.20	15383.55
TOTAL	48136.20	51981.3	62013.00	71956.50	81444.30	234087.00	58521.75
PROM	12034.05	12995.3	15503.25	17989.13	20361.08	58521.75	14630.44

ANEXO N° III. PRUEBAS DE NORMALIDAD Y DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

FICHA

Diseño Experimental= Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), 5 Tratamientos (Incluido el Testigo), 4 Repeticiones.

Prueba de Normalidad: GRÁFICO Q-Q PLOT. (Predichos R-)

Prueba de Homogeneidad: Diagrama de Dispersión. (Predichos R- Vs Res Est.).

RESULTADOS

VARIABLES	NORMALIDAD	HOMOGENEIDAD
Altura de Planta (cm)	R = 0.965	Homogéneo
Peso total de la Planta (gr)	R = 0.956	Homogéneo
Peso de la Raíz (gr)	R = 0.985	Homogéneo
Peso de la Cabeza (gr)	R= 0.960	Homogéneo
Peso Neto Comercial (gr)	R= 0.957	Homogéneo
Rendimiento Kg/parcela	R = 0.957	Homogéneo
Rendimiento Kg/hectarea	R = 0.957	Homogéneo

Fuente: Elaboración propia. Tesista

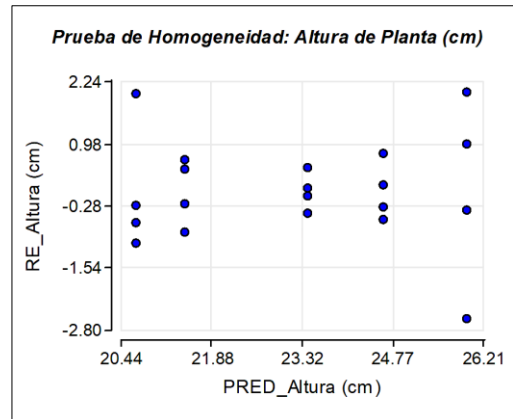
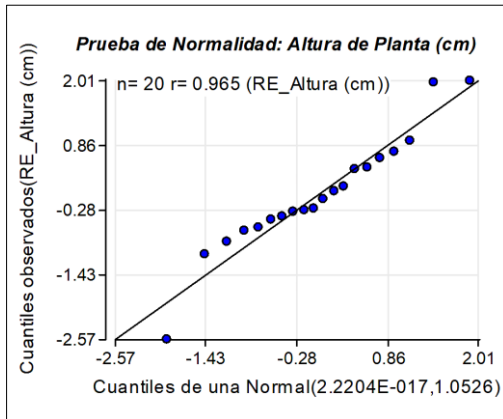
CONCLUSION

Errores aleatorios con distribución normal y variancias homogéneas en todas las variables en estudio.

