

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“APLICACIÓN DE BIOCHAR A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita C.Martius*) EN EL SUELO AGRÍCOLA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DEL TOMATE REGIONAL (*Costoluto fiorentino*) DISTRITO DE YARINACOCHA, UCAYALI 2019 - 2020”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: Abad Carbajal, Evelyn

ASESOR: Marin Sevillano, Richard Michel

HUÁNUCO – PERÚ

2021

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Modelación, análisis y control de la contaminación ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018 - 2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48197118

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44280832

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0002-7604-5200

DATOS DE LOS JURADOS:

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | GRADO | DNI | Código ORCID |
|----|----------------------------------|---|----------|---------------------|
| 1 | Calixto Vargas Simeon Edmundo | Maestro en administración de la educación | 22471306 | 0000-0002-5114-4114 |
| 2 | Duran Nieva Alejandro Rolando | Biólogo-microbiólogo | 21257549 | 0000-0001-5596-0445 |
| 3 | Torres Marquina Marco Antonio | Ingeniero metalurgista | 22514557 | 0000-0003-4006-7683 |

H



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 20:00 horas del día 09 del mes de noviembre del año 2021, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

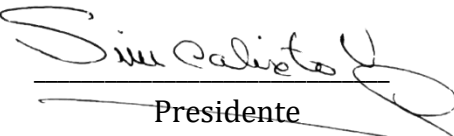
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Secretario)
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1416-2021-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: “**APLICACIÓN DE BIOCHAR A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita C.Martius*) EN EL SUELO AGRÍCOLA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DEL TOMATE REGIONAL (*Costoluto fiorentino*) DISTRITO DE YARINACOCHA, UCAYALI 2019 - 2020**”, presentado por el (la) **Bach. Evelyn ABAD CARBAJAL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

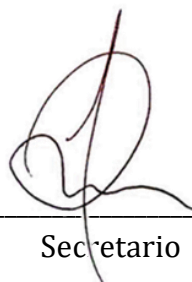
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

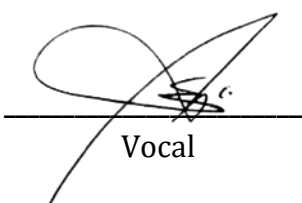
Siendo las 20:54 horas del día 09 del mes de noviembre del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

Brindo este trabajo de investigación a mis padres Teodomilia Carbajal y Manuel Abad, que con sus sabios consejos y apoyo moral, económico e incondicional me impulsaron con firmeza para conseguir mi meta y la confianza, fortaleza y paciencia depositada en mí, durante mi desarrollo profesional, sin ellos no hubiera podido realizar este trabajo.

A mis hermanos, que será un ejemplo para que progresen y lleguen hasta el final de sus metas.

AGRADECIMIENTO

Mi profunda gratitud al Ing. Heberto Calvo Trujillo, catedrático de la Universidad de Huánuco, que hoy se encuentra a la diestra del todo poderoso, por haber accedido ser mi tutor quien de manera continua y oportuna me asesoró desde el inicio hasta final de este trabajo de investigación, sin su asesoría no se hubiera podido realizar este trabajo de investigación.

A mis jurados, catedráticos de la Universidad de Huánuco, quienes estuvieron apoyándome con las pautas ejecutables y estadísticas de la presente tesis, sin su apoyo y colaboración no se hubiera podido realizar esta tesis. A la vez por brindarme amistad y confianza.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| ÍNDICE..... | IV |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VIII |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | X |
| RESUMEN..... | XI |
| ABSTRACT..... | XIII |
| INTRODUCCIÓN..... | XV |
| CAPITULO I..... | 17 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACION..... | 17 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 17 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 17 |
| 1.2.1. Formulación del problema general:..... | 17 |
| 1.2.2. Formulación de los problemas específicos: | 18 |
| 1.3. OBJETIVO GENERAL..... | 18 |
| 1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 18 |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 19 |
| 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN | 20 |
| 1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN | 20 |
| 1.8. VIABILIDAD ECONÓMICO | 20 |
| 1.8.1. Viabilidad social | 20 |
| 1.8.2. Viabilidad ambiental..... | 20 |
| 1.8.3. Ubicación del proyecto en coordenadas UTM – WGS84..... | 20 |
| CAPITULO II..... | 22 |
| MARCO TEORICO | 22 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN: | 22 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales:..... | 22 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales:..... | 23 |
| 2.1.3. Antecedentes locales:..... | 25 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS | 25 |
| 2.2.1. Biochar..... | 25 |

| | | |
|-------------------------|--|----|
| 2.2.2. | Aplicaciones agrícolas y ambientales | 25 |
| 2.2.3. | Tipos de Fuentes de Producción. | 27 |
| 2.2.4. | Biomasa | 27 |
| 2.2.5. | Bolaina Blanca | 27 |
| 2.2.6. | Tipos de procesos de pirolisis..... | 29 |
| 2.2.7. | Métodos de producción de biocarbón | 30 |
| 2.2.8. | Abonos orgánicos | 30 |
| 2.2.9. | Recuperación De Nutrientes De Suelo Agrícola. | 31 |
| 2.2.10. | Tomate variedad Regional..... | 33 |
| 2.3. | DEFINICIONES CONCEPTUALES..... | 35 |
| 2.3.1. | Biocarbón..... | 35 |
| 2.3.2. | Residuos forestales | 35 |
| 2.3.3. | Bolaina blanca | 35 |
| 2.3.4. | Pirolisis | 35 |
| 2.3.5. | Horno pirolítico..... | 36 |
| 2.3.6. | Biomasa residual | 36 |
| 2.4. | HIPÓTESIS | 36 |
| 2.4.1. | Hipótesis general | 36 |
| 2.4.2. | Hipótesis específica | 36 |
| 2.5. | VARIABLES..... | 37 |
| 2.5.1. | Variable Dependiente | 37 |
| 2.5.2. | Variable Independiente | 37 |
| 2.5.3. | Variable Interviniente | 37 |
| 2.6. | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIÓN E INDICADORES)..... | 38 |
| CAPITULO III..... | | 39 |
| MARCO METODOLOGICO..... | | 39 |
| 3.1. | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 39 |
| 3.1.1. | Enfoque | 39 |
| 3.1.2. | Nivel de la investigación | 39 |
| 3.1.3. | Diseño..... | 40 |
| 3.2. | POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 42 |
| 3.2.1. | Población | 42 |
| 3.2.2. | Muestra | 42 |

| | |
|---|----|
| 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS. . | 43 |
| 3.3.1. Para la recolección de datos..... | 43 |
| 3.3.2. Para la presentación de datos. | 54 |
| 3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos..... | 55 |
| CAPITULO IV | 56 |
| RESULTADOS | 56 |
| 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS..... | 56 |
| 4.1.1. Evaluación de los resultados de laboratorio de Suelos..... | 56 |
| 4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS . | 66 |
| CAPITULO V | 68 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 68 |
| 5.1. CONTRASTACION DE LOS RESULTADOS | 68 |
| CONCLUSIONES | 71 |
| RECOMENDACIONES..... | 73 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 74 |
| ANEXOS..... | 81 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Ubicación del proyecto en coordenadas UTM – WGS84. | 21 |
| Tabla 2. Esquema del Análisis de Varianza. | 41 |
| Tabla 3. Aplicación de Tratamientos y repeticiones. | 42 |
| Tabla 4. Cantidad de biochar obtenido. | 52 |
| Tabla 5. Tratamientos y repeticiones. | 53 |
| Tabla 6. Resultados de análisis textural. | 57 |
| Tabla 7. Resultados de análisis de fertilidad. | 57 |
| Tabla 8. Resultados de análisis de fisicoquímicos de biochar. | 58 |
| Tabla 9. Cantidad de biochar obtenido. | 59 |
| Tabla 10. Resultados de análisis de fertilidad. | 59 |
| Tabla 11. Prueba Tukey para el tamaño del tallo a los 15 días. | 60 |
| Tabla 12. Prueba Tukey para el tamaño del tallo. | 61 |
| Tabla 13. Prueba de Tukey para el numero de hojas a un nivel de significancia ($\alpha=0,05$). | 63 |
| Tabla 14. Prueba de Tukey para el numero de flores a un nivel de significancia ($\alpha=0,05$) | 64 |
| Tabla 15. Prueba de Tukey para el número de frutos. | 65 |
| Tabla 16. Prueba de Tukey para el peso del fruto a los 135 días. | 65 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Posibles efectos de la aplicación del biochar como enmienda del suelo en el secuestro de C atmosférico. | 26 |
| Figura 2. Horno de pirolisis. | 45 |
| Figura 3. Proceso de combustión por Pirolisis Rápida y Biochar producido. | 46 |
| Figura 4. Esquematzación de los procesos. | 48 |
| Figura 5. Germinación de tomate regional. | 49 |
| Figura 6. Equipo de pirolisis. | 50 |
| Figura 7. Muestreo de suelo antes de aplicar el biochar. | 51 |
| Figura 8. Trasplante de plántulas de tomate regional a las parcelas. | 51 |
| Figura 9. Biochar tamizado y aplicación de biochar. | 53 |
| Figura 10. Reconocimiento del área de investigación. | 109 |
| Figura 11. Toma de puntos GPS para la investigación. | 109 |
| Figura 12. Tomate regional para sacar semillas de los tomates más grandes. | 110 |
| Figura 13. Selección de semillas de tomate regional. | 110 |
| Figura 14. Semillas secas listas para plantar y empezar su germinación. | 111 |
| Figura 15. A los 5 días de haberse plantado empezaron a germinar. | 111 |
| Figura 16. Limpieza del área para el cultivo vegetativo del tomate. | 112 |
| Figura 17. Muestreo de suelo antes de aplicar biochar. | 112 |
| Figura 18. Diseño y elaboración del horno pirolítico. | 113 |
| Figura 19. Recolección de biomasa residual de bolaina blanca de los aserraderos. | 113 |
| Figura 20. Vaciado de biomasa residual al cilindro del horno pirolítico. | 114 |
| Figura 21. Proceso de Pirolisis de biomasa residual de bolaina blanca. | 114 |
| Figura 22. Acondicionamiento de parcela para la investigación. | 115 |
| Figura 23. Trasplantado de plántulas de tomate regional. | 115 |
| Figura 24. Aplicación de biochar al suelo. | 116 |
| Figura 25. Medición de parámetros físicos del suelo. | 116 |
| Figura 26. Crecimiento vegetativo del cultivo de tomate a los 45 días. | 117 |
| Figura 27. Crecimiento vegetativo del cultivo de tomate a los 60 días. | 117 |
| Figura 28. Crecimiento vegetativo del tomate a los 90 días. | 118 |
| Figura 29. Crecimiento vegetativo del tomate a los 100 días. | 118 |

| | |
|--|-----|
| Figura 30. Crecimiento vegetativo del tomate a los 115 días..... | 119 |
| Figura 31. Crecimiento vegetativo del tomate a los 125 días..... | 119 |
| Figura 32. Crecimiento vegetativo del tomate a los 130 días..... | 120 |
| Figura 33. Cosecha y pesaje de tomate regional. | 120 |
| Figura 34. Cosecha y pesaje de tomate regional. | 121 |
| Figura 35. Cosecha y pesaje de tomate regional. | 121 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA. | 82 |
| ANEXO 2. COORDENADAS DONDE SE LLEVARÁ A CABO LA EXPERIMENTACIÓN | 83 |
| ANEXO 3. COORDENADAS DONDE SE LLEVARÁ A CABO LA EXPERIMENTACIÓN | 84 |
| ANEXO 4. ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTOS..... | 85 |
| ANEXO 5. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES. | 86 |
| ANEXO 6. FICHA DE CAMPO TAMAÑO DE TALLO..... | 87 |
| ANEXO 7. FICHA DE CAMPO NUMERO DE HOJAS..... | 89 |
| ANEXO 8. FICHA DE CAMPO NUMERO DE FRUTOS | 91 |
| ANEXO 9. FICHA DE CAMPO NUMERO DE FLORES | 92 |
| ANEXO 10. FICHA DE CAMPO PESO DE FRUTO | 93 |
| ANEXO 11. RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO | 94 |
| ANEXO 12. ANALISIS DE VARIANZA DE EL TAMAÑO DEL TALLO..... | 100 |
| ANEXO 13. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE HOJAS..... | 103 |
| ANEXO 14. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE FLORES | 106 |
| ANEXO 15. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE FRUTOS | 107 |
| ANEXO 16. ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE LOS FRUTOS..... | 108 |
| ANEXO 17. FOTOGRAFÍAS DE LA FASE EXPERIMENTAL..... | 109 |

RESUMEN

La presente investigación titulado “APLICACIÓN DE BIOCHAR A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita C.Martius*) EN EL SUELO AGRICOLA PARA MEJORAR LA PRODUCCION DEL TOMATE REGIONAL (*Costoluto Fiorentino*) DISTRITO DE YARINACOCHA, UCAYALI 2019 - 2020”, se ejecutó en el departamento de Ucayali - distrito de Yarinacocha. En dicha parcela posee un suelo degradado por causas de mal uso o naturales, el objetivo fue determinar la eficiencia del biochar a partir de biomasa residual de bolaina blanca en la mejora de producción del tomate regional (*Costoluto Fiorentino*), mejorando y retribuyendo las características químicas y físicas en el suelo. Se realizaron diferentes tratamientos propuestos incluyendo un tratamiento testigo, evaluando los parámetros químicos y físicos del biochar (obtenido mediante pirolisis) mediante análisis de laboratorio de Natura Analítica y evaluando las características físicas y químicas del suelo mediante análisis de laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Se obtuvieron resultados que concluyen que los parámetros físicos y químicos del biochar inciden en la mejora del suelo en: textura, materia orgánica, mejora el pH, y respecto a los macro y micro nutrientes del suelo agrícola luego de aplicación de biochar, se concluyó que permitió desarrollar una mayor concentración de materia orgánica en los tres tratamientos con respecto al tratamiento testigo, como se analiza en la tabla 3. Resultados de Análisis de Fertilidad, en el tratamiento 1 se aprecia que incrementa a 3.76 % de M.O con respecto al tratamiento testigo o T0, del mismo modo se puede apreciar que el tratamiento 2 incrementa a 4.32% de M.O con respecto al tratamiento testigo o T0, también se aprecia el incremento de 3.55% de M.O en el tratamiento 3 con respecto al tratamiento testigo o T0. Se puede apreciar que mejora la calidad del pH en los diferentes tratamientos respecto al tratamiento T0. También se observa en relación con el T0, el T2 tiene un incremento mayor de N, el T3 tiene mayor incremento de P, T0 tiene mayor cantidad de Al y los demás tratamientos a pesar de aplicar el biochar el nivel

de Al bajó, el T1 tiene mayor porcentaje de incremento en cuanto al K, Ca y el T3 tiene mayor porcentaje de Mg y en cuanto a bases totales el T3 tiene mayor porcentaje.

Con respecto a la capacidad de estimulación del biochar en los diferentes cuatro tratamientos en las respectivas semi parcelas, en el vigor de la planta y rendimiento por parcela el T3 al tener más cantidad de biochar aplicado al suelo en relación a los demás tres tratamientos aplicados, por lo que se puede deducir que a mayor cantidad de biochar que se aplique al suelo, mayor será la capacidad de estimulación en el vigor de la planta y el rendimiento por parcela.

La investigación se efectuó aplicando el diseño experimental DCA que se basó con la formación de cuatro parcelas, cada parcela está integrada por 15 plantas con 4 tratamientos diferentes incluido el tratamiento testigo y 4 repeticiones para adherir el biochar en el suelo y el modelo estadístico que se utilizó es ANOVA que posibilita corroborar la hipótesis frente a la hipótesis nula.

El comportamiento de los tratamientos fue determinado mediante la verificación de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$). Así mismo se efectuó la verificación del cultivo: tomate regional, obteniendo referencias de campo y llevadas a un proceso estadístico, el cual determinó la eficacia en el desarrollo vegetativo mediante la mejora del suelo luego de emplear biochar a partir de biomasa residual.

Palabras claves: Biochar, horno pirolítico, tratamientos, cultivo de tomate regional, mejora del suelo, parámetros físicos y químicos.

ABSTRACT

The present investigation titled "APPLICATION OF BIOCHAR FROM RESIDUAL BIOMASS OF WHITE BOLAINA (*Guazuma crinita* C. Martius) IN THE AGRICULTURAL SOIL TO IMPROVE THE PRODUCTION OF REGIONAL TOMATO (Costoluto Fiorentino) YARINACOCHA DISTRICT, 2020 - in UCAYALI department - Yarinacocha district. In this plot it has a degraded soil due to misuse or natural causes, the objective was to determine the efficiency of the biochar from residual biomass of white bolaina in the improvement of regional tomato production (Costoluto Fiorentino), improving and rewarding the chemical characteristics and physical on the ground. Different proposed treatments were carried out including a control treatment, evaluating the chemical and physical parameters of biochar (obtained by pyrolysis) through laboratory analysis of Natura Analítica and evaluating the physical and chemical characteristics of the soil through laboratory analysis of the National Institute of Agrarian Innovation.

