

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“EFECTO DE BIOCHAR Y GALLINAZA EN EL FLUJO DE NITRÓGENO DE UN SISTEMA SUELO ENTISOL – CULTIVO DE MAÍZ EN SAN RAMÓN, PERÚ”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Juan Sebastián Dumler Granthon

Asesor:

Brenton Mark Ladd

Lima – Perú

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 29 de noviembre de 2019.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: PhD. Julio Cesar Alegre Orihuela
Integrante: MSc. Karol Natalie Lavado Solis
Integrante: MSc. Ingrid Rabitsch Musso

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:
EFECTO DE BIOCHAR Y GALLINAZA EN EL FLUJO DE NITRÓGENO DE UN SISTEMA SUELO ENTISOL – CULTIVO DE MAÍZ EN SAN RAMÓN, PERÚ

Presentada por el bachiller:

- Juan Sebastián Dumler Granthon

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por:

- Dr. Brenton Mark Ladd

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del bachiller en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

• Integrante 1: Juan Sebastián Dumler Granthon	Nota (escrito): <i>Discurso</i>		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


 Presidente del Jurado


 Miembro del Jurado


 Miembro del Jurado


 Asesor

DEDICATORIA

Dedico este logro a las personas más importantes en mi vida: mi familia. En especial a mis padres Karina Granthon y Juan Dumler, por su apoyo incondicional y sin quienes no hubiera podido empezar ni finalizar esta etapa de mi vida; así como a mi querida abuela y segunda madre Isabel Isasi de Granthon, Q.E.P.D.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor y asesor de tesis Brenton Ladd, quien me dio la gran oportunidad de trabajar con él y desarrollar mi tesis, financiándola al 100 % a través del proyecto Biochar for Sustainable Soils (B4SS), proyecto del cual estoy orgulloso y agradecido de haber formado parte y desarrollado esta investigación; además de haber tenido la oportunidad de acompañarlo al magistral evento de fin de proyecto en Indonesia.

A Ruy Anaya de la Rosa, uno de los líderes de este proyecto internacional (B4SS) desarrollado en Perú, Kenia, Etiopía, China, Indonesia y Vietnam; por todas sus enseñanzas y valioso apoyo a la distancia.

A Mariela Leveau, amiga de la carrera, con quien formamos parte del proyecto B4SS y hemos trabajado mano a mano en gabinete como en el campo en diversas salidas a la selva central, apoyándonos mutuamente a lo largo del desarrollo de nuestras tesis.

A Rogelio Gómez, uno de los pequeños agricultores beneficiarios de este proyecto ejecutado en San Ramón, Chanchamayo; a quien tuve la suerte de conocer y me enseñó muchas cosas del campo así como lecciones de vida. Por su amabilidad y apoyo desinteresado facilitándome un espacio de su chacra para desarrollar mi experimento.

A Josefina Takahashi, ex decana de la Facultad de Ciencias Ambientales y ex rectora de la Universidad Científica del Sur, gracias a su apoyo tuve la oportunidad de realizar un enriquecedor intercambio estudiantil en la Universidad de Helsinki, Finlandia.

A todos los profesores que a lo largo de la carrera universitaria me dejaron grandes enseñanzas tanto en lo académico como en lo personal.

INDICE GENERAL

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
INDICE GENERAL.....	4
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	8
I. ARTÍCULO ENVIADO A PUBLICAR (la estructura dependerá de la revista elegida). 10	
INTRODUCTION	11
METHODOLOGY	12
Area of study	12
Biochar	13
Experimental Design	16
Statistical Analysis	17
Parameters evaluated	17
Economic analysis	18
RESULTS	20
Yield	21
Nitrogen inputs into the soil-plant system	22
Nitrogen balance and estimation of nitrogen losses	23
Nitrogen use efficiency	23
DISCUSSION	26
Yield	26
Nitrogen balance and estimation of nitrogen losses	27
Nitrogen use efficiency	28
Economic Profitability	28
CONCLUSIONS	30
REFERENCES	31
II. VERSIÓN EN CASTELLANO SI EL ARTÍCULO ES ENVIADO EN INGLÉS.....	35
INTRODUCCIÓN	35

METODOLOGÍA	36
Área de estudio	36
Biochar	37
Diseño Experimental	40
Análisis Estadístico	41
Parámetros evaluados	41
Análisis Económico	42
RESULTADOS	44
Rendimiento	45
Entradas de nitrógeno en el Sistema suelo-planta	46
Balance de nitrógeno y estimación de pérdidas de nitrógeno	47
Eficiencia en el uso de nitrógeno	48
DISCUSIÓN	50
Rendimiento	50
Balance de nitrógeno y estimación de pérdidas de nitrógeno	51
Eficiencia en el uso de nitrógeno	52
Rentabilidad Económica	53
CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS	56
Evidencia del envío a revista científica (Carta o e mail de envío tras aprobar la revisión académica).....	60
Copia de carta de aprobación académica (Carrera).....	61
Copia de documento de aprobación de comité de ética (DGIDI o revista).....	62
Copia de resolución de aprobación del proyecto de tesis (Carrera).....	63