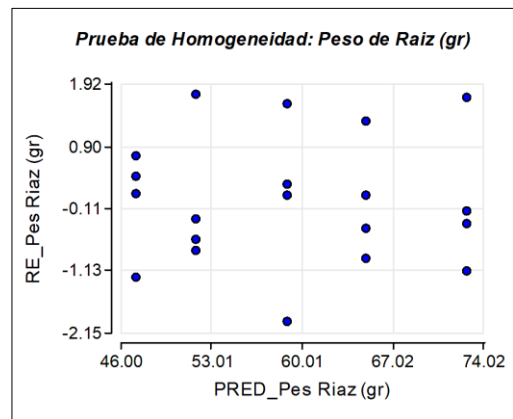
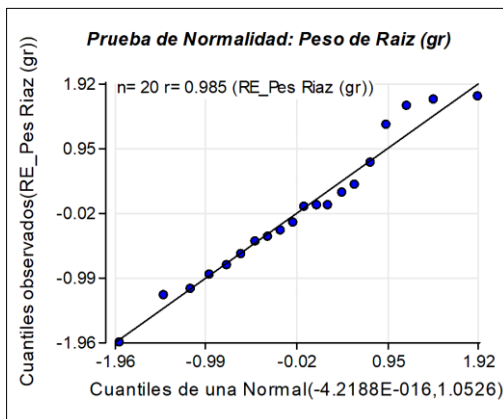
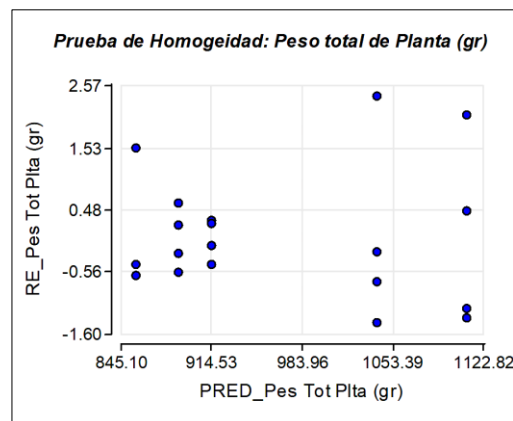
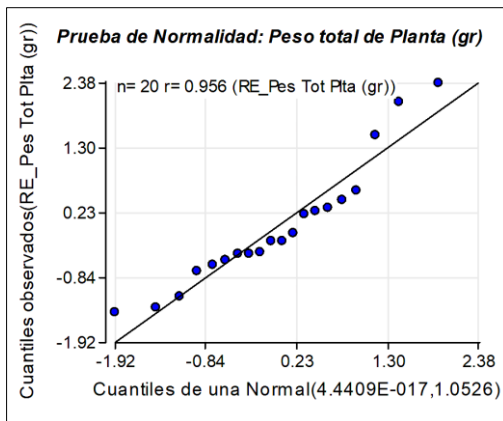
RECOMENDACIÓN

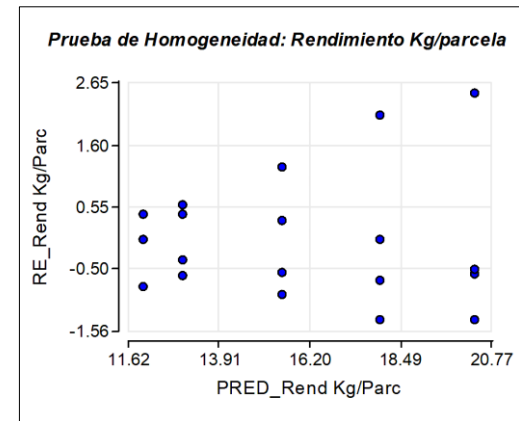
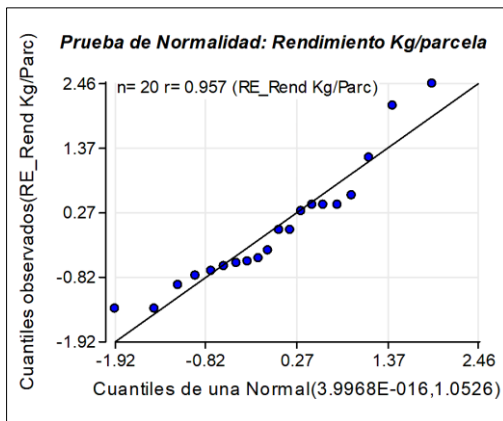
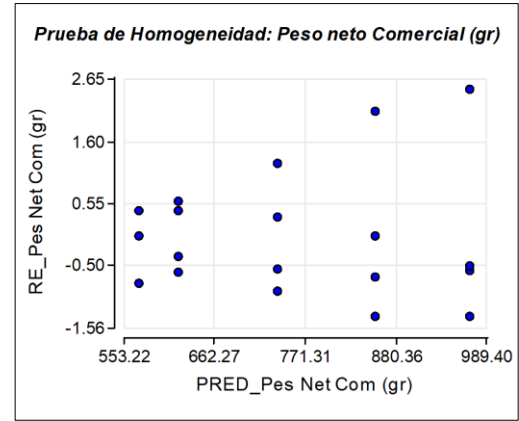
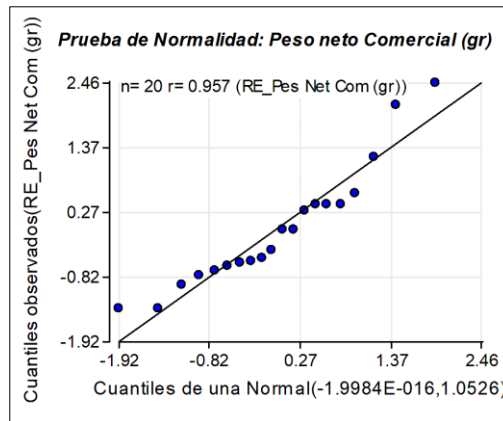
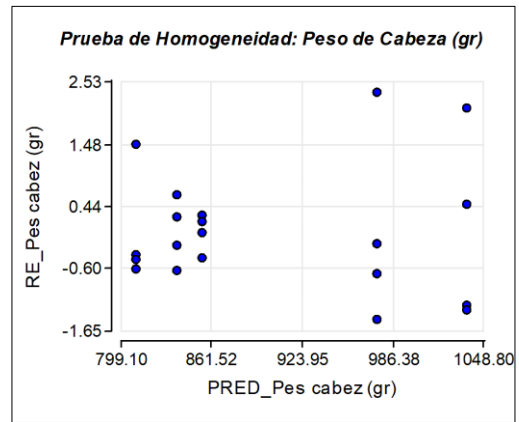
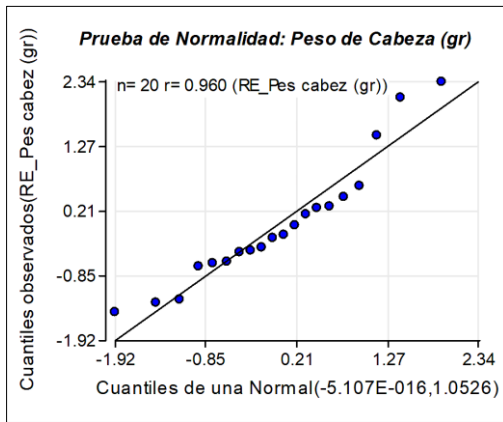
Realizar pruebas estadísticas Paramétricas, Análisis de variancia de Fisher y prueba de significancia de Tukey para todas las variables en estudio.