Results were obtained that conclude that the physical and chemical parameters of biochar affect the improvement of the soil in: texture, organic matter, improves pH, and regarding the macro and micro nutrients of agricultural soil after applying biochar, it was concluded that allowed to develop a higher concentration of organic matter in the three treatments with respect to the control treatment, as analyzed in table 3. Results of Fertility Analysis, in treatment 1 it is seen that it increases to 3.76% of OM with respect to the control treatment or T0, in the same way it can be seen that treatment 2 increases to 4.32% of OM with respect to the control treatment or T0, the increase of 3.55% of OM in treatment 3 with respect to the control treatment or T0 is also appreciated. It can be seen that the quality of the pH improves in the different treatments with respect to the T0 treatment. It is also observed in relation to T0, T2 has a greater increase in N, T3 has a greater increase in P, T0 has a greater amount of Al and the other treatments despite applying biochar, the level of Al decreased, T1 has a higher percentage of increase in

terms of K, Ca and T3 has a higher percentage of Mg and in terms of total bases, T3 has a higher percentage.

Regarding the stimulation capacity of biochar in the different four treatments in the respective semi-plots, in the vigor of the plant and yield per plot, the T3 has more amount of biochar applied to the soil in relation to the other three treatments applied, Therefore, it can be deduced that the greater the amount of biochar that is applied to the soil, the greater the capacity to stimulate the vigor of the plant and the yield per plot.

The research was carried out applying the DCA experimental design that was based on the formation of four plots, each plot is made up of 15 plants with 4 different treatments including the control treatment and 4 repetitions to adhere the biochar to the soil and the statistical model that is used. used is ANOVA that makes it possible to corroborate the hypothesis against the null hypothesis.

The behavior of the treatments was determined by Duncan's multiple comparison verification ($\alpha = 0.05$). Likewise, the cultivation verification was carried out: regional tomato, obtaining field references and taken to a statistical process, which determined the effectiveness in vegetative development by improving the soil after using biochar from residual biomass.

Keywords: Biochar, pyrolytic oven, treatments, regional tomato cultivation, soil improvement, physical and chemical parameters.

INTRODUCCIÓN

Los bosques amazónicos son desafiados por la tala ilegal, narcotráfico y minería, asimismo por el crecimiento desmedido de la agricultura. Ministerio del Ambiente indica que el 91% de la deforestación en el país es el resultado del uso de tierra para esta actividad y la ganadería. Aunque, esos terrenos solo son productivos los dos primeros años (MINAM, 2017).

La agricultura actualmente tiene una lista de retos como: degradación, cambio climático, elevada demanda de alimentos y merma de fertilidad de los suelos. El sector agrícola coadyuva con la emisión de gases de efecto invernadero y amenazado por consecuencias del cambio climático como el aumento de la temperatura, aridez del suelo, etc. Actualmente se viene aumentando la productividad de los cultivos a través de prácticas carentes de sostenibilidad, como el exceso en el manejo del suelo y empleo en demasía de fertilizantes, agroquímicos; todo ello a costa de la disminución de la calidad del suelo e incremento de la contaminación del mismo. Es ineludible aplicar tácticas sostenibles que incrementen la rentabilidad de los cultivos sin ocasionar impacto sobre la superficie cultivada y que a su vez disminuyan las emisiones de los gases de efecto invernadero.

Según (Amonnette, 2009) indica que el biochar posee un alto porcentaje de carbono orgánico, duro de descomponerse y actúa como un depósito de forma recalcitrante de carbono cuando es aplicado como enmienda al suelo para mejorar la calidad del mismo.

Según (Prieto, 2016) expresa que las características del biochar otorgan el potencial de enriquecer las propiedades químicas y físicas del suelo e incrementar el rendimiento en las siembras, aportando al secuestro de carbono, transformando al biochar como un mecanismo sostenible para lidiar el cambio climático. Los resultados del biochar en sus propiedades y sobre el suelo pueden cambiar en función a las características del biochar, que

dependen del material del que se obtiene y de los escenarios del proceso de pirolisis.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El ministerio del Ambiente, MINAM (2011). Enuncia que en el Perú posee insuficientes tierras para usos agrícolas y pecuarios, lo que ocasiona un gran número de degradación por factores naturales y mal manejo en la agricultura y la ganadería lo que constituye el principal causante de la pérdida nutricional del suelo, lo que limita el desarrollo de cultivos y buenas cosechas. Por otra parte, en la Amazonia se calcula más de 100 mil hectáreas deforestadas anualmente debido a la agricultura tradicional migratoria en la zona, que ha contribuido para la ocupación de territorios frágiles, por lo que no asegura el progreso económico sostenible.

Es fundamental considerar al biochar como nueva forma de manejo de la biomasa, que aporten opciones viables ambientales, conduzcan a escenarios de mayor productividad de las siembras amazónicas y admitan la supervivencia de las especies forestales asociadas, recirculen nutrientes en el suelo y evitamos desperdiciar fuentes alternas de fertilización orgánica. (Abdelmigid y Morsi, 2017)

IIAP (2009). Señala que la (Guazuma crinita Mart) bolaina blanca es una especie forestal amazónica de alta capacidad de retoño y de rápido desarrollo. Su madera es de gran demanda por la creciente población usada en carpintería y artesanías, industria informal de casas pre-fabricadas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Formulación del problema general:

¿Cuál es la estabilidad del biochar producido de biomasa residual de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart.) en el cultivo de

tomate regional (costoluto fiorentino) y su efecto en el suelo agrícola, en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020?

1.2.2. Formulación de los problemas específicos:

¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos - químicos del biochar a partir de biomasa residual de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*) en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020?

¿Cuál es la cantidad de biochar obtenido a partir de biomasa residual de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*) mediante pirolisis rápida en el en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020?

¿Cuáles son los valores del incremento de macro y micro nutrientes en el suelo, luego de aplicar biochar a partir de biomasa residual de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*) en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020?

¿Cuál será la capacidad de estimulación de biochar en los 4 tratamientos diferentes en las respectivas parcelas, en el vigor de la planta de tomate regional (costoluto fiorentino) y su rendimiento por parcela el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar la estabilidad del biochar, elaborado de biomasa residual de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*), mediante el método de pirolisis rápida, validándolo en la productividad del cultivo de tomate regional (*costoluto fiorentino*) y su efecto en el suelo agrícola, en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020.

1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar los parámetros físicos y químicos del biochar de biomasa residual de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*) obtenidos a partir de pirolisis rápida.

Medir la cantidad de biochar obtenida de biomasa residual de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*), mediante la pirólisis rápida.

Determinar el incremento de macro y micro nutrientes del suelo agrícola luego de aplicar el biochar.

Determinar la capacidad de estimulación del biochar en 4 tratamientos diferentes en las respectivas semiparcelas, en el vigor de la planta de tomate regional (*costoluto fiorentino*) y su rendimiento por parcela en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación fue planteando debido a la coyuntura actual de explotación de suelos agrícolas amazónicos y su degradación; por las siguientes propiedades del biochar: productor de energía, mitigador del cambio climático , como adaptador para la gestión medioambiental, incremento en el secuestro del carbono , incremento en el rendimiento del cultivo, incremento en la retención de nutrientes , reductora del requerimiento de irrigación, incremento en la actividad fúngica micorrizal, reductora de la acidez y reduce la pérdida por lixiviación de químico, por ello se planteó el uso de biochar como enmienda del suelo.

No existe suficiente averiguación sobre el biochar como un estimulante para cultivos, por lo que es primordial la exploración de nuevas alternativas sostenibles que favorezcan soluciones a los problemas de degradación de suelos amazónicos, además de dar a conocer el impacto ambiental que viene afectando el incremento económico insostenible y el mantenimiento del suelo con esta tecnología.

Todo es debido a que el Distrito de Yarinacocha cuenta con una especie forestal que constituye una fuente de producción maderera y es de gran solicitud por el incremento en la demanda poblacional.

La tesis de “Aplicación de Biochar a partir de Biomasa Residual de Bolaina Blanca (*guazuma crinita c.martius*) en el suelo para determinar la producción del tomate regional (*costoluto fiorentino*) en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020”, sugiere implantar un modelo alternativo para el uso de la biomasa de bolaina blanca, así disminuir el deterioro de la estructura del suelo y la quema in situ, que es nocivo para el ambiente y usar esos residuos modificándolos en biochar para adherirlos en los cultivos, mejorando las características del suelo y rendimiento en el cultivo de tomate regional.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Escasa información de literatura especializada en América Latina con respecto a la investigación.

Encontrar un colaborador fue difícil, porque debe ser una persona con conocimiento en revaloración de residuos orgánicos (biomasa).

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable por las siguientes razones

1.8. VIABILIDAD ECONÓMICO

El financiamiento de recursos monetarios fue propio del investigador.

1.8.1. Viabilidad social

La población encontrara una nueva manera de aprovechamiento de biomasa residual de bolaina blanca y mejora en el suelo para sus cultivos.

1.8.2. Viabilidad ambiental

Se utilizó biomasa residual, no se depredó.

1.8.3. Ubicación del proyecto en coordenadas UTM – WGS84

Tabla 1.

Ubicación del proyecto en coordenadas UTM – WGS84.

| Coordenadas UTM – WGS84 | | | |
|--------------------------------|--------------|-------------|----------------|
| PUNTOS | NORTE | ESTE | ALTITUD |
| V1 | 9 074 144.15 | 546 292.02 | 148 m |
| V2 | 9 074 133.73 | 546 286.20 | 148 m |
| V3 | 9 074 140.73 | 546 298.05 | 148 m |
| V4 | 9 074 130.25 | 546 292.13 | 148 m |

Fuente: Abad, 2020.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

2.1.1. Antecedentes internacionales:

(Ogawa y Okimori, 2010). En su artículo expresa que, el empleo del carbón vegetal en la agricultura, la silvicultura y la construcción contribuirá a la sostenibilidad de producción de cultivos, conservación de suelos y secuestro de carbono. En Asia, fue usado durante miles de años como uno de los principales abonos por los agricultores, por ser un material con alta capacidad de retención de agua, aire y alta alcalinidad que activa el crecimiento de las raíces.

Abenza (2011 - 2012). En su investigación expresa que el biocarbón permitió desarrollar una gran concentración de materia orgánica y carbono en el suelo, coadyuvó a mejorar la calidad de sus parámetros físicos y rendimiento en la producción de las plantas. Empleó un diseño experimental con varias repeticiones, el que consistió en sustraer el suelo en un campo experimental en sus respectivas masetas para su ejecución, incorporando diferentes proporciones de carbón vegetal que actúo directamente tres meses.

Yadav et al., (2016) indica que ante la necesidad de gestionar sistemas agrícolas sostenibles se encontraron experiencias en el uso del biochar como una táctica ambientalmente viable para retener carbono en el suelo y tratar la biomasa residual de los sistemas agroforestales, como resultado recupera las condiciones físicas, recircula nutrientes in situ, condiciones químicas y biológicas del suelo.

El autor (Curiel, 2016) señala que la industria enológica descarta grandes cantidades de residuos forestales, y en su investigación hizo uso de esos remanentes para transformar a carbón

vegetal y retribuirlo como fertilizante natural al suelo agrícola de dicha industria. Manejó un diseño experimental aleatorio simple en el propio suelo del cultivo de uva y usó restos de poda de las mismas, se mezclaron carbón vegetal con compostaje con una finalidad de elevar la capacidad de N y P en el suelo, el cual presentaba un volumen bajo en materia orgánica. En su parte estadística de la investigación utilizó el ANOVA ($P < 0,05$) y como resultado el rendimiento de las plantas fue eficaz y satisfactorio.

(De Gryze et al, 2010). Expresa en su trabajo que tras incorporar de biochar al suelo se redujo N lixiviado y la producción en los cultivos se incrementó, lo que asume un ahorro en fertilizante e incremento en la absorción de nutrientes en el suelo. Y que para enfrentar las emisiones de gases de efecto invernadero dicha enmienda mezclada en el suelo tiene la capacidad de secuestrar carbono en la misma.

2.1.2. Antecedentes nacionales:

Guerra (2015) en San Martín, realizó la tesis: “PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOCHAR A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES Y DE AGRICULTURA CONVENCIONAL EN LA AMAZONIA PERUANA”, su objetivo fue el evaluar la calidad del biochar, en base a sus propiedades químicas y físicas luego evaluarlo en la rendimiento del suelo y la capacidad del biochar de secuestrar carbono en el suelo. Usaron el diseño experimental con correlaciones lineales directas y la elaboración del carbón vegetal se realizó con el proceso de pirolisis rápida y lenta, el biochar obtenido fue adherido al suelos degradado luego evaluado a través de los parámetros como su $pH = 8.13$, densidad de 0.3 Mg m^{-3} , con un nivel total de nitrógeno de 14.20 , contribuyendo al aumento de materia orgánica en el suelo.

Pinedo (2017) en Chiclayo, ejecutó la tesis: “APLICACIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN CUATRO TRATAMIENTOS PARA LA

RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN SUELO AGRÍCOLA”. Su finalidad fue diagnosticar de los 4 tratamientos de carbón vegetal el más calificado en la compensación de nutrientes en suelo agrícola, se aprovechó el material residual de cáscara de: cacao y arroz, los cuales fueron carbonizados en un horno pirolítico supeditado a poca insuficiencia de oxígeno. Se reconoció el suelo antes del suministro del carbón vegetal y mostró una textura del suelo franco arenoso, conductividad eléctrica: 15. 85 mhs/cm, pH : 6.65, P : 38.00 ppm , materia orgánica: 1.00 %, CaCO₃ 1.180 % , K : 299 ppm , al ser evaluado los cuatro tratamientos se analizó que el tratamiento 1 fue más eficiente en la retribución de nutrientes al suelo ya que al tener mayor dosis de carbón vegetal la retribución de materia orgánica es mas que las otras tres cantidades aplicadas, por lo que se llega a la conclusión que cuanto mayor cantidad de carbón vegetal se aplique al suelo su recuperación es más dinámica y permitiendo ser más eficaz en la retención de carbono, estadísticamente los parámetros químicos y físicos del suelo con los tratamientos aplicados reparan por igual los nutrientes en el suelo sin implicar a la materia orgánica.

Intiguayas (2015), Cuzco. En el estudio elaborado y que actualmente viene siendo aplicado en la región Cuzco se ha contemplado un buen resultado, una de las causas del deterioro del suelo viene a ser la agricultura masiva, y es obligatorio restaurar la fertilidad del suelo mediante enmiendas orgánicas como el carbono vegetal. Debido a estudios ejecutados en el laboratorio, percibieron que el carbón vegetal y su superficie porosa es acogedor para hongos y bacterias, el biocarbón de roble rojo y blanco mostró C: 90.8% mientras que el de trigo y arroz presentaron 80.4 y 80.7% de C. para el estudio se fundamentó en un diseño experimental con bloques repetitivos, se utilizaron raíces y hojas secas para elaborar la enmienda y se puede incorporar de forma adyacente como los diferentes abonos y/o compostas, no es indispensable aplicarlo reiteradas veces en un cultivo ya que su efecto permanece en el suelo.

2.1.3. Antecedentes locales:

No se encontró antecedentes locales referentes a la investigación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Biochar

El autor (Reyna, 2014) define como producto obtenido por medio de la combustión parcialmente anaeróbica de biomasa a temperaturas que van desde los rangos de 350 a 500 °C, contiene gran cantidad de cenizas y en especial el carbono, estos al ser devueltos al suelo mejoran sus características. Actualmente su uso ha cobrado notoriedad en la actividad agrícola, como una medida para reciclar nutrientes y gestionar ecosistemas agrícolas, con el objetivo de luchar contra la pérdida de suelo agrícola y forestal. De esta forma se mejora la fertilidad de los suelos y evita su degradación.

Mientras que el autor (Escalante, 2016) sostiene esta práctica fue muy utilizado en la antigüedad y era utilizado con el objetivo de reincorporar nutrientes a los suelos, como también de eliminar indicios de enfermedades y plagas en los cultivos. El biochar es una tecnología que provee beneficios a los suelos, aumentando la fertilidad e influyendo en sus propiedades.

Mientras que el autor (Guerra, 2015) nos indica que el tipo de biomasa residual que se puede utilizar para generar biochar pueden ser hojas, raíces, ramas secas entre otros residuos obtenidos a partir de la poda de plantas. Para obtener el carbón vegetal los residuos provenientes de las plantas deben estar completamente secas.

2.2.2. Aplicaciones agrícolas y ambientales

El autor (Abenza, 2011 – 2012) nos dice que la aplicación de carbón vegetal está relacionada con el ciclo del carbono, el cual se retira un porcentaje de la biomasa para la utilización de energía y de esta forma almacenando carbono en el suelo para obtener una estabilidad. Para obtener carbón vegetal se hace uso de la

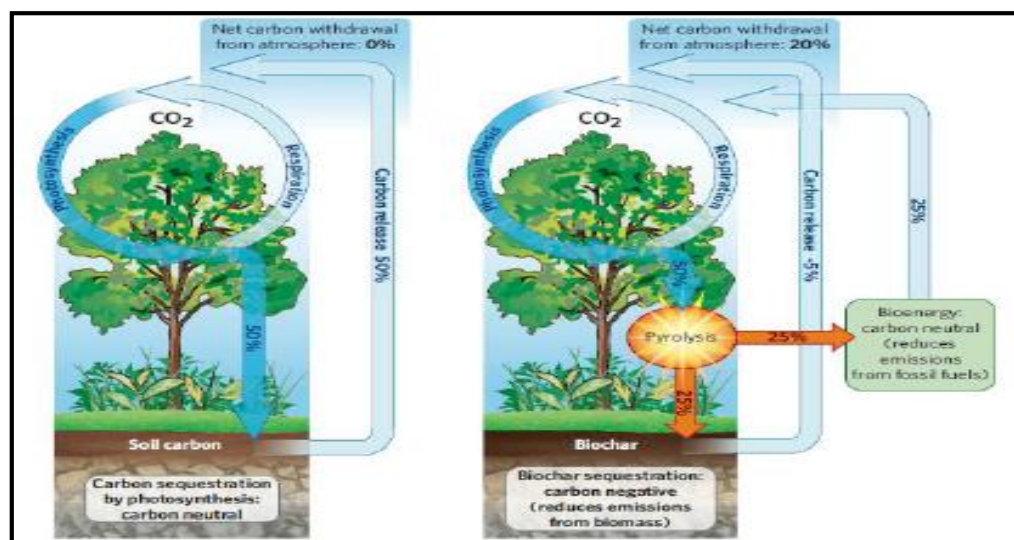
combustión incompleta y se obtienen también las cenizas que se utiliza como fuente de energía y fertilizante.