RESUMEN

La influencia del biochar en el balance de nitrógeno del sistema cultivo - suelo es un aspecto importante del biochar que debe ser estudiado. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial del biochar para aumentar la eficiencia en el uso de nitrógeno y mejorar así el rendimiento del cultivo. Este estudio evaluó la influencia de seis formulaciones de biochar, producidos en un horno controlado de metal Kon-Tiki a unos 500 °C, utilizando residuos verdes con dos abonos orgánicos diferentes y ajustes específicos: biochar de residuos verdes y estiércol de cerdo (BPM1), biochar de residuos verdes y estiércol de cerdo con ajuste de pH (BPM2), biochar de residuos verdes y estiércol de cerdo con ajuste de pH y relación C/N (BPM3), biochar de residuos verdes y gallinaza (BCM1), biochar de residuos verdes y gallinaza con ajuste de pH (BCM2), biochar de residuos verdes y gallinaza con ajuste de pH y relación C/N (BCM3), en comparación con los controles no fertilizados (C1 y C2) y los controles de la práctica común local: estiércol de cerdo (PM) y gallinaza (CM). Los experimentos se establecieron en dos parcelas separadas en la selva alta tropical de Perú en la región Junín. Todos los tratamientos con biochar incrementaron el rendimiento del maíz en comparación con los controles de estiércol, y los biochar con ajustes de pH y relación C/N (BPM3 y BCM3) produjeron los rendimientos más altos de 5.71 t ha⁻¹ y 5.24 t ha⁻¹, respectivamente. Estos rendimientos representan incrementos de 133.1% y 83.2% en comparación con sus respectivos controles de estiércol (PM y CM). Este estudio mostró que las enmiendas basadas en biochar tuvieron un efecto positivo en el rendimiento del maíz en los suelos altos tropicales y que la pérdida de nitrógeno fue menor en las parcelas experimentales modificadas con biochar que en las parcelas que no recibieron biochar. Sin embargo, el

análisis económico muestra que estos biochar no fueron rentables, debido a los costos de producción del biochar. Es necesario realizar más investigaciones para encontrar una forma económicamente viable de producir y aplicar biochar en el suelo. Políticas alternativas deben evaluarse para reducir los incentivos económicos perversos que impulsan la agricultura moderna.

Palabras clave: biochar, estiércol, maíz, nitrógeno, residuos verdes, suelo tropical.

ABSTRACT

The influence of biochar on the nitrogen balance of the crop - soil system is an important aspect of biochar to be studied. The objective of this study was to evaluate the potential of biochar to increase nitrogen use efficiency and thus improve crop yield. This study assessed the influence of six biochars produced in a controlled metal Kon-Tiki kiln at around 500°C from green waste with two different manures and specific adjustments: biochar from green waste and pig manure (BPM1), biochar from green waste and pig manure with pH adjustment (BPM2), biochar from greenwaste and pig manure and pH and C/N ratio adjustment (BPM3), biochar from greenwaste and chicken manure (BCM1), biochar from greenwaste and chicken manure with pH adjustment (BCM2), biochar from greenwaste and chicken manure with pH and C/N ratio adjustment (BCM3), compared to both unfertilized controls (C1 and C2) and common local practice controls: pig manure (PM) and chicken manure (CM). The experiments were established on two separate farms in Peru's tropical highlands in the region of Junin. All biochar treatments increased corn yield compared to the manure controls, and the biochars with pH and C/N ratio adjustments (BPM3 and BCM3) produced the highest yields 5.71 t ha⁻¹ and 5.24 t ha⁻¹, respectively. These yields represent increases of 133.1 % and 83.2 % compared to their respective manure controls (PM and CM). This study showed that the biochar-based amendments had a positive effect on corn yield in the tropical highlands and that the loss of nitrogen was lower in experimental plots amended with biochar than in plots that received no biochar. However, the economic analysis shows that biochar was not profitable, due to the costs of biochar production. There is a need to conduct more research to find an economically viable way to produce and apply

biochar into soil. Alternative policies need to be adjusted so that the perverse economic incentives that drive modern agriculture are mitigated.

Key words: biochar, corn, green waste, manure, nitrogen, tropical soil.