Gráficos N° 08: Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas.

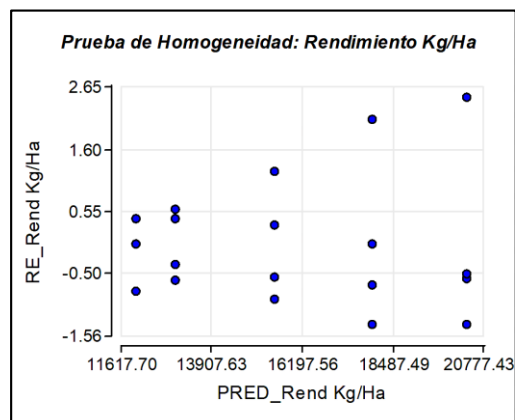
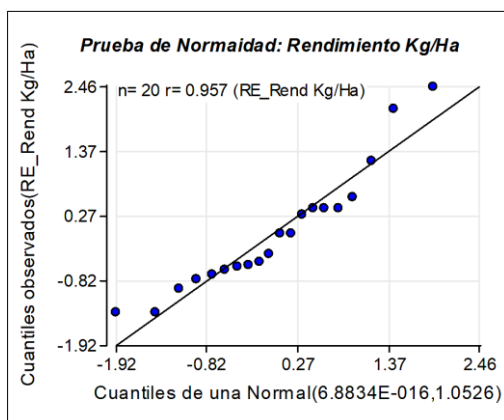


Fuente: Elaboración propia. Tesista





Fuente: Elaboración propia. Tesista



Fuente: Elaboración propia. Tesista

ANEXO IV. COMPOSICION QUIMICA DE LA GALLINAZA

DETERMINACIONES	GRADO DE RIQUEZA
- C.E. *	14 dS/m
- pH	8.08
- Materia Orgánica	18.31 %
- Nitrógeno	0.94 %
- P ₂ O ₅	2.53 %
- K ₂ O	1.55 %
- CaO	5.94%

fuelle, VIDURRIZAGA A.J. (2011).