Las aplicaciones del biochar en estos últimos años ha sido aplicado en diferentes campos, pero su principal uso es en la agricultura con el objetivo de obtener un mejor cultivo y mejora las condiciones del suelo según el autor (Alcañiz, 2014).

Sallan et al. (2012) discuten en sus resultados que además de aportar carbono al suelo colabora que no se pierdan menos compuestos orgánicos por lixiviación y los que se solubilicen sean menos reactivos con metales u otros elementos. También describe múltiples efectos del biochar en los suelos tratados: amplifica la retención de nutrientes, impulsa la actividad microbiana, capacidad de disponibilidad de agua, se plantea también su ventaja para reducir las mermas por lixiviación del suelo y de materia orgánica soluble. Por lo que es una manera adecuada para secuestrar carbono y reducir riesgo de contaminación de acuíferos.

Figura 1.

Posibles efectos de la aplicación del biochar como enmienda del suelo en el secuestro de C atmosférico.



Nota: (Johannes Lehmann -Department of Crop and Soil Sciences, Cornell University, Ithaca, New York, USA.)

2.2.3. Tipos de Fuentes de Producción.

2.2.3.1. Residuos Forestales

Según (Guerra, 2015) nos explica que “los residuos provenientes de las podas el cual genera gran cantidad de materia prima, entre ellas tenemos hojas raíces, tallos, ramas entre otros. Todos estos pueden ser aprovechados para la producción de carbón vegetal.”

2.2.3.2. Residuos agrícolas

Estos residuos son los desechos generados luego de la culminación de la cosecha de algún sembrío, que proporciona grandes cantidades de residuos por año o sino por temporada de recolección de los cultivos. Que comúnmente es quemado por los agricultores generando grandes cantidades de gases que terminan como destino final la atmosfera. (Guerra, 2015).

2.2.4. Biomasa

El autor (Pozas, 2012) lo define como la materia orgánica y es considerado energía renovable y tiene gran importancia vista desde el punto energético ambiental y una gran oportunidad de aporte a la economía de las zonas rurales.

Mientras que (Alvares, 2005) informa que, debido a la búsqueda de modelos ambientales, nos llevó a ver a la biomasa como solución energética y permitirnos nuevas ideas económicas para obtener beneficios como la disminución de emisiones de gases contaminantes entre ellos al CO₂ y al SO₂ que ocasionan el efecto invernadero y las lluvias acidas respectivamente.

2.2.5. Bolaina Blanca

Características generales

Árbol cuyo diámetro esta entre el rango de 25 a 80 cm y posee una altura entre los 15 a 30 metros. Con fustes rectos y pequeñas

aletas basales cilíndricas, corteza fibrosa interna y conformado por un tejido finamente reticulado, color amarillo claro oxidándose rápido a marrón. Corteza externa lisa finamente agrietada, color marrón claro a grisáceo. Rama terminal circular con pubescencia hacia las partes apicales. Posee un fruto de forma capsular globosa, con pequeñas flores entre los 8 a 12 mm de tamaño color rosa. Las flores y los frutos aparecen cada año y su propagación es por semillas, alcanza su máxima intensidad los meses de setiembre a octubre. (Reynel, 2003).

(Taquier, 1987) **Clasificación botánica de la Bolaina Blanca**
(*Guazuma crinita* Mart)

Clasificación taxonómica:

| | | |
|-------------------|---|--------------------------------|
| División | : | Angiospermas |
| Clase | : | Dicotyledoneae |
| Orden | : | Malvales |
| Familia | : | Sterculiaceae |
| Género | : | Guazuma |
| Especie | : | crinita |
| Nombre científico | : | <i>Guazuma crinita</i> Martius |
| Nombre común | : | Bolaina blanca |
| Familia botánica | : | Sterculiaceae |

Reynel et al. (2003), Describe que la especie predomina en la Amazonía peruana y es ubicada en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, de clima tropical, heliófita, característica de la vegetación secundaria temprana, la especie forma máchales en combinación con otras especies heliófitas, suele encontrarse en suelos limosos a arenosos, muchas veces de escasa fertilidad, a veces pedregoso; no tolera inundación sobre todo cuando es una plántula. Naturalmente se les encuentra en suelos ricos en nutrientes, en las riberas de los ríos y quebradas.

Esta especie tolera suelos con falta de nutrientes y deficiencia en drenajes, pero no tolera la competencia a su alrededor. Crece en manchales, en las cuales puede estar asociadas con las *Schizolobium* sp. *Creopia* sp., *Croton* sp., entre otras especies más. Es visitado frecuentemente por insectos entre ellos es el grillo que constantemente ataca la yema principal, el cual este cumple la función de conducir la bifurcación del tallo, esto nos explica el autor (Quevedo, 1994)

La (Cotesu – Intercooperation, 1991) no informa también que esta especie crece rápidamente dentro de plantaciones con un ritmo de 41,2 dm por año y 4 cm de diámetro por año. Lo que en una proyección de entre 8 a 9 años significa 34 cm de grosor y 35 m de altura. Para poder desarrollarse necesita de abundante luz, caso contrario demorara en desarrollarse.

2.2.6. Tipos de procesos de pirolisis

Los autores (Taylor y Manson, 2010) explican “la generación de biocarbón en la actualidad existen varios procesos de pirolisis que se usa en la industria.”

- **Pirólisis lenta:** Este proceso se lleva a cabo en ausencia de oxígeno y se realiza en hornos y autoclaves. Usualmente las temperaturas alcanzadas son bajas. (Taylor y Manson, 2010)
- **Pirólisis rápida:** Este proceso se realiza con materia cuyas partículas son finamente molidas. En este proceso existirá gran cantidad de compuestos volátiles condensados el cual va a influir en el desempeño y resultados del bichar. (Taylor y Manson, 2010)
- **Gasificación:** En este proceso se realiza a combustión de gases inflamables como CO y H₂ para autoalimentar la generación del biocarbón, esto gracias al calor que se generara por la combustión

de dichos gases. En este proceso se emplea la tecnología TLUD. (Taylor y Manson, 2010)

- **Carbonización:** En este proceso se enriquece de carbono en el carbón vegetal en la pirolisis. Este proceso también está clasificado como pirolisis lenta el cual se puede operar en temperaturas de 400 a 500 °C. (Bridgwater, 2007)

2.2.7. Métodos de producción de biocarbón

Los autores (Taylor y Manson, 2010) explican que para la generación de biocarbón existen distintos métodos y estos van a depender de la ausencia o presencia de oxígeno.

- **Método 1: Combustión directa (pirólisis óxica)**

Un porcentaje de la biomasa es quemada en el reactor con un suministro de aire limitado para crear gases calientes que irán pasando y a consecuencia irán calentando la biomasa. (Taylor y Manson, 2010)

- **Método 2: Calentamiento indirecto (pirólisis anóxica)**

El reactor es calentado de manera externa no existe ningún tipo de suministro de aire dentro del reactor. El calor se va a transferir por las paredes del reactor hacia la biomasa. (Taylor y Manson, 2010)

- **Método 3: Calentamiento con gases de re-circulación**

Gran porcentaje de los gases de la pirolisis son quemados en una cámara de combustión externa, estos gases una vez calentados serán dirigidos hacia el reactor en donde hará contacto directo con la biomasa. (Taylor y Manson, 2010)

2.2.8. Abonos orgánicos

El autor (Benzing, 2001) nos indica que, debido a los altos precios de los fertilizantes creados de manera artificial, la

contaminación de los cuerpos de aguas las subterráneas y superficiales por lixiviación complican la sostenibilidad de la agricultura moderna, por el cual se realizan esfuerzos para optimizar el reciclaje de nutrientes y de esta forma sacar un beneficio en la permanencia en el agrosistema. Es por ello que los abonos orgánicos representan una de las alternativas para mejorar la sostenibilidad y aportar al equilibrio del sistema agrícola.

Saadi et al. (2010) Demostraron la eficiencia en la erradicación de enfermedades de los abonos orgánicos tiene una permanencia larga, a través del tiempo de un compost de tierra y boñiga junto con restos de plantas secas de tomate contra *Fusarium oxysporum* en un laboratorio y comprobaron la validez de este durante un año.

2.2.9. Recuperación De Nutrientes De Suelo Agrícola.

Fiallos et al (2015) en su artículo de restauración ecológica del suelo mediante la aplicación de dosis distintas de biochar bajo un diseño de bloques completamente al azar. Como resultado se obtuvo que al aplicar más dosis de biochar se obtuvo menor tiempo de floración y mayor altura, número de hojas y más cobertura aérea en la producción de alfalfa y se mejoró significativamente la calidad del suelo, beneficiando a los productores y ganaderos con la rentabilidad de sus cultivos.

El autor (Vargas, 2011) en su guía metodológica explica que restaurar un suelo con intensidades diferentes de deterioro conlleva un cúmulo de técnicas y procesos, para devolver las condiciones ambientales del suelo como su: erosión, vegetación, hábitat y baja fertilidad, extinción de especies del suelo.

2.2.9.1. Propiedades del Suelo

El suelo genera propiedades químicas, físicas y biológicas y éstas a su vez le dan una identidad específica a cada suelo.

2.2.9.2. Propiedades físicas y químicas

- **Textura**

Tamaños de partículas que se localizan en el suelo y se distribuye en 3 tipos principales y son: arena, limo y arcilla. (Calvo, 2007)

- **Color**

Es importante identificarlo y así caracterizar el estado en que se encuentra el suelo pero no interviene en el crecimiento del cultivo (Calvo, 2007)

- **Potencial de hidrogeno (pH)**

Es la cantidad de iones en el suelo y determina la acidez o alcalinidad del mismo. (Calvo, 2007)

- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

Es la capacidad de soportar una carga eléctrica en el suelo, a más partículas pequeñas tenga un suelo su capacidad de retención de partículas químicas es mayor para nutrir a las plantas. (Calvo, 2007)

- **Macronutrientes y micronutrientes**

(Calvo, 2007) indica que es necesario conocer la cantidad de nutrientes que posee el suelo, a través de sus parámetros como el fósforo, potasio y el nitrógeno que son esenciales para que el suelo se productivo.

- **Materia orgánica**

El autor (Calvo, 2007) sostiene que es uno de los componentes primordiales del suelo para obtener rendimiento en la producción, para lo cual se implementan estrategias para aprovechar los residuos y usarlos como restauradores de suelos que tiene baja capacidad en nutrición, para incrementar algunas de las propiedades químicas y físicas del suelo.

Actualmente la agricultura requiere de enmiendas que aporten nutrientes al suelo sin ocasionar mermas de ningún nutriente, dicha enmienda debe mantener los niveles de materia orgánica estables. (Pérez, 2009).

2.2.10. Tomate variedad Regional.

El tomate regional, es un cultivo que en nuestra Amazonía es bien apreciable en los mercados de consumo, sin embargo, los volúmenes de producción resultan insuficientes por cuanto se tiene que competir con productos que obtienen en otras regional del país, aunque el productor de nuestra región, muchas veces no opta por utilizarla variedad regional que es medianamente tolerante a la acidez del suelo. No emplean buenas prácticas agrícolas y una adecuada aplicación de materia orgánica. Y la creciente demanda de productos agrícolas que se viene observando a nivel nacional nos motiva a buscar otros métodos de producción tratando siempre de minimizar costos. (Babilonia y Reategui, 1994).

Características agronómicas del cultivo tomate var. Regional

Reporta el análisis del Tomate var. Regional:

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Altura de planta | : Indeterminado |
| Desarrollo de follaje | : Regular |
| Periodo vegetativo | : 98 días |
| Inicio de floración | : 43 días |
| Inicio de cosech | : 75 días |

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Grosor de la pulpa | : aprox. 4mm. |
| Cantidad de semillas por frutos | : X=225 |
| Contenido del líquido locular | : Jugoso |
| Color fruto | : Rojo |
| Sabor de fruto | : Acidulado |
| Tipo de fruto | : Aplastado, redondo. |
| Diámetro de fruto | : X=5.77 |
| Nº lóculos/fruto | : Multilocular |
| Resistencia a fusariosis | : Tolera |
| Rendimiento Tm/Ha | : 6 TM |
| Días al prendimiento | : 05 días |
| Nº de semillar/gr. | :300 – 350 |

(Pinedo, 1995)

2.2.10.1. Origen y Taxonomía

- **Origen**

Sostiene que el tomate es originario de Perú, Ecuador y México, y que a partir del año 1900 el cultivo se dispersó para alimentación humana. (Van Haeff, 1988).

- **Taxonomía**

En cuanto a su clasificación taxonómica, indica que, el tomate, corresponde a:

Clase : dicotiledónea

Orden : tubifloras

Familia : *solanaceae*

Género : *Lycopersicon*

(Gola, 1964).

Indica que el tomate regional, tiene características botánicas semejantes a la mayoría de los conocidos; diferenciados en el fruto, que son de variados tamaños (3 a

8 cm de diámetro), aplastados en los extremos y acostillados, con muchos lóculos y de color rojo, sabor ácido, resistentes a enfermedades. (Font, 1985).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. Biocarbón

Es el carbón vegetal generado mediante el calentamiento de restos de madera. Este producto se utiliza como fertilizante o combustible, y es de gran interés en temas como la deforestación, producción de energía, resistencia de ecosistemas agrícolas, esto en especial para los países que aún se encuentra en vías de desarrollo. (Banco Mundial “Biochar Systems for Smallholders in Developing Countries, 2014).

2.3.2. Residuos forestales

La actividad maderera genera gran cantidad de residuos sólidos proveniente y debido a que no se cuenta con la tecnología suficiente estos residuos no son tomados en cuenta como materia prima para darle un valor agregado, la práctica común es quemarlos o dejarlos acumulados en hileras. (Martínez, 2015).

2.3.3. Bolaina blanca

Árbol maderable que alcanza diámetros de entre 25 a 80 cm y una altura de 15 a 30 metros, con fuste cilíndrico y recto, corteza interna fibrosa y corteza externa lisa finamente agrietada. (Renner, 1990).

2.3.4. Pirolisis

El autor (Pinedo, 2013) indica que es un “proceso termoquímico el cual convierte la biomasa a combustible mediante el calentamiento a temperaturas altas de 350-3650 °C y en ausencia de oxígeno”.

2.3.5. Horno pirolítico

El autor (Abenza, 2012) indica que es un “instrumento de tecnología medioambiental, cuyo objetivo es aprovechar la energía generada por la biomasa mediante la pirolisis.”

2.3.6. Biomasa residual

Domínguez et al. (2010). Explica que, son restos de actividades forestales y ganaderas, así como de los procesos de las industrias de madereras y agroalimentarias.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

Hi: El biochar de bolaina blanca (*Guazuma crinita Martius*), aplicado al suelo agrícola mejorará la producción del tomate regional.

Ho: El biochar de bolaina blanca (*Guazuma crinita Martius*), aplicado al suelo agrícola no mejorará la producción del tomate regional.

2.4.2. Hipótesis específica

Hi1: Los parámetros físicos del biochar influyen en la mejora de las características de textura del suelo.

Ho1: Los parámetros físicos del biochar no influyen en la mejora de las características de textura del suelo.

Hi2: Los parámetros químicos del biochar de biomasa residual de bolaina blanca (*Guazuma crinita Martius*), influye para el incremento de macro y micro nutrientes del suelo agrícola.

Ho2: Los parámetros químicos del biochar de biomasa residual de bolaina blanca, no influye en el incremento de macro y micro nutrientes del suelo agrícola.

Hi3: La capacidad de estimulación del biochar de biomasa residual de bolaina blanca, en los cuatro tratamientos diferentes en las

respectivas semiparcelas, mejora el vigor y rendimiento por parcela del tomate regional serán las óptimas.

Ho3: La capacidad de estimulación del biochar de biomasa residual de bolaina blanca, en los 4 tratamientos diferentes en las respectivas semiparcelas, no mejora el vigor y rendimiento por parcela del tomate regional no serán las óptimas.

2.5. VARIABLES

Siendo las variables con sus respectivos indicadores, los siguientes:

2.5.1. Variable Dependiente

Biochar de biomasa residual de bolaina blanca (Guazuma crinita Martius).

2.5.2. Variable Independiente

Suelo agrícola.

2.5.3. Variable Interviniente

Tomate regional

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIÓN E INDICADORES)

| VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD MEDIDA | DE | INSTRUMENTOS |
|---|---|--|---|---|---|----|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICACIÓN DE BIOCHAR | El biochar es producto de la combustión incompleta de cualquier tipo de biomasa. Utilizaban como abono de cultivos. | La producción de biochar en una parcela de 6m ² se dividirá en 4 bloques de 150 cm de largo por 70 cm de ancho, se aplicará el biochar en diferentes cantidades de 1, ½, ¼ y 0 kg al suelo. | Parámetros físicos del biochar | Temperatura Densidad aparente Porosidad Humedad | °C Mg.m3 Mg/ml % de humedad | | Termómetro Resul.Laboratorio Resul.Laboratorio Resul. Laboratorio |
| | | | Parámetros químicos del biochar | Nivel de pH Conductividad eléctrica Materia orgánica Nutrientes: N,P,K | Acidez y alcalinidad dS/m3 G kg -L % N,P,K | | pH metro Resul.Laboratorio Resul.Laboratorio Resul. Laboratorio |
| | | | Biochar obtenido | Kg peso bruto Kg peso tamizado | kg kg | | Balanza romana Balanza |
| VARIABLE DEPENDIENTE: SUELO AGRICOLA | Se caracteriza a la agricultura por ser una actividad intensiva que realizan al suelo, lo que ocasiona un proceso rápido de disgregación de su capacidad productiva. La fertilidad del suelo es cuando sus condiciones agronómicas soportan el desarrollo óptimo de un cultivo. | Soporte de producción | de Incremento de Macro y Micro Nutrientes | % N % P % Al % K % Ca % Mg ph m.o | % ppm Cmol(+)/Lt Cmol(+)/Lt Cmol(+)/Lt Cmol(+)/Lt acidez y alcalinidad % | | Resul.Laboratorio Resul.Laboratorio Resul.Laboratorio Resul.Laboratorio Resul.Laboratorio Resul.Laboratorio |
| VARIABLE INTERVINIENTE: TOMATE REGIONAL (COSTOLUTO FIORENTINO) | Es el fruto una especie herbácea de la familia de las solanáceas, son vayas de color rojizo que se caracterizan por su pulpa con múltiples protuberancias y por su jugo. | El rol que cumplirá el tomate regional será de determinar la mejora de producción | Vigor de la planta | Tamaño de tallo Hojas Flores Fruto | cm número de hojas/planta número de flores/planta número de frutos/planta peso de frutos /planta | | cinta metrica Visual visual Visual Visual |

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque

Para esta investigación se empleó enfoque CUALITATIVO (Sampieri, 2014), expresa que se hace uso de la recolección y análisis de los datos para resolver las preguntas de investigación.

Porque se probó la hipótesis, con base a numeraciones a las que nos referimos con análisis de suelo, análisis del biochar (representado en unidades numéricas) y análisis estadísticos los cuales nos permitirá afirmar el resultado de la aplicación del biochar.

Se inició elaborando el biochar de bolaina blanca, luego se implementó 4 parcelas para la producción del tomate regional, el proceso de elaboración de biochar de biomasa residual de bolaina blanca trajo resultados positivos en la ejecución de esta investigación.

Para esta investigación se aplicó teoría y desarrolló objetivos de mejora del suelo y su comprobación con el cultivo de tomate regional, teniendo en cuenta los aspectos observables y cuantificables en la obtención y aplicación de biochar de bolaina blanca al suelo amazónico.

3.1.2. Nivel de la investigación

Tuvo un nivel EXPLORATIVO (Sampieri, 2014) explica que el estudio a realizar no presenta investigaciones previas regionales, y lo que se quiere lograr en el presente es examinar y demostrar la eficiencia de biochar en el suelo y su mejora en el cultivo de tomate regional.

3.1.3. Diseño

Para esta investigación utilicé el diseño experimental block completamente aleatorizado (DCA) y se basó en establecer 4 parcelas, cada parcela con 15 plantas con 4 tratamientos incluido el testigo, con 4 repeticiones para la aplicar biochar al suelo.

Se comenzó con la elaboración del biochar de biomasa residual de bolaina blanca para aplicar al suelo, tuvo un periodo de elaboración de 2 horas, seguido a ello se implementó las parcelas y armado de malla rashell.

Para exhibir la mejora del suelo y su retribución en los aspectos, físicos, químicos al suelo, se fundamentó mediante análisis de suelo establecido por el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Sede Pucallpa.

3.1.3.1. Esquema del análisis estadístico

Se empleó el modelo estadístico de análisis de varianza (ANOVA) que permitió confrontar la hipótesis nula frente a la hipótesis.

Se comparó los resultados con respecto a la variable dependiente, en este caso el comparativo del testigo con los tratamientos planteado para la investigación.

El comportamiento de los tratamientos será determinado mediante el uso de la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Tabla 2.

Esquema del Análisis de Varianza.

| Fuente de variación | gl | SC |
|---|-----------------------|---|
| CM | Fc 0.05 y 0.01 | |
| Tratamientos SC _t / gl _t S ² _t / S ² _e | (t-1) | (ΣX ² _{i.}) / r - FC |
| Error Experimental | t (r - 1) | SC _T - SC _t SC _e / gl _e |
| Total | rt - 1 | ΣX²_{ij} - FC |

Nota: Steell y Torrie (1996)

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor obtenido en la j-ésima repetición del tomate regional sometido al i-ésimo tratamiento (cantidad de biochar como enmienda al suelo)

μ = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (cantidad de biochar como enmienda al suelo)

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental.

3.1.3.2. Diseño experimental block completamente aleatorizado

El DCA considera dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el testigo, compara los tratamientos.

Utilice el análisis de varianza ANOVA, para verificar si existe diferencia en las medias de los tratamientos y repeticiones.

Tabla 3.

Aplicación de Tratamientos y repeticiones.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES / BLOCK | | | | TOTAL, KG. BIOCHAR |
|----------------|----------------------|----------|----------|----------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T0 = 0 Tm/Ha | 0 gr. | 0 gr. | 0 gr. | 0 gr. | 0 gr |
| T1 = 1/4 Tm/Ha | 62.5 gr. | 62.5 gr. | 62.5 gr. | 62.5 gr. | 250 gr. |
| T2 = 1/2 Tm/Ha | 125 gr. | 125 gr. | 125 gr. | 125 gr. | 500 gr. |
| T3 = 1 Tm/Ha | 250 gr. | 250 gr. | 250 gr. | 250 gr. | 1 kg. |
| | | | Total | | 1750 gr |

Nota: Abad, 2020.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Estuvo constituido por todos los plántones de tomate regional (Costoluto Fiorentino) en una superficie de 3m² de largo y 2m² de ancho, fraccionado en 4 partes de igual medida, parcelas de siembra de tomate regional, en el cual se aplicó cantidades diferentes de biochar para esta investigación.

3.2.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 60 plántones de tomate regional (Costoluto Fiorentino) seleccionadas al azar.

Muestreo:

Presenta una muestra PROBABILÍSTICO, ALEATORIO SIMPLE, LONGITUDINAL (Sampieri, 2014) expresa que es un sub grupo de la población y tienen la misma posibilidad de ser escogidos”.

Durante la ejecución del proyecto se tomaron 4 muestras:

- **Primera muestra:**

Análisis físico – químico del Suelo de acuerdo al D.S N° 002-2013-MINAM, Guía de Muestreo de Suelos. Posterior a ello la

muestra seleccionada fue llevada a las instalaciones del Laboratorio del Instituto Nacional Innovación Agraria (INIA) – Sede Pucallpa para sus respectivos análisis.

- **Segunda muestra:**

Análisis físico – químico del biochar elaborado mediante pirolisis rápida, a partir de biomasa residual de bolaina blanca. Seguido a ello se llevó la muestra a las instalaciones del Laboratorio Natura Analítica para que realicen los análisis requeridos.

- **Tercera muestra:**

Análisis físico – químico del suelo, luego de haber aplicado biochar a partir de biomasa residual de bolaina blanca. Se realizó el muestreo teniendo en cuenta el D.S. N° 002-2013-MINAM, seguido a ello llevaron las muestras al INIA, para realizar su análisis requerido.

- **Cuarta muestra:**

Mediante la observación, verificamos cuantos frutos, tamaños de hojas, tamaño de tallo; desarrollaron el cultivo de tomate regional luego de haber aplicado biochar de biomasa residual de bolaina blanca.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. Para la recolección de datos

El acopio de datos de campo se efectuó de manera quincenal, empezando el 15/12/2019 hasta el 23/04/2020 para los diferentes tipos de tratamientos.

Los parámetros que se monitorearon en este periodo de tiempo fueron: humedad, pH, temperatura del suelo, temperatura máxima y mínima del ambiente.

3.3.1.1. Desarrollo experimental

El presente trabajo de investigación, indica en una de las hipótesis la posible recuperación del suelo en sus aspectos químicos -físicos para lo que se realizó una serie de tratamientos aplicando biochar de biomasa residual de bolaina blanca, se efectuó el análisis comparativo de los cuatros procedimientos en sus distintas dosis y se evaluó los resultados proporcionados del INIA – sede Pucallpa.

Para el avance de las tentativas experimentales, se limitaron exclusivamente al cultivo de tomate regional con influencia de las variables, como cada tratamiento tuvo distintas cantidades de aplicación del biochar de biomasa residual de bolaina, con el objetivo de optimizar sus propiedades químico-físico del suelo en estudio.

El desarrollo experimental de la investigación permitió cotejar las percepciones teóricas y referencias bibliográficas que se han desarrollado en los apartados preliminares, asimismo la hipótesis trazada en la presente investigación.

3.3.1.2. Equipos

Para obtener biochar a partir de biomasa residual de bolaina blanca, se diseñó un horno pirolítico artesanal, para lo cual se necesitaron los siguientes elementos: horno pirolítico artesanal, cámara fotográfica y una balanza romana de 25 kg.

Para construir el horno pirolítico se continuó un diseño sugerido por Reents (2014) de North Carolina State University y el Departamento de la FAO, el horno fue con doble cámara y tipo retorta.

Una interna de pirólisis y otra de exterior para incineración. Para su construcción se emplearon 2 tanques de

55 galones de hierro, cada una para la parte externa y un tanque de hierro con capacidad de 15 galones para la parte interior que funcionó como reactor de pirolisis.

Una vez verificado la depuración del horno con una inicial combustión, se procedió a disponer la biomasa residual de bolaina blanca para convertirlo en carbón vegetal o biocarbón, el lapso promedio de carbonización fue dos horas, dependió de las condiciones ambientales y del factor hora del día, se aprecia que la temperatura incrementa cuando la materia para combustión es un poco más gruesa. Se realizó varias repeticiones de quema hasta lograr la cantidad requerida para los tratamientos que se llevaron a cabo.

Figura 2.

Horno de pirolisis.



Figura 3.

Proceso de combustión por Pirolisis Rápida y Biochar producido.



Para el muestreo de suelo se usaron los Protocolos correspondientes:

Se analizará las características del suelo y del biochar, antes y después de los tratamientos. Se fotografiaron cada actividad y cambio, se procesarán los resultados mediante tratamientos estadísticos para poder contrastar los resultados con normativas y la atribución del uso de biochar de bolaina blanca en el suelo.

Instrumentos:

- Fotografías
- Observación directa
- Hojas de campo

Para el monitoreo de los parámetros como: temperatura externa, temperatura del suelo, Ph, porcentaje de humedad. Se usó un multi parámetro marca YIER YI portátil.

3.3.1.3. Esquematización del proceso

Muestra una cadena de procesos para el avance de las pruebas experimentales. Desde el diseño y elaboración del horno pirolítico artesanal para obtener biochar a partir de biomasa residual inclusive la recolección del tomate regional, considerando período proyectado por cada proceso, su cotejo y estimación de resultados.

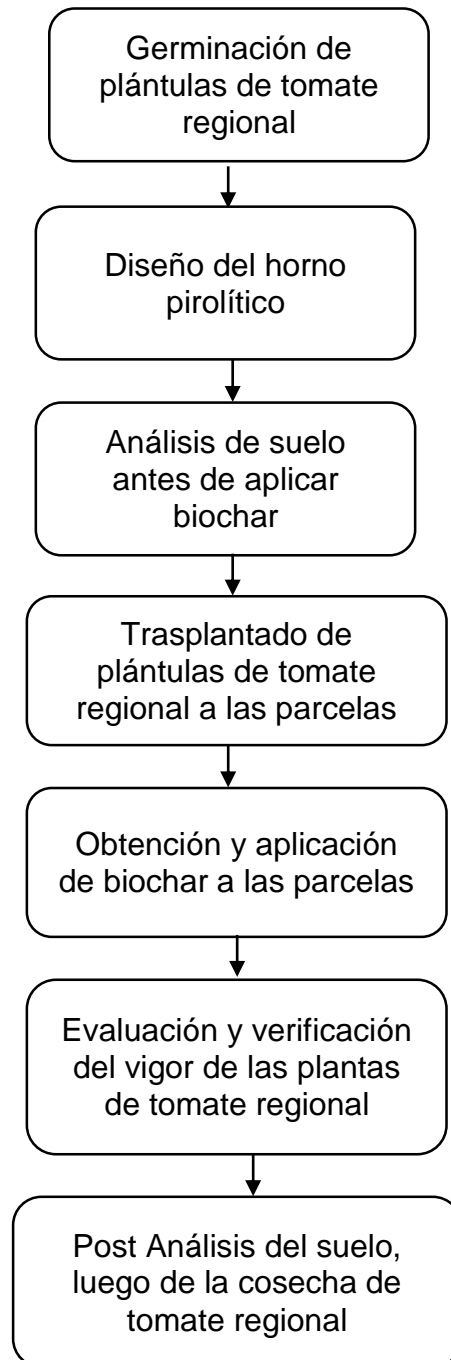
El proceso de obtención de biochar de bolaina blanca, sufre un proceso de pirolisis lenta dentro del horno pirolítico artesanal, un elevado incremento de temperatura mientras se realiza el proceso, debido a que combustiona la biomasa residual.

En la etapa de producción de tomate regional se instalaron las parcelas conjuntamente con las plantas de tomate regional ya germinadas.

En la etapa de aplicación de biochar al suelo, se instalaron parcelas con cuatro tipos de tratamientos y cuatro repeticiones, se aplicaron en forma de polvo en la superficie del suelo de cada parcela y planta, con el apoyo de una pequeña pala se realizó la mezcla con el suelo. Posterior a ello se realizó el raleo para un apropiado desarrollo del cultivo para poder obtener datos de campo y llevarlo a un proceso estadístico.

Figura 4.

Esquematización de los procesos.



3.3.1.4. Desarrollo de las pruebas experimentales

Para desarrollar esta investigación, inicialmente se planteó la ubicación del área a trabajar, donde favorecía el suministro de agua para el riego del cultivo de tomate regional.

Germinación de plántulas de tomate regional

Se buscó tomates regionales en los mercados de Pucallpa, seguido a ello se extrajo las semillas de los tomates más grandes y se colocaron sobre un papel para que se sequen. Luego de esto pasaron aproximado de 5 días y teníamos las semillas aptas para ponerlas a germinar. Al cabo de 5 días de haber puesto a germinar, empezaron a salir las plántulas.

Figura 5.

Germinación de tomate regional.



Diseño y elaboración del horno pirolítico

Para la construcción del horno pirolítico se basó en el diseño propuesto por Reents (2014) y la FAO.

Figura 6.

Equipo de pirolisis.



Análisis del suelo antes de la aplicación del biochar

Se realizó un análisis del suelo de acuerdo al D.S N° 002-2013-MINAM, posterior a ello la muestra seleccionada fue llevada a las instalaciones del Laboratorio del Instituto Nacional Innovación Agraria (INIA) – Sede Pucallpa para sus respectivos análisis.

Figura 7.

Muestreo de suelo antes de aplicar el biochar.



Trasplantedo de plántulas de tomate regional a las parcelas

Se realizó la limpieza del área, se delimitó cada parcela, el terreno debió estar completamente suelta y no compactada, teniendo la parcela ya instalada, la tierra suelta y humedecida se pasó a la plantación de tomates (germinados).

Figura 8.

Trasplante de plántulas de tomate regional a las parcelas.



Obtención y aplicación de biochar a las parcelas

Para la elaboración de biochar se empleó 10 sacos de biomasa residual de bolaina blanca (viruta y maderas de bolaina blanca), con peso de 8 kg cada uno, se obtuvo 200 gr de biochar por saco y un total de 2000 gr.

Tabla 4.

Cantidad de biochar obtenido.

| MUESTRA | UNIDAD | CANTIDAD |
|-------------------------|---------------|-----------------|
| Viruta y maderas | Saco | 10 |
| Peso en bruto | Kg | 8 |
| Peso tamizado | gr | 200 gr |
| TOTAL | gr | 2000 gr |

Fuente: (Abad, 2020)

En cada parcela se espolvoreó con biochar alrededor de las plantas de tomate regional de manera uniforme para poder apreciar los resultados de mejoramiento del suelo, luego se mezcló el biochar con una pala en el suelo.

Para la aplicación de biochar se usó el diseño de block completamente aleatorizado en un área de 48 m² el que consistió en 4 blocks y 4 tratamientos incluyendo tratamiento cero, obteniendo un total de 16 parcelas, se empleó de acuerdo a su capacidad de uso que es toneladas por hectáreas (Tn/Ha).

Tabla 5.

Tratamientos y repeticiones.