ANEXO Nº V: ANALISIS QUIMICO DE CARBON**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

TIPO DE ANÁLISIS : QUÍMICO
TIPO DE MUESTRA : CARBON DE RAMAS DE AMASISA
EJECUTADO POR : Facultad de Ingeniería Química – UNAP
SOLICITANTE : ANGELLO JESÚS MELÉNDEZ ÁLVAREZ

DETERMINACIONES	GRADO DE RIQUEZA
Nitrógeno	2,39 %
Calcio	101,45 mg/100
Magnesio	97,07 mg/100
Fósforo	309,85 mg/100
Potasio	519,79 mg/100

Iquitos, 25 de julio del 2016


Laura Rosa García Panduro
Ing. Químico
Reg. CIP 23782

ANEXO VI

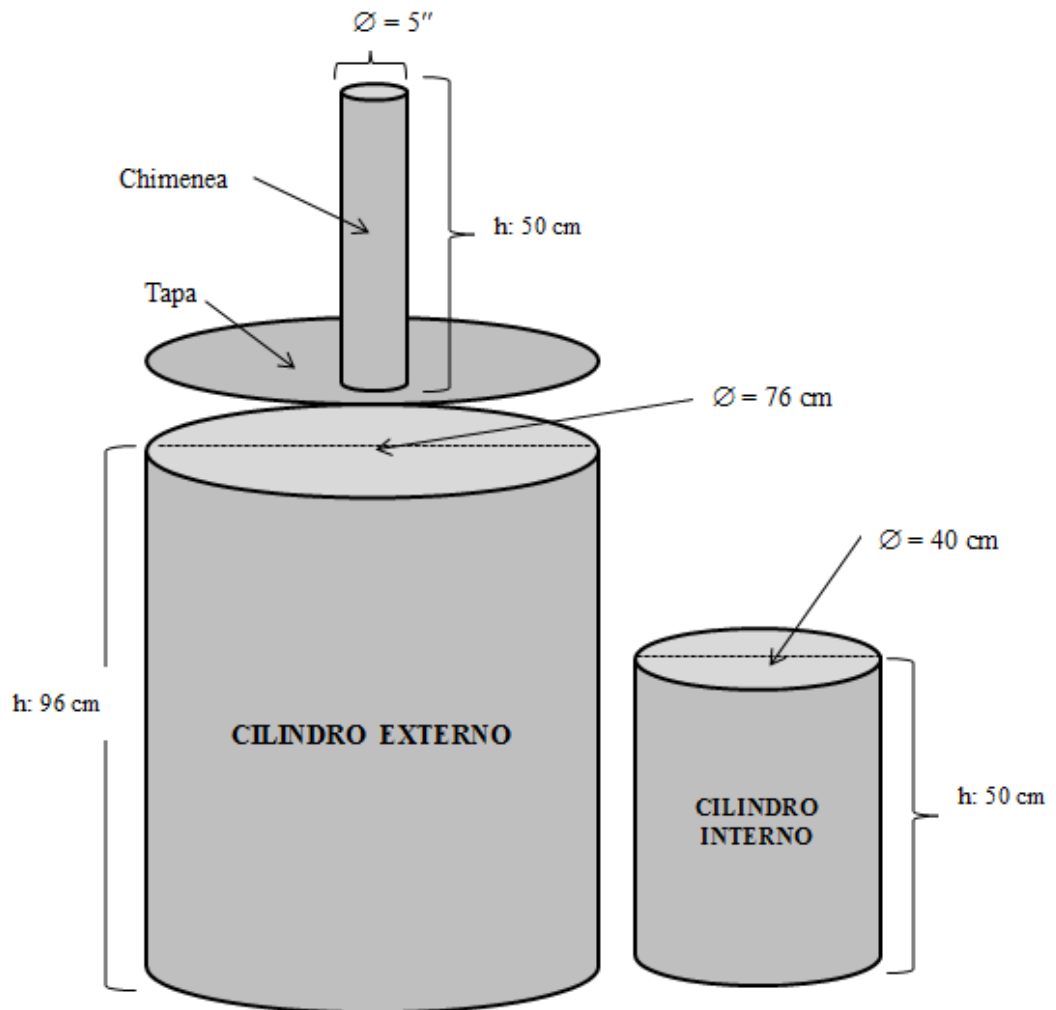
ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
11026		5.67	1.19	0.00	1.46	13.2	59	85	10	5	A.Fr.	6.08	1.58	0.35	0.31	0.20	0.30	2.74	2.44	40