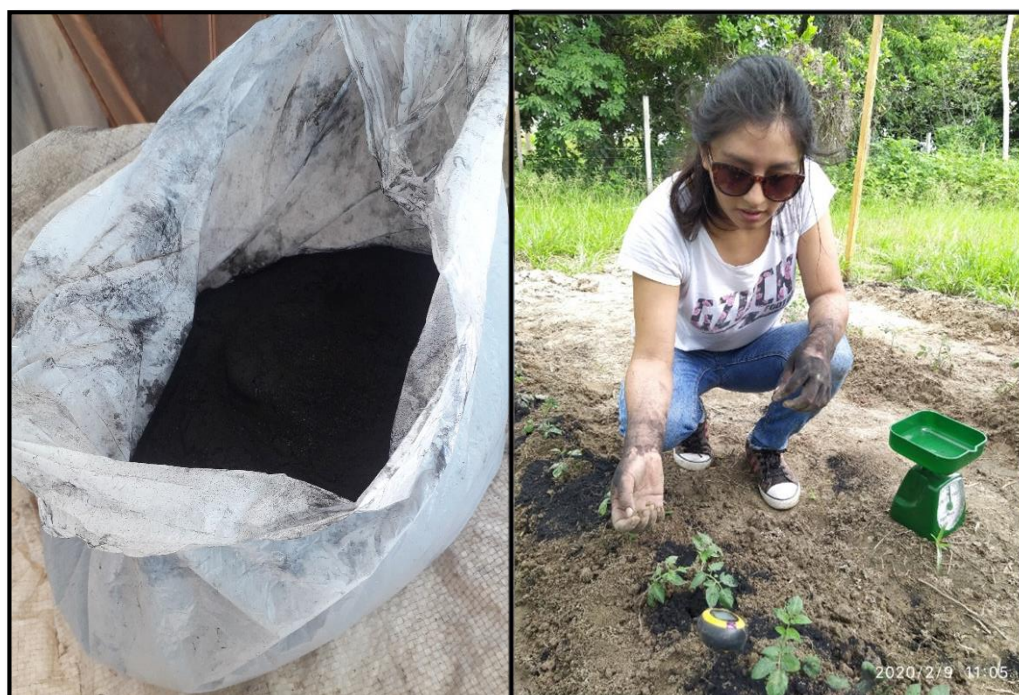
| TRATAMIENTOS | REPETICIONES / BLOCK | | | | TOTAL, KG. BIOCHAR |
|-----------------------|----------------------|----------|----------|----------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T0 = 0 Tm/Ha | 0 gr. | 0 gr | 0 gr | 0 gr | 0 gr |
| T1 = 1/4 Tm/Ha | 62.5 gr. | 62.5 gr. | 62.5 gr. | 62.5 gr. | 250 gr. |
| T2 = 1/2 Tm/Ha | 125 gr. | 125 gr. | 125 gr. | 125 gr. | 500 gr. |
| T3 = 1 Tm/Ha | 250 gr. | 250 gr. | 250 gr. | 250 gr. | 1 kg. |
| | | | Total | | 1750 gr |

Fuente: Abad, 2020.

Se tuvo que disponer de 16 parcelas de tratamiento, cada parcela mide de 3 m de largo por 2 de ancho respetando el espacio entre plantas, se removió cada cama a una profundidad de 0.30 metros.

Figura 9.

Biochar tamizado y aplicación de biochar.



Evaluación y verificación del vigor de las plantas de tomate regional.

Se destinó el cultivo de tomate regional para verificar la mejora del suelo en su desarrollo vegetativo de la planta y del fruto.

Para la verificación se tomó en cuenta 05 muestras de cada parcela, teniendo un total de 15 muestras y se tomó en consideración los aspectos de número de hojas, tamaño de tallo/planta (cm), número de frutos, número de flores, peso fruto/planta (gr), para luego llevar la información recopilada en campo a un análisis estadístico y comprobar la significancia en el desarrollo vegetativo del tomate regional.

Post Análisis del suelo, luego de la cosecha de tomate regional

Para la verificación en la mejora del suelo se extrajo tres muestras del conjunto de los tres tratamientos ejecutados, en el transcurso del avance del cultivo de tomate regional ya que el tratamiento testigo es la muestra 0, se usó una herramienta para la extracción de la muestra en bruto entre la separación de los surcos de las 3 repeticiones, se obtuvo 1 kg de cada tratamiento, el cual fue depositado en bolsas con cierre herméticos para evitar cualquier alteración de las muestras y su correcta codificación señalando el tipo de análisis, fue enviada al laboratorio de suelos del INIA – sede Pucallpa para su análisis y verificación de la mejora del suelo.

3.3.2. Para la presentación de datos.

La técnica usada para fundamentar los antecedentes y marco teórico de esta investigación como información primaria fue la toma de datos de campo experimental mediante la observación, monitoreo y registros para la producción del biochar, así mismo se verificó la temperatura del suelo, temperatura del ambiente, pH del suelo,

humedad que se genere en cada cama de cada parcela tratada y cualquier hecho que se ocasione en el proceso experimental en función a los objetivos.

Se elaboró una herramienta de recolección de datos, la cual se utilizó para obtener, registrar y acumular información.

En la aplicación del biochar en el cultivo de tomate regional se llevó un registro del crecimiento, producción y calidad de cultivo, toma de muestras del suelo y al final se comprobó la eficiencia del biochar en el cultivo de tomare regional y mejora del suelo.

3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos

Se usó el estadístico ANOVA, para luego usar el estadístico en el programa SPSS. Los datos numéricos adquiridos en campo fueron registrados en forma clara, estos datos permitieron construir los promedios generales y cuadros estadísticos.

Para la interpretación de los resultados de Laboratorio de suelos del INIA – sede Pucallpa, se hizo la comparativa de los parámetros resultantes al pre y pos tratamientos de acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación, llegando a ser interpretado.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Finalizado el trabajo de investigación, los datos obtenidos en campo, fueron registrados, tabulados, ordenados y analizados de acuerdo a la metodología para el Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). Se consideró los resultados de análisis de laboratorio en esta investigación para demostrar la eficacia del biochar de biomasa excedente de bolaina blanca en la aplicación al suelo y verificación en el cultivo de tomate regional sobre los diferentes tratamientos que se ha propuesto incluyendo el tratamiento testigo.

Se ha interpretado el análisis de Varianza para cada caso, se construyeron tablas de análisis de varianza, donde los datos calculados mediante la metodología DCA, determinaron los niveles de conversión de cada uno de los tratamientos.

Se aplicó en el ANOVA, la prueba F calculado (valor crítico) en los niveles de significancia de 5% (0.05) para comprobar las hipótesis formuladas, se planteó también la prueba de Tukey.

En primer lugar, se muestran los análisis de los resultados obtenidos por el laboratorio de suelos del INIA – sede Pucallpa.

Segundo, se presentan resultados estadísticos en el cultivo de tomate regional sobre los tratamientos propuestos para validar la significancia de la hipótesis planteada, se efectuó la interpretación de los cuadros y el análisis referente de cada una de las partes.

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. Evaluación de los resultados de laboratorio de Suelos.

Previo al análisis estadístico, se evaluó e interpretó los resultados obtenidos por el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Investigación Agraria – sede Pucallpa.

Para comprobar la eficacia de la aplicación de biochar de bolaina blanca en el suelo. Dicha evaluación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Resultados de análisis textural.

| DATOS DE LA MUESTRA | | ANALISIS TEXTURAL | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------------|---------|-------|------------------|
| PREDIO | REFERENCIA | ARENA | ARCILLA | LIMO | TEXTURA |
| | | % | % | % | |
| Predio 47 | Muestra 01 (T ₀) | 33.69 | 27.76 | 38.56 | Franco arcilloso |
| Predio 47 | Muestra 03 (T ₁) | 47.12 | 22.32 | 30.56 | Franco |
| Predio 47 | Muestra 04 (T ₂) | 49.12 | 18.32 | 32.56 | Franco |
| Predio 47 | Muestra 02 (T ₃) | 69.12 | 14.32 | 16.56 | Franco |

Nota: Abad, 2020.

Tabla 7.

Resultados de análisis de fertilidad.

| DATOS DE LA MUESTRA | | ANALISIS DE FERTILIDAD | | | | | | | | Bases totales |
|---------------------|------------------------------|------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|---------------|
| Predio | Referencia | PH | M.O | N | P | Al | K | Ca | Mg | |
| Predio 47 | Muestra 01 (T ₀) | 4.42 | 2.51 | 0.11 | 5.84 | 2.30 | 0.09 | 1.59 | 0.16 | 1.81 |
| Predio 47 | Muestra 03 (T ₁) | 5.11 | 3.76 | 0.17 | 10.02 | 1.80 | 0.70 | 2.28 | 0.23 | 3.20 |
| Predio 47 | Muestra 04 (T ₂) | 5.16 | 4.32 | 0.19 | 10.15 | 1.40 | 0.20 | 2.10 | 0.17 | 2.47 |
| Predio 47 | Muestra 02 (T ₃) | 5.54 | 3.55 | 0.16 | 10.91 | 0.80 | 0.63 | 1.85 | 0.49 | 2.98 |

Nota: (Abad, 2020)

En cumplimiento a los objetivos exponemos la interpretación de los análisis resultantes proporcionados por el Laboratorio de Suelos del INIA – sede Pucallpa, el cual indica que es factible en la

mejora del suelo, se estima mejoras con resultados favorables en el presente proyecto de investigación.

4.1.1.1. Parámetro fisicoquímico del Biochar de bolaina blanca.

Se caracterizó el biochar (biocarbón) a partir de biomasa residual de bolaina blanca. En el cuadro 8 muestra los resultados de la metodología y análisis aplicado.

Tabla 8.

Resultados de análisis de fisicoquímicos de biochar.

| PARAMETRO | UNIDADES | METODO | RESULTADO |
|-------------------|----------|---------------------|-----------|
| Temperatura | °C | Potenciometro | 26 |
| pH | ---- | Potenciometro | 7,74 |
| Conductividad | µmho/cm | Potenciometro | 93,58 |
| Humedad | % | Gravimétrico | 6,42 |
| Materia orgánica | % | Gravimétrico | 95,67 |
| Nitrogeno | % | Espectrofotométrico | 0,42 |
| Potacio | % | Espectrofotométrico | 0,02 |
| Fosforo | % | Espectrofotométrico | 0,05 |
| Densidad aparente | g/ml | Gravimétrico | 0,42 |
| Porosidad | Mg/ml | Gravimétrico | 345,2 |

Nota: (Abad, 2020)

4.1.1.2. Cantidad de biochar obtenido a partir de la biomasa residual de bolaina blanca.

En la tabla número 9, se observa que por 10 sacos de biomasa residual de 8 kg cada uno, se obtuvo 200 gr de biochar por saco y un total de 2000 gr.

Tabla 9.*Cantidad de biochar obtenido.*

| MUESTRA | UNIDAD | CANTIDAD |
|------------------|--------|----------|
| Viruta y maderas | Saco | 10 |
| Peso en bruto | Kg | 8 |
| Peso tamizado | gr | 200 gr |
| TOTAL | gr | 2000 gr |

Fuente: (Abad, 2020)

4.1.1.3. Macro y micro nutrientes del suelo agrícola luego de aplicación de biochar.

Se evaluó el análisis de laboratorio, se aprecia el incremento de micro y macro nutrientes en el suelo agrícola mediante la aplicación de biochar de bolaina blanca, los resultados varían de acuerdo a cada tratamiento planteado en comparación con el tratamiento cero o testigo.

En la tabla número 10. Se observa que el T₂=4.32 % de M.O, el T₃= 0.16 % de nitrógeno, el T₃=10.91 p.m.m. de fosforo y el mayor contenido de potasio muestra el T₃= 0.63.

Tabla 10.*Resultados de análisis de fertilidad.*

| DATOS DE LA MUESTRA | | ANALISIS DE FERTILIDAD | | | | | | | | Bases totales |
|---------------------|--------------|------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|------------------|
| Tratamiento | Referencia | PH | M.O | N | P | Al | K | Ca | Mg | |
| T ₀ | Muestra 01 | 4.42 | 2.51 | 0.11 | 5.84 | 2.30 | 0.09 | 1.59 | 0.16 | 1.81 |
| T ₁ | Parc 47 – M3 | 5.11 | 3.76 | 0.17 | 10.02 | 1.80 | 0.70 | 2.28 | 0.23 | 3.20 |
| T ₂ | Parc 47 – M4 | 5.16 | 4.32 | 0.19 | 10.15 | 1.40 | 0.20 | 2.10 | 0.17 | 2.47 |
| T ₃ | Parc 47 – M1 | 5.54 | 3.55 | 0.16 | 10.91 | 0.80 | 0.63 | 1.85 | 0.49 | 2.98 |

Nota: (Abad, 2020)

4.1.1.4. Determinar la capacidad de estimulación del biochar en los cuatro tratamientos diferentes en el rendimiento y vigor de la planta por parcela.

Se evaluó mediante un análisis estadístico de Tukey con significancia de 0.05 la capacidad de estimulación del biochar en los 4 tratamientos diferentes en las respectivas semiparcelas, en el vigor de la planta de tomate regional (costoluto fiorentino) y su rendimiento por parcela en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020.

El vigor de la planta se mide en los siguientes parámetros:

Parámetro: Tamaño del tallo de la planta

En la tabla 11, se muestra que los distintos tratamientos incluidos el tratamiento cero o testigo, a los 15 días no muestra diferencias significativas de tamaño debido a que las plántulas de tomate estaban en etapa de germinación hasta los 15 primeros días y aún no se le aplica el biochar.

Tabla 11.

Prueba Tukey para el tamaño del tallo a los 15 días.

| TRATAMIENTOS | PROMEDIO (CM) | SIGNIFICANCIA (= 0.05) |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| T₃ | 11,46 | a |
| T₀ | 10,96 | a |
| T₁ | 10,78 | a |
| T₂ | 10,74 | a |

Nota: (Abad, 2020)

En la tabla 12. Se observa que en el día 30 el T3 y T2 no muestra discrepancia significativa, pero con relación a los demás tratamientos existe diferencia significativa. Así mismo, se observa que en el día 45 en T3 y T2 no muestra diferencia significativa, pero con respecto a los T1 y T0 existe diferencia significativa, a los 60 días se observa que los tratamientos T3,

T2, T1 y T0 existe una diferencia significativa, a los 75 días se observa la que los distintos tratamientos muestran una diferencia significativa. En cuanto al día 90 se observa que existe una discrepancia significativa en cuanto a los T3 y T2; así mismo con los T2 y T1, pero en relación al T2 y T1 no existe diferencia significativa. En los días 105 se observa que los distintos tratamientos muestran una diferencia significativa en cuanto al tamaño de tallo.

Según el análisis estadístico con relación al parámetro de tamaño de tallo, en el día 120 se observa que el T3, T2 y T3, T1 no muestran diferencia significativa, pero en relación al T3 con el T0; y T1 y T0 existe diferencia significativa. Llegando ya a los días 135 se observa que el tamaño de tallo en cm en relación a los distintos tratamientos muestran una diferencia significativa en la prueba estadística de Tukey donde se aprecia que el T3= 114,79 cm en promedio y de los T2 e= 111,32 cm, T1= 108,51 cm y el T0 = 101,96 cm., demostrando así que la capacidad de estimulación del biochar bolaina blanca en cuanto al vigor de la planta, parámetro: tamaño de tallo (cm); el T3= 114,79 cm muestra un promedio más alto en diferencia a los demás tratamientos.

Tabla 12.

Prueba Tukey para el tamaño del tallo.

| Tratamiento s | 30 días Prom. (cm) | 45 días Prom. (cm) | 60 días Prom. (cm) | 75 días Prom. (cm) | 90 días Prom. (cm) | 105 días Prom. (cm) | 120 días Prom. (cm) | 135 días Prom. (cm) |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| T ₃ | 24,06 ^a | 33,27 ^a | 44,18 ^a | 55,27 ^a | 73,05 ^a | 87,47 ^a | 100,29 ^a | 114,79 ^a |
| T ₂ | 23,88 ^a | 31,30 ^a | 42,16 ^b | 52,16 ^b | 66,50 ^b | 81,50 ^b | 98,27 ^{ab} | 111,32 ^b |
| T ₁ | 20,47 ^b | 26,19 ^b | 38,91 ^c | 47,25 ^c | 64,12 ^b | 77,43 ^c | 95,71 ^b | 108,51 ^c |
| T ₀ | 18,10 ^c | 21,92 ^c | 33,33 ^d | 41,61 ^d | 54,48 ^c | 74,35 ^d | 91,59 ^c | 101,96 ^d |

Nota: (Abad, 2020)

Parámetro: número de hojas de la planta

En la tabla 13 se contempla en el día 30 el T3 y T0 muestran disconformidad significativa, empero a los demás tratamientos no existe diferencia significativa. Así mismo, se observa que en el día 45 en T3 y T2 muestra diferencia significativa, pero con respecto a los T1 y T0 no existe diferencia significativa, a los 60 días se observa que los tratamientos T3 y T2; T3 y T0 tienen diferencia significativa, pero con relación a los demás a los tratamientos T2 y T1 no existe diferencia significativa. En cuanto al día 90 se puede observar que existe diferencia significativa en cuanto a los T3, T2, T1; pero en los T1 y T0 no existe diferencia significativa. En los días 105 se observa que los tratamientos T3, T2, T1 muestran una diferencia significativa mientras que los tratamientos T1 y T0 no existe diferencia significativa. A los 120 días se observa que los tratamientos T3, T2, T1 muestran una diferencia significativa mientras que en los T1 y T0 no existe diferencia significativa. Se observa, sin embargo a los 135 días que número de hojas en los distintos tratamientos muestran una diferencia significativa para el análisis estadístico prueba de Tukey donde se aprecia que el T3= 99, 9 en promedio y de los T2 e= 77, 7, T1= 68, 4 y el T0 = 61,7; demostrando así que la capacidad de estimulación del biochar de bolaina blanca en cuanto al vigor de la planta, parámetro: número de hojas; el T3= 99,9 muestra un promedio más alto en diferencia con los demás tratamientos.

Tabla 13.

Prueba de Tukey para el numero de hojas a un nivel de significancia ($\alpha=0,05$).

| Tratamientos | 30 días Prom. (Hojas) | 45 días Prom. (Hojas) | 60 días Prom. (Hojas) | 75 días Prom. (Hojas) | 90 días Prom. (Hojas) | 105 días Prom. (Hojas) | 120 días Prom. (Hojas) | 135 días Prom. (Hojas) |
|----------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| T ₃ | 33,7 ^a | 43,4 ^a | 55,0 ^a | 57,2 ^a | 62,0 ^a | 69,2 ^a | 83,7 ^a | 99,9 ^a |
| T ₂ | 26,2 ^b | 37,0 ^b | 44,0 ^b | 52,1 ^b | 56,8 ^b | 60,3 ^b | 71,4 ^b | 77,7 ^b |
| T ₁ | 25,4 ^b | 34,3 ^c | 42,4 ^b | 49,5 ^c | 54,6 ^c | 54,6 ^c | 63,5 ^c | 68,4 ^c |
| T ₀ | 21,6 ^c | 33,5 ^c | 39,4 ^c | 47,1 ^d | 53,4 ^c | 53,4 ^c | 61,7 ^c | 61,7 ^d |

Nota: (Abad, 2020)

Parámetro: Numero de flores de la planta

En la tabla 14, se puede observar que en el día 60 que el T3 con el T2 muestra diferencia significativa, con respecto a los T2 – T1 y T1 y T2 no existe diferencia significativa.

También se puede observar que a los 75 días el T3 con el T2 muestra diferencia significativa, con respecto a los T2 – T1 y T1 y T2 no existe diferencia significativa y a los 90 días se observa que el número de hojas en los tratamientos el T3 con el T2 muestra diferencia significativa, con respecto a los T2 – T1 y; T1 y T2 no existe diferencia significativa, en el análisis estadístico prueba de Tukey donde se aprecia que el T3= 7,26 en promedio y de los T2 e= 4,53 , T1= 2, 46 y el T0 = 2,00 ; demostrando así que la capacidad de estimulación del biochar de biomasa residual de bolaina blanca en cuanto al vigor de la planta, parámetro: número de flores; el T3= 7,26 muestra un promedio más alto en diferencia a los demás tratamientos.

Tabla 14.*Prueba de Tukey para el numero de flores a un nivel de significancia ($\alpha=0,05$)*

| TRATAMIENTOS | 60 DÍAS PROM. (FLORES) | 75 DÍAS PROM. (FLORES) | 90 DÍAS PROM. (FLORES) |
|----------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| T ₃ | 3,26 ^a | 3,26 ^a | 7,26 ^a |
| T ₂ | 2,40 ^b | 2,40 ^b | 4,53 ^b |
| T ₁ | 1,86 ^{bc} | 1,87 ^{bc} | 2,46 ^c |
| T ₀ | 1,60 ^c | 1,60 ^c | 2,00 ^c |

Nota: (Abad, 2020)***Parámetro: Numero de frutos de la planta***

En la tabla 15, en el día 105 se observa que el T3 con el T2 muestra diferencia significativa, con respecto a los T2 – T1 y T1 y T0 no existe diferencia significativa. También se puede observar que a los 120 días el T3 con el T2 muestra diferencia significativa, con respecto a los T2 y T1 no existe diferencia significativa y a los 135 días se observa que el número de frutos en los tratamientos el T3 ,T2, T1 y T0 muestra diferencia significativa, en el análisis estadístico prueba de Tukey donde se aprecia que el T3= 7,27 en promedio y de los T2 e= 4,53 , T1= 2, 46 y el T0 = 2,00 ; demostrando así que la capacidad de estimulación del biochar de bolaina blanca en cuanto al vigor de la planta, parámetro: número de frutos; el T3= 7,26 muestra un promedio más alto en diferencia con los otros tratamientos.

Tabla 15.*Prueba de Tukey para el número de frutos.*

| TRATAMIENTOS | 105 días Prom. (Frutos) | 120 días Prom. (Frutos) | 135 días Prom. (Frutos) |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| T ₃ | 3,27 ^a | 7,27 ^a | 7,27 ^a |
| T ₂ | 2,40 ^b | 4,53 ^b | 4,53 ^b |
| T ₁ | 1,86 ^{bc} | 2,46 ^c | 2,46 ^c |
| T ₀ | 1,60 ^c | 2,00 ^c | 2,00 ^c |

Nota: (Abad, 2020)***Parámetro: Peso del fruto de la planta***

En la tabla 16 a los 135 días se observa que peso del frutos en los tratamientos el T₃, T₂, T₁ y T₀ muestra diferencia significativa, en el análisis estadístico de Tukey con significancia 0.05 se aprecia que el T₃= 95,01 gr en promedio y de los T₂ e= 74,28 gr, T₁= 51,80 gr y el T₀ = 35,79 gr; demostrando así que la capacidad de estimulación del biochar de biomasa residual de bolaina blanca en cuanto al vigor de la planta, parámetro: peso del fruto; el T₃= 95,01 gr muestra un promedio más alto en diferencia con los demás tratamientos.

Tabla 16.*Prueba de Tukey para el peso del fruto a los 135 días.*

| TRATAMIENTOS | PROMEDIO (gr) | SIGNIFICANCIA (= 0.05) |
|----------------|------------------|---------------------------|
| T ₃ | 95,01 | a |
| T ₂ | 74,28 | b |
| T ₁ | 51,80 | c |
| T ₀ | 35,79 | d |

Nota:

(Abad, 2020)

4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS

A continuación, se exponen los resultados conseguidos por cada prueba de hipótesis.

Contrastación de la Hipótesis:

Hipótesis general

Hi: El biochar de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*), aplicado al suelo agrícola mejorará la producción del tomate regional.

Ho: El biochar de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart*), aplicado al suelo agrícola no mejorará la producción del tomate regional.

En cuanto a la producción del tomate regional medidos en los parámetros del vigor de la planta, muestran que el T3 en los parámetros evaluados tiene el valor promedio más alto en diferencia a los demás tratamientos, en el cual se deduce que hay suficiente evidencia para aceptar la Hi.

Hipótesis específica

Hi1: Los parámetros físicos del biochar influyen en la mejora de las características de textura del suelo.

Ho1: Los parámetros físicos del biochar no influyen en la mejora de las características de textura del suelo.

Los resultados de análisis de laboratorio del INIA- Sede Pucallpa muestra que al principio el suelo muestra un resultado de textura franco arcilloso y luego de la aplicación del biochar la textura del suelo varió a textura franco, se concluye que los parámetros físicos del biochar influyen en la mejora de las características de textural del suelo.

Hi2: Los parámetros químicos del biochar, influye para el incremento de macro y micro nutrientes del suelo agrícola.

Ho2: Los parámetros químicos del biochar, no influye en el incremento de macro y micro nutrientes del suelo agrícola.

Los resultados de la Tabla 4. Análisis químico del Biochar y los resultados de la Tabla 3. Resultados de Análisis de Fertilidad con respecto al incremento de macro y micro nutrientes del suelo agrícola se demuestra que si influye y esto depende de la dosis de biochar que se aplica por tipo de tratamiento, a más aplicación de cantidad de biochar el incremento de los macro y micronutrientes es más elevado.

Hi3: La capacidad de estimulación del biochar), en los 4 tratamientos diferentes en las respectivas semiparcelas, mejora el vigor y rendimiento por parcela del tomate regional serán las óptimas.

Ho3: La capacidad de estimulación del biochar), en los 4 tratamientos diferentes en las respectivas semiparcelas, no mejorar el vigor y rendimiento por parcela del tomate regional no serán las óptimas.

En cuanto a la producción del tomate regional medidos en los parámetros del vigor de la planta y rendimiento, muestran que el T3 en los parámetros evaluados tiene el valor promedio más alto en diferencia a los demás tratamientos, en el cual se concluye que hay suficiente evidencia para aceptar la Hi3.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACION DE LOS RESULTADOS

La discusión de resultados se realizó analizando los resultados que se obtuvo de la investigación “APLICACIÓN DE BIOCHAR A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* C.Martius) EN EL SUELO AGRICOLA PARA MEJORAR LA PRODUCCION DEL TOMATE REGIONAL (Costoluto Fiorentino) DISTRITO DE YARINACOCHA, UCAYALI 2019 - 2020”.

Se analizaron los resultados de la investigación por parte del Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y Laboratorio Analítica Natura, se han analizado y contrastado favorablemente en esta investigación por lo mismo que se cumplió con los objetivos formulados inicialmente en cuanto a la mejora del suelo agrícola en los aspectos de: mejora textural del suelo, incremento de macro y micro nutrientes, retribución de m.o., mejora en el vigor y rendimiento por parcela del tomate regional. Por ende, se compararon los resultados diferenciando entre el testigo y los tres tratamientos planteados en la investigación.

Con relación al parámetro fisicoquímico del biochar de bolaina blanca. Según el autor (Guerra, 2015) en su tesis su objetivo principal fue evaluar la calidad del biochar: se observó que se encuentra ligeramente débil de nitrógeno, ya que la pirolisis hace que se concentren en el biochar resultante y otros se volatilicen. La cascara de cacao presenta mayor porcentaje de N y P, la cascarilla de arroz menor porcentaje de N. El cual se observa en los resultados finales del Laboratorio Analítica Natura, el contenido de biochar de bolaina blanca, tiene un pH de 7,74, tiene un ph neutro casi para acido, que indica que es idóneo para ayudar al suelo con la retención de nutrientes. Se observa también el % de humedad es 6.42, materia orgánica de 95.67

%, el porcentaje de los elementos $N > K > P$, en este caso los nutrientes que se volatilizaron fueron K, P y el que se concentró en el biochar es N, por otro lado la porosidad del biochar es 345.2 mg/ml y la densidad aparente de 0.42 g/ml esto debido a la naturaleza porosa del biocarbón y la conductividad en $\mu\text{mho/cm} = 96.58$ lo que indica la presencia de sales solubles.

Con respecto a la cantidad de biochar adquirido de biomasa residual de bolaina blanca, según la literatura de Pinedo (2017), Chiclayo, realizó la tesis: Aplicación de carbón vegetal en cuatro tratamientos para la recuperación de nutrientes en el suelo agrícola. Indica que usó materias primas como, 35 kg de cascara de cacao y obtuvo 15 kg de carbón vegetal, 80 kg de cascara de arroz para producir 15 kg de carbón vegetal.

Mientras que, Guerra (2015), en su trabajo de investigación indica que para producir carbón vegetal usó las siguientes materias primas: cascara de Cacao 17.1 kg, palma aceitera (peciolo) 11.5 kg, corteza externa de palmito 12 kg, corteza de palmito 9.5 kg, cáscara de sachá inchi 24 kg, cascarilla de arroz 8 kg. Obteniendo carbón vegetal o biochar: cascara de Cacao 3.3 kg, palma aceitera (peciolo) 2.1 kg, corteza externa de palmito 2.2 kg, corteza de palmito 2.0 kg, cáscara de sachá inchi 8.9 kg, cascarilla de arroz 3.4 kg. Comparando con los resultados se usó como materia prima la biomasa residual de bolaina blanca, como la viruta y restos de madera de bolaina blanca, se usó 80 kg de biomasa residual de bolaina blanca y se alcanzó un total de 2 kg de biochar de bolaina blanca, debido a la densidad de la viruta.

Con respecto al macro y el micro nutrientes del suelo agrícola luego de aplicación de biochar, según literatura de Abenza (2011-2012), determina que permite desarrollar la gran concentración de M.O. de un 2% a 4,2%, además manifestó que favorece a optimizar la calidad de sus parámetros físicos con un Ph de 7.9. A comparación con la aplicación de biochar al presente proyecto se determina que permitió

ampliar una mayor concentración de M.O en los tres tratamientos con respecto al tratamiento testigo, como se observa en la tabla 3. Resultados de Análisis de Fertilidad, en el tratamiento 1 se aprecia que incrementa a 3.76 % de M.O con respecto al tratamiento testigo o T0, del mismo modo se puede apreciar que el tratamiento 2 incrementa a 4.32% de M.O con respecto al tratamiento testigo o T0, también se aprecia el incremento de 3.55% de M.O en el tratamiento 3 con respecto al tratamiento testigo o T0. Se puede apreciar que mejora la calidad del Ph en los diferentes tratamientos con respecto al T0. También se observa que la relación con el T0 el T2 tiene un incremento mayor de N, el T3 tiene mayor incremento de P, T0 tiene mayor cantidad de Al y los demás tratamientos a pesar de aplicar el biochar el nivel de Al bajó, el T1 tiene mayor porcentaje de incremento en cuanto al K, Ca y el T3 tiene mayor porcentaje de Mg y en cuanto a bases totales el T3 tiene mayor porcentaje.

Con respecto a la capacidad de estimulación del biochar en los cuatro tratamientos diferentes en las referidas semi parcelas, en el vigor de la planta y rendimiento por parcela, según la literatura de Pinedo (2017), indica que a los 45 días de aplicado el biochar asume un efecto de recuperación de suelo, mientras a más dosis de carbón vegetal que se aplique mayor será la recuperación del suelo en el tiempo. En comparación de los resultados de estas investigaciones se observó que el T3 al tener más cantidad de biochar aplicado al suelo, los resultados en cuanto a los parámetros medidos del vigor de la planta de tomate y el rendimiento tienen mayor índice de relevancia.

CONCLUSIONES

Se propone las siguientes conclusiones en base a los resultados de la investigación:

Con respecto a los parámetros fisicoquímico del biochar de biomasa residual de bolaina blanca se concluye por medio de los resultados del Laboratorio Analítica Natura que tiene un pH de 7,74 neutro casi para ácido, que indica que es competente para ayudar al suelo en la retención de nutrientes que requiera. Se observa también el % de humedad es 6.42, materia orgánica de 95.67 %, el contenido de $N > K > P$, en este caso los nutrientes que se volatilizaron fueron K, P y el que se concentró en el biochar es N, por otro lado, la porosidad del biochar es 345.2 mg/ml y la densidad aparente de 0.42 g/ml por su naturaleza porosa y la conductividad en $\mu\text{mho/cm} = 96.58$ lo que indica la presencia de sales solubles.

Con respecto a la cantidad de biochar obtenido, se concluye que se usó como materia prima la biomasa residual de bolaina blanca, como la viruta y restos de madera de bolaina blanca, se usó 80 kg de biomasa residual de bolaina blanca y se obtuvo un total de 2 kg de biochar de bolaina blanca, el uso de biocarbón en la agricultura puede ser una estrategia para aprovechar la biomasa residual.

Con respecto al macro y el micro nutrientes del suelo agrícola luego de aplicación de biochar, se concluyó que permitió desarrollar una mayor concentración de materia orgánica en los tres tratamientos con respecto al tratamiento testigo, como se observa en la tabla 3. Resultados de Análisis de Fertilidad, en el tratamiento 1 se aprecia que incrementa a 3.76 % de M.O con respecto al tratamiento testigo o T_0 , del mismo modo se puede apreciar que el tratamiento 2 incrementa a 4.32% de M.O con respecto al tratamiento testigo o T_0 , también se aprecia el incremento de 3.55% de M.O en el tratamiento 3 con respecto al tratamiento testigo o T_0 . Se puede apreciar que mejora la calidad del Ph en los diferentes tratamientos con respecto al T_0 .

También se observa que la relación con el T₀, el T₂ tiene un incremento mayor de N, el T₃ tiene mayor incremento de P, T₀ tiene mayor cantidad de Al y los demás tratamientos a pesar de aplicar el biochar el nivel de Al bajó, el T₁ tiene mayor porcentaje de incremento en cuanto al K, Ca y el T₃ tiene mayor porcentaje de Mg y en cuanto a bases totales el T₃ tiene mayor porcentaje.

Con respecto a la capacidad de estimulación del biochar en los diferentes cuatro tratamientos en las referentes semi parcelas, en el vigor de la planta y rendimiento por parcela el T₃ al tener más cantidad de biochar aplicado al suelo a diferencia de los otros 3 tratamientos aplicados, se deduce que a mas biochar aplicado al suelo, será mayor la capacidad de estimulación en el vigor de la planta y el rendimiento por parcela.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de biochar como enmienda en el suelo para la mejora del suelo en los aspectos químicos y físicos como tecnología sustentable para mejorar la producción del tomate regional (*costoluto fiorentino*).

Se recomienda que después de aplicar biochar al suelo, mezclarlo uniformemente y dejar un tiempo de transición de 20 a 25 días para su retribución de parámetros químicos y físicos en el suelo, para así poder evitar alteraciones de desarrollo del cultivo para su posterior verificación.

Es recomendable aprovechar la biomasa residual seca, convertirlo en biochar y aprovechar su retribución de nutrientes en el suelo.