Fuente: Tesis CHAMIKAG S. (2016)

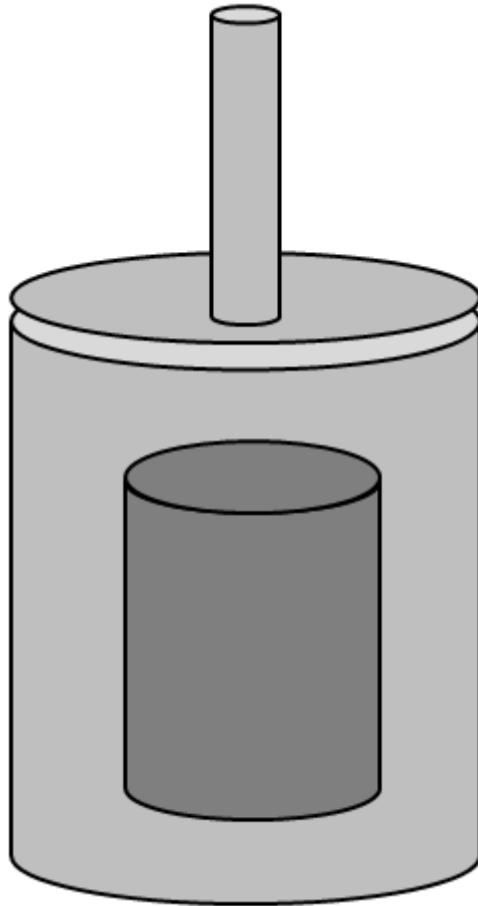
ANEXO VII.

a. DISEÑO Y MEDIDAS DE LA PIROLISIS PARA LA PRODUCCION DE BIOCHAR

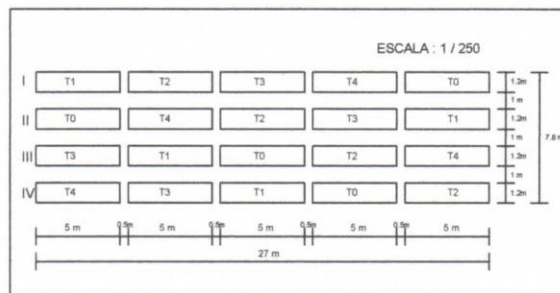


Fuente: Elaboración propia Tesista

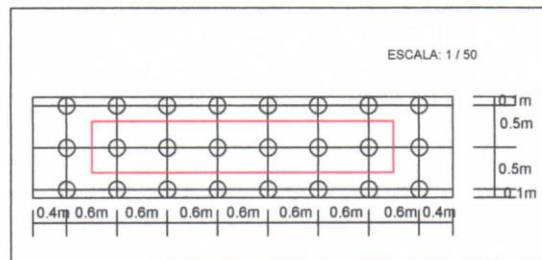
- b. Vista panorámica de la posición del cilindro interno dentro del cilindro externo.



ANEXO VIII. DISPOSICIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL



ANEXO IX. PARCELA EXPERIMENTAL



ANEXO X. FOTOS DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

FOTO 01. TRATAMIENTO T0



FOTO 02. TRATAMIENTO T1



FOTO 03. TRATAMIENTO T2



FOTO 04. TRATAMIENTO T3



FOTO 04. TRATAMIENTO T4



TOMA DE DATOS DE CAMPO



ALTURA DE PLANTA



PESO DE PLANTA ENTERA



PREPARACION DEL BIOCHAR



CARBON DE AMASISA