Se recomienda el uso del tratamiento 3 ya que obtuvimos resultados favorables durante la investigación según los análisis del Laboratorio del INIA y en los aspectos estadísticos durante el desarrollo vegetativo del cultivo del tomate regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelmigid, H.M; Morsi, M.M. (2017). *Cytotoxic and molecular impacts of allelopathic effects of leaf residues of Eucalyptus globulus on soybean (Glycine max)*. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 2017: 4-9.
- Abenza Paco, Daniel (2011 – 2012). *Evaluación de efectos de varios tipos de biochar en suelo y planta*. [Tesis. Universidad Autónoma de Barcelona España]. 111 p.
- Acosta, Carlos (2006). *Suelo agrícola, un ser vivo: medición de recuperación de nutrientes en suelos usados en la agricultura*.
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag79266/EI%20suelo%20vivo.pdf>.
- Alcañiz, J.; Ubalde, J.; Domene, X.; Carabassa, V.; Cañizares, R.; Rayra, I.; Mattana, S. (2014). Algunos efectos de un biocarbón (biochar) de pino sobre la producción y calidad de la uva. *Research Gate* 2014.
- Amonette, J. 2009. An introduction to biochar. Concept, processes, properties and applications. Harvesting Clean Energy 9. Special Workshop. USA.
- Arellano, L.; Castillo – Guevarra, C., (2014). Efecto de los incendios forestales no controlados en el ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque templado del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(3): 854-865.
- Atiyeh, RM; Edwards, CA; Subler, S; Metzger, JD. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78:11-20.

- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica - fundamentos para la Región Andina*. Neckar-Verlag. Villingen-Schwenningen . 682 p.
- Calvo, Luis (2007). *Procesos de recuperación de suelos degradados a partir de biorresiduos fermentables*. [Trabajo de fin de carrera. Universidad de León en la escuela superior y técnica de ingeniería agraria].
- Carmona, R., Cecilia, A. (2006). *Actividad Respiratoria en el Horizonte Orgánico de Suelos de Ecosistemas Forestales del Centro y Sur De Chile*. [Universidad de Chile. Instituto de Ecología y Biodiversidad. Santiago de Chile].
- Curiel, María. 2016. *Caracterización de residuos de vid transformados en biochar*. [Tesis de Titulación en Enología. Universidad de Valladolid]. España. 87 p.
- De Gryze, Steven, Cullen, Michael y Durschinger, Leslie (2010). En Su *Investigación De Evaluation Of The Opportunities For Generating Carbon Offsets From Soil Sequestration Of Biochar*. <file:///C:/Users/Jenni/Downloads/Soil Sequestration Biochar Issue Paper1.pdf>.
- Demir, K; Sahin, O; Kadioglu, YK; Pilbeam, DJ; Gunes, A. 2010. Essential and non-essential element composition of tomato plants fertilized with poultry manure. *Scientia Horticulturae* 127(1):16-22p.
- Edwards, CA; Arancon, NQ; Vasko-Bennett, M; Askar, A; Keeney, G; Little, B. 2010. Suppression of green peach aphid (*Myzus persicae*) (Sulz.), citrus mealybug (*Planococcus citri*) (Risso), and two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Koch.) attacks on tomatoes and cucumbers by aqueous extracts from vermicomposts. *Crop Protection* 29:80-93.
- Emino, E., Warman ,P. 2004. *Biological Assay for Compost Quality*. *Compost Science & Utilization*, Vol 12, No. 4,342-348.

Escalante, A; Pérez, G; Hidalgo, C; López, J; Campo, J; Valtierra, E; Etchevers, J. 2016. Biocarbón (Biochar) I Naturaleza, fabricación y uso en el suelo. *Red de revistas científicas de América Latina* 34(3): 367-382. 109.

European Commission Agriculture and Rural Development (2010) *Biomass Potential*. Disponible en <http://ec.europa.eu/agriculture/bioenergy/potential>, 2020).

Guerra, Patricia (2015). *Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana*, [Tesis de la Universidad Nacional Agraria la Molina].

Fiallos, L.R., Flores, L.G., Duchi, N., Flores, C.I., Baño ,D., Estrada, L (2015). Restauración ecológica del suelo aplicando biochar (carbón vegetal), y su efecto en la producción de *Medicago sativa*. <https://revistas.uptc.edu.co>

Gilces Reyna, MA. 2014. *Efectos de la aplicación de biochar y cenizas en las propiedades del suelo*. [Tesis de Maestría. Universidad de Valladolid]. España. 120 p.

Graber, ER.; Elad, Y; David, DR; Harel, YM; Borenshtein, M; Kalifa, HB; Silber, A.2010. *Induction of systemic resistance in plants by biochar, a soil-applied carbon sequestering agent*. *Phytopathology* 100(9):913-21p.

Gutierrez - Miceli, FA; Santiago – Borraz, J; Montes Molina, JA; Nafate, CC; Abud-Archilla, M; Oliva Llaven, MA; Rincon-Rosales, R; Dendooven, L. 2007. *Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*)*.

Hernandez, Jacqueline (2007). *Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid] Disponible en

http://oa.upm.es/14869/1/JACQUELINE_HERNANDEZ_ARAUJO.pdf.

Iglesias, S. 2014. *Factores que inciden en el rendimiento del Eucalyptus globulus y valoración ambiental en la subcuenca del río Burgay, provincia del Cañar*. [Tesis de Maestría. Universidad Católica de Cuenca-Ecuador]. 132 pp

Iglesias, S. 2018. *Aplicación de Biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el Austro Ecuatoriano*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Agraria la Molina].

Johannes, Lehmann y Stephen, Joseph. (2015). *El bio carbón para la gestión ambiental*. Routledge.

Lehman, J. 2009. *Terra Preta de Indio*. Encyclopedia of Soil Science 1(1):1-4.

Liang, B; Lehman, J; Solomon, D; Kinyangi, J; Grossman, J; O'Neill, B; Skjemstad, JO; Thies, J; Luizão, FJ; Petersen, J; Neves, EG. 2006. *Black Carbon Increases Cation Exchange Capacity in Soils*. Soil Science Society of America Journal 70(5):1719.

Martinez, AI; HDZ-García, HM; Cruz, LA; Hernandez-Valdes, A. (2006). Effects of hematite and ferrihydrite nanoparticles on germination and growth of maize seedlings. Saudi Journal of Biological Sciences 2016: 1547-1554.

Martínez, Carla. (2015) *Efectos de enmiendas de biochar sobre el desarrollo en Cucumis sativus L. Var. SMR-58* [Tesis de Maestría Universidad de Guadalajara] Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos de Naturales y Agrícolas).

<http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5921>

Mclaughlin, H., Anderson, P.S., Shields, F.E., Reed, T.B., 2009. *All Biochars are not Created Equal and How to Tell them Apart, in: 2. Presented at*

the North America Biochar Conference, Boulder, Colorado, 36p.

Ministerio del Ambiente del Perú (2013). *Guía para Muestreo de Suelos en el marco del D.S. 002-2013-MINAM*

Ministerio del Ambiente (2011). *revista: La desertificación en el Perú. Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía.*

Muñoz, F; Rubilar, R; Espinosa, M; Cancino, J; Toro, J; Herrera, M. 2008. *The effect of pruning and thinning on above ground aerial biomass of Eucalyptus nitens. Forest Ecology and Management 255(3-4): 365-373.*

Monzón Sequeiros, Carlos Alberto (2013). *Evaluación del rendimiento de tomate de crecimiento indeterminado (Lycopersicon esculentum mill) de variedades híbridos utilizando abonos fermentados de gallinaza y cuyaza – Abancay [Tesis de la Universidad Tecnológica de los Andes].*
<http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/29>

Ogawa, M; Okimori, Y. 2010. *Pioneering works in biochar research, Japan. Australian Journal of Soil Research 48(6-7):489-500p.*

Oliva, M; Culqui Mirano, L; Leiva, S; Collazos, R; Salas, R; Vásquez, H; Maicelo QUINTANA, JL. 2017. *Reserve of carbon in a silvopastoral system composed of Pinus patula and native herbaceous. Scientia Agropecuaria 8(2): 149-157.*

Olmo Prieto, M (2016). *Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal [Tesis Doctoral – Universidad de Córdoba]. E- archivo*
<http://hdl.handle.net/10396/13381>

Oses Orbegozo, Ander (2013). *Efectos de la Aplicación de biochar en el modelo jerárquico de agregación de un suelo forestal bajo condiciones*

oceánicas. [Tesis de Pregrado. Universidad Autónoma de Barcelona]. E-archivo

<https://core.ac.uk/download/pdf/18416021.pdf>

Pinedo Padilla, Jennifer Janet (2017). *Aplicación de Carbón Vegetal en cuatro tratamientos para la Recuperación de Nutrientes en el Suelo Agrícola* [Tesis de Pregrado. Universidad César Vallejo]
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/33170>

Renner, S. S., H. Balslev & L. B. Holm-Nielsen 1990. *Flowering plants of Amazonian Ecuador—A checklist. AAU Rep. 24: 1–241*

Salas, C; Alegre, J; Iglesias, S. (2017). *Estimation of above-ground live biomass and carbon stocks in different plant formations and in the soil of dry forests of the Ecuadorian coast. Food and Energy Security. 2007: 1-7.*

Skolmen, RG; Thomas, F. (1999). *Eucalyptus globulus Labill. Eucalipto goma azul. Silvicultura Forestal 6: 205-210. Yaranga, R; Cano, M. 2013. Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos. Scientia Agropecuaria 4: 313-319.*

Singh, R; Sharma, RR; Kumar, S; Gupta, RK; Patil, RT. (2008). *Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria x ananassa Duch.). Bioresource Technology 99(17):8507-8511.*

Sohi, S., Lopez-CapeL, E., Krull, E., Bol, R., (2009). *Biochar, climate change and soil. A review to guide future research. Csiro Land Water Sci. Rep. 5, 17–31p.*

Taylor, P; Mason, J. 2010. *Biochar Production Fundamentals (capítulo 9) en: Taylor, P (ed.). The Biochar Revolution: Transforming Agriculture & Environment. Global Publishing Group. Australia. 113p.*

Us Composting Council an us Departament of Agriculture (2001) *Test methods for the examination of composting and compost.* (TMECC) Thompson W.H. (ed.). Disponible en <https://www.compostingcouncil.org/page/tmecc>

Vargas O. 2011. *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino.* [Universidad Nacional de Colombia] E- archivo <http://es.scribd.com/doc/58772431/Guia-estauracion-Ecologica>.

ANEXOS

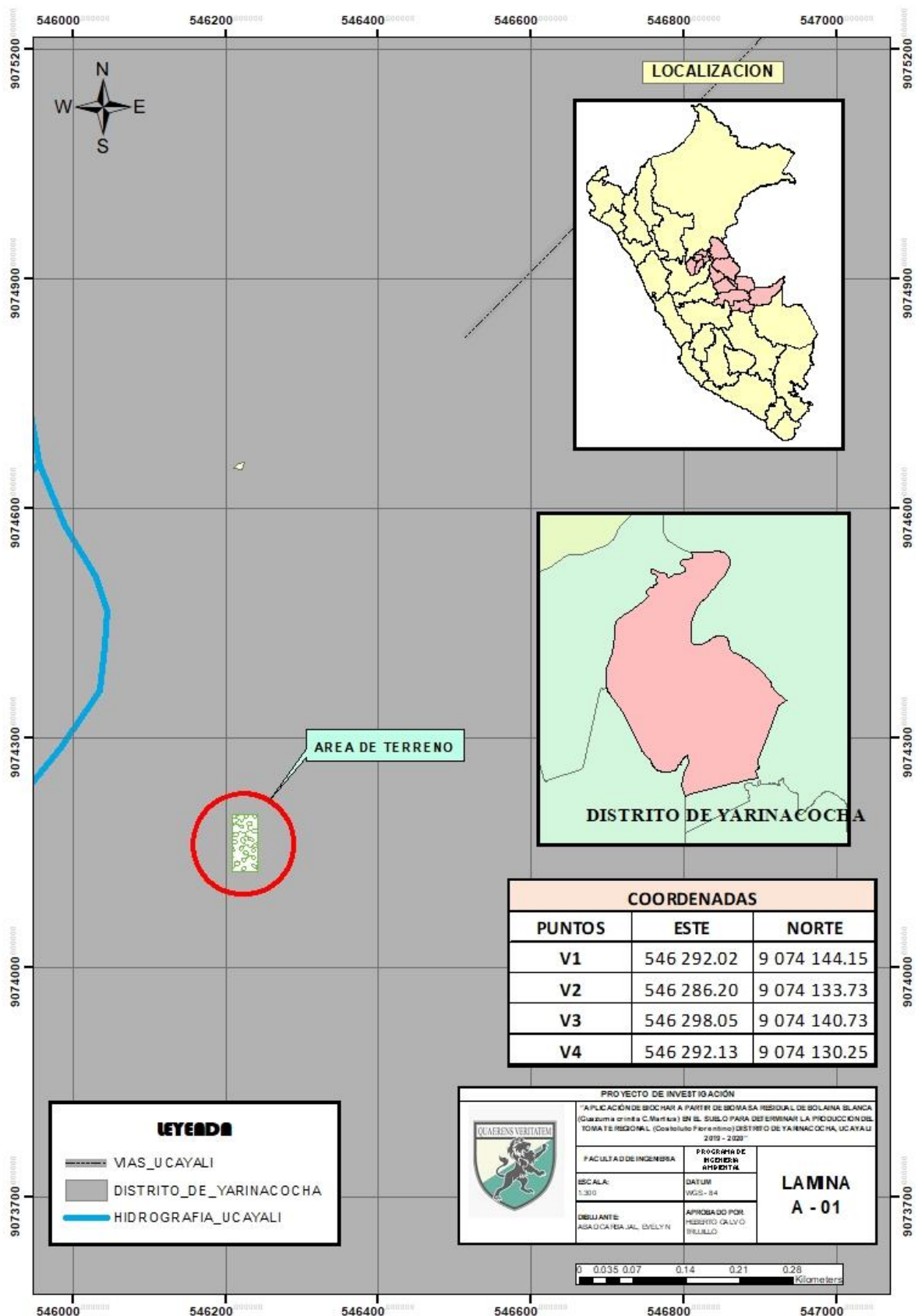
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Título: "APLICACIÓN DE BIOCHAR APARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita C.Martius) EN EL SUELO PARA MEJORAR LA PRODUCCION EN EL TOMATE REGIONAL (costoluto fiorentino) DISTRITO DE YARINACOCCHA, UCAYALI 2019 – 2020

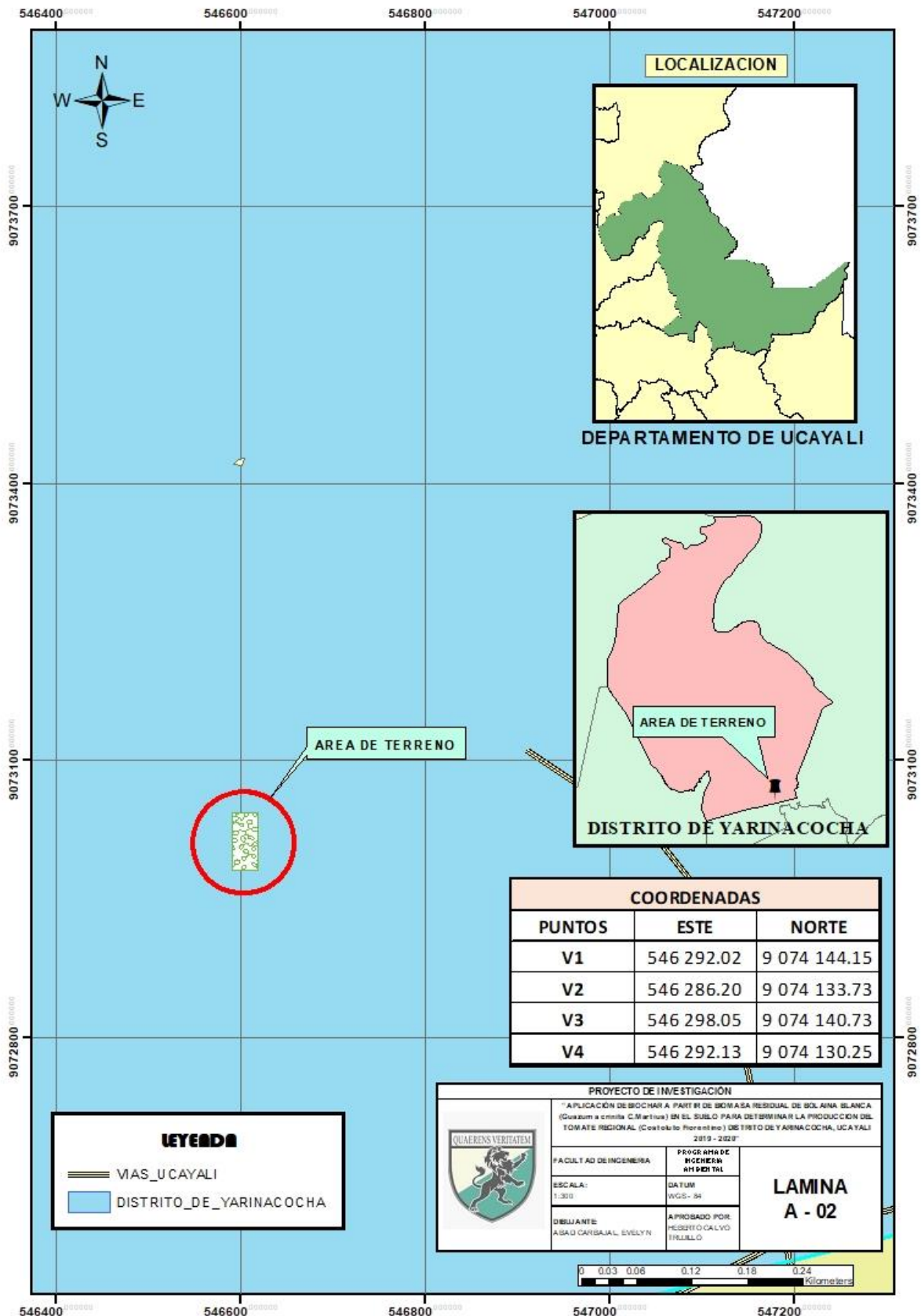
Tesista: Abad Carbajal, Evelyn

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES | INDICADORES | METODOLOGIA | POBLACION Y MUESTRA |
|--|--|--|--|--|---------------------|--|
| ¿Cuál es la estabilidad del biochar de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart) en el cultivo de tomate regional (<i>costoluto fiorentino</i>) y su efecto en el suelo agrícola, en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020? | Determinar la estabilidad del biochar, de bolaina blanca mediante el método de pirolisis rápida, validándolo en la productividad del cultivo de tomate regional (costoluto fiorentino) y su efecto en el suelo agrícola, en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020. | <p>Hi: El biochar biochar de bolaina blanca aplicado al suelo agrícola mejorará la producción del tomate regional.</p> <p>Ho: El biochar biochar de bolaina blanca aplicado al suelo agrícola no mejorará la producción del tomate regional.</p> | | <p>Parámetros físicos del biochar</p> <p>Temperatura</p> <p>Densidad aparente</p> <p>Porosidad</p> <p>Humedad</p> <p>Parámetros químicos del Biochar</p> <p>Nivel de pH</p> <p>Conductividad eléctrica</p> <p>Materia Orgánica</p> <p>Biochar Obtenido</p> <p>Kg peso bruto</p> <p>Kg peso tamizado</p> | | |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICOS | VARIABLE INDEPENDIENTE: | | | |
| ¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos - químicos del biochar de bolaina blanca en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020? | Determinar los parámetros físicos y químicos del biochar de bolaina blanca (obtenidos a partir de pirolisis rápida | <p>Los parámetros físicos del biochar influyen en la mejora de las características de textura del suelo</p> <p>Los parámetros químicos del biochar de bolaina blanca, influye en el incremento de macro y micro nutrientes del suelo agrícola.</p> | Aplicación de biochar | N, P, K. | Enfoque Cualitativo | <p>POBLACIÓN:</p> <p>Plantones de tomate regional</p> |
| ¿Cuál es la cantidad de biochar obtenido de bolaina blanca mediante pirolisis rápida en el en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020? | Medir la cantidad de biochar obtenido de bolaina blanca, mediante la pirólisis rápida. | La cantidad de biochar obtenido a nivel de campo bolaina blanca mediante el método de pirolisis. | VARIABLE DEPENDIENTE: | | DISEÑO | MUESTRA: |
| | | | Suelo Agrícola | %Na | DCA | Conformado 60 plantones |
| | | | | %Ca | | FORMULACIÓN DE |
| | | | | %Mg | ESQUEMA | HIPOTESIS: |
| | | | | %K | ANOVA | Hi: T1=T2=T3=T4 |
| | | | VARIABLE INTERVINIENTE: | %Na | | Ho: T1≠ T2≠T3≠T4 |
| | | | Tomate regional (costoluto fiorentino) | %Cu | | |
| | | | | %Fe | | |
| | | | | %Zn | | |
| | | | | %Mn | | |
| ¿Cuál será la capacidad de estimulación de biochar en los 4 tratamientos diferentes en las respectivas parcelas, en el vigor de la planta de tomate regional (<i>costoluto fiorentino</i>) y su rendimiento por parcela el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020? | Determinar la capacidad de estimulación del biochar en 4 tratamientos diferentes en las respectivas semiparcelas, en el vigor de la planta de tomate regional (<i>costoluto fiorentino</i>) y su rendimiento por parcela en el Distrito de Yarinacocha, Ucayali 2019 - 2020. | La capacidad de estimulación del biochar en los 4 tratamientos diferentes mejora el vigor y rendimiento por parcela del tomate regional serán las óptimas. | | Vigor de la Planta | | |
| | | | | Tamaño de planta | | |
| | | | | Tamaño de tallo | | |
| | | | | Tamaño de fruto | | |
| | | | | Peso del fruto | | |
| | | | | Hojas | | |

ANEXO 2. COORDENADAS DONDE SE LLEVARÁ A CABO LA EXPERIMENTACIÓN



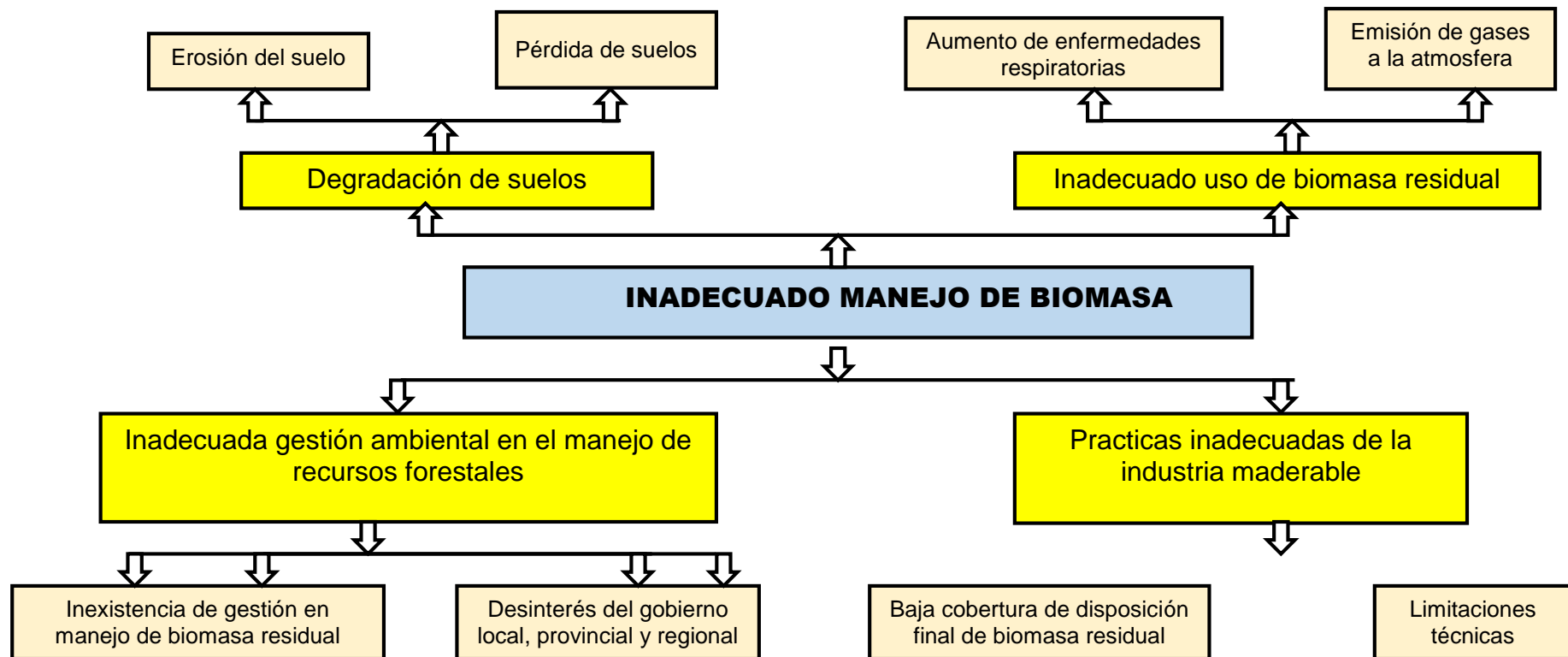
ANEXO 3. COORDENADAS DONDE SE LLEVARÁ A CABO LA EXPERIMENTACIÓN



ANEXO 4. ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTOS.

Título: “APLICACIÓN DE BIOCHAR APARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita C.Martius) EN EL SUELO PARA MEJORAR LA PRODUCCION EN EL TOMATE REGIONAL (costoluto fiorentino) DISTRITO DE YARINACOCHA, UCAYALI 2019 - 2020”

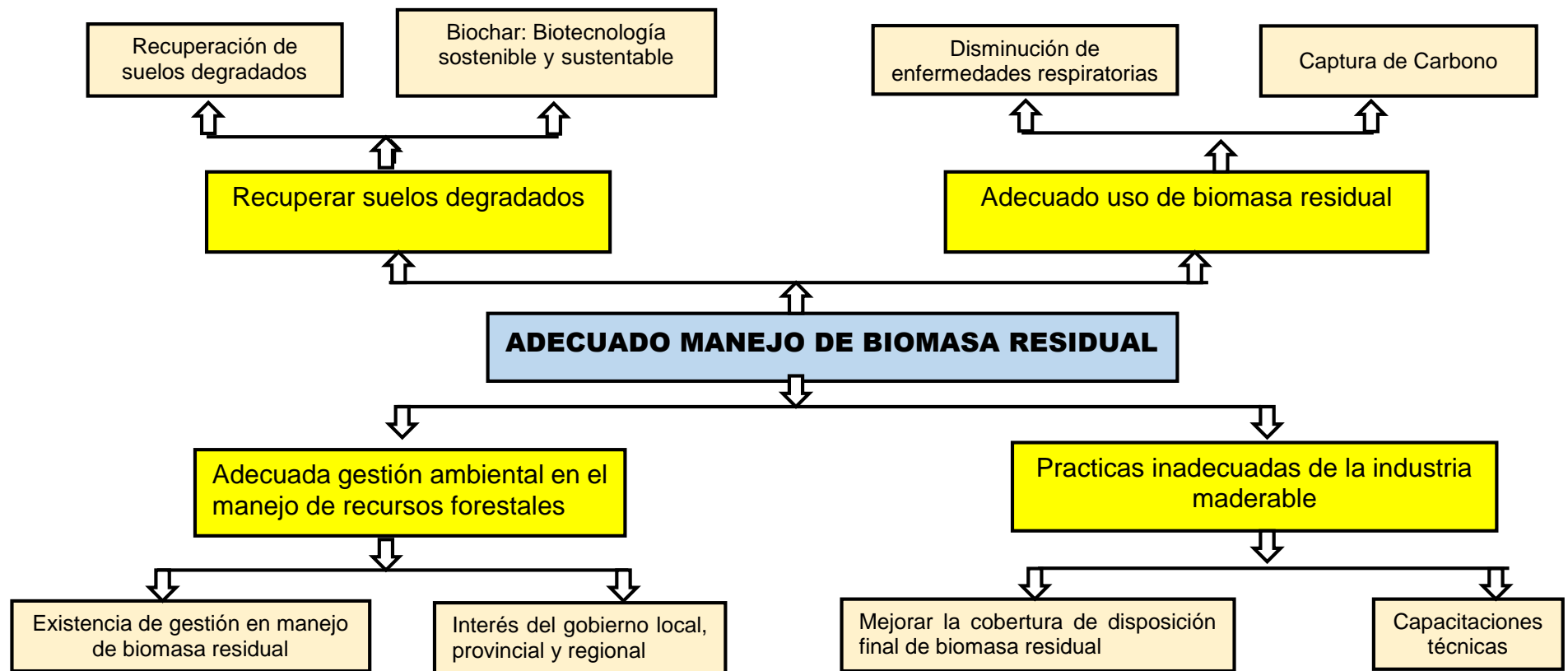
Tesista: Abad Carbajal, Evelyn



ANEXO 5. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES.

Título: “APLICACIÓN DE BIOCHAR APARTIR DE BIOMASA RESIDUAL DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* C.Martius) EN EL SUELO PARA MEJORAR LA PRODUCCION EN EL TOMATE REGIONAL (costoluto fiorentino) DISTRITO DE YARINACOCHA, UCAYALI 2019 - 2020”

Tesista: Abad Carbajal, Evelyn



ANEXO 6. FICHA DE CAMPO TAMAÑO DE TALLO

| TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 15 DIAS | | | | TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 30 DIAS | | | | TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 45 DIAS | | | | TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 60 DIAS | | | |
|--|------|------|------|--|------|------|------|--|------|------|------|--|------|------|------|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 |
| 12,5 | 10,3 | 10,5 | 10,9 | 18,5 | 20,5 | 22,5 | 25,2 | 19,7 | 22,5 | 29,5 | 33,6 | 35,7 | 38,7 | 40,9 | 44,9 |
| 11,3 | 8,9 | 10,3 | 10,5 | 20,8 | 22,8 | 24,8 | 24,8 | 23,6 | 31,6 | 31,6 | 33,4 | 36,6 | 39,6 | 44,2 | 45,2 |
| 10,5 | 9,6 | 9,9 | 10,8 | 16,9 | 18,9 | 20,9 | 20,9 | 19,5 | 32,5 | 32,5 | 32,5 | 34,5 | 39,2 | 41,8 | 43,8 |
| 9,8 | 9,8 | 10,2 | 11,2 | 17,3 | 21,1 | 23,2 | 23,2 | 22,9 | 32,8 | 36,5 | 32,8 | 31,9 | 41,1 | 43,1 | 45,1 |
| 10,3 | 10,6 | 11,5 | 11,5 | 17,6 | 19,6 | 24,6 | 24,6 | 21,9 | 21,9 | 27,7 | 31,9 | 32,7 | 39,4 | 43,4 | 45,4 |
| 11,4 | 10,4 | 10,3 | 9,8 | 18,6 | 20,6 | 24,8 | 24,8 | 20,4 | 24,5 | 35,2 | 34,1 | 33,5 | 38,6 | 42,8 | 44,8 |
| 11,2 | 11,3 | 9,9 | 10,2 | 19,2 | 21,3 | 24,1 | 24,1 | 21,8 | 25,8 | 29,8 | 33,9 | 35,2 | 38,4 | 41,9 | 43,9 |
| 10,9 | 11,5 | 10,9 | 10,1 | 17,9 | 19,9 | 23,9 | 23,9 | 20,9 | 22,9 | 28,7 | 32,9 | 31,9 | 37,6 | 42,4 | 44,2 |
| 10,7 | 10,2 | 10,1 | 11,3 | 17,3 | 19,7 | 25,3 | 25,3 | 21,5 | 23,5 | 29,3 | 33,5 | 32,8 | 39,3 | 40,8 | 42,8 |
| 12,5 | 11,3 | 11,2 | 11,2 | 17,5 | 19,5 | 24,8 | 24,8 | 21,8 | 23,8 | 29,8 | 33,8 | 33,7 | 39,5 | 40,9 | 42,9 |
| 11,2 | 12,4 | 9,7 | 10,9 | 17,3 | 19,3 | 22,9 | 22,9 | 23,7 | 27,2 | 27,2 | 32,7 | 32,8 | 38,8 | 40,6 | 42,6 |
| 10,9 | 13,5 | 10,2 | 11,2 | 18,6 | 21,8 | 23,7 | 23,7 | 21,8 | 22,9 | 28,9 | 32,9 | 31,7 | 37,7 | 41,6 | 43,6 |
| 10,6 | 11,3 | 12,1 | 12,3 | 17,8 | 21,4 | 23,8 | 23,8 | 22,5 | 28,3 | 33,6 | 33,8 | 32,8 | 39,9 | 42,9 | 43,9 |
| 9,9 | 9,8 | 11,1 | 14,5 | 17,9 | 19,8 | 24,3 | 24,3 | 23,3 | 25,3 | 34,7 | 33,5 | 31,3 | 38,3 | 42,5 | 44,7 |
| 10,7 | 10,8 | 13,2 | 15,5 | 18,1 | 20,8 | 24,6 | 24,6 | 23,5 | 27,3 | 34,5 | 33,7 | 32,8 | 37,6 | 42,6 | 44,9 |

| TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 75 DIAS | | | | TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 90 DIAS | | | | TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 105 DIAS | | | | TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 120 DIAS | | | | TAMAÑO DE TALLO/PLANTA (cm) 135 DIAS | | | |
|--|------|------|------|--|------|------|------|---|------|------|------|---|------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 |
| 41,7 | 44,7 | 46,7 | 55,7 | 49,7 | 69,7 | 73,8 | 75,8 | 74,8 | 79,2 | 81,2 | 88,3 | 92,3 | 99,8 | 102,8 | 104,5 | 102,4 | 106,6 | 108,6 | 110,6 |
| 39,9 | 49,7 | 55,3 | 55,5 | 51,6 | 56,6 | 58,8 | 68,8 | 73,6 | 75,6 | 81,8 | 83,8 | 91,8 | 99,9 | 101,9 | 103,9 | 103,1 | 108,3 | 110,3 | 112,3 |
| 41,8 | 43,8 | 45,8 | 55,8 | 58,9 | 59,5 | 59,5 | 69,5 | 75,1 | 77,8 | 80,4 | 83,4 | 92,5 | 98,2 | 103,2 | 104,8 | 101,9 | 109,6 | 113,6 | 114,6 |
| 41,6 | 43,6 | 46,6 | 55,4 | 57,2 | 68,8 | 72,3 | 72,3 | 74,9 | 77,3 | 82,9 | 85,9 | 91,7 | 98,4 | 103,4 | 105,5 | 102,8 | 106,9 | 108,9 | 110,9 |
| 40,9 | 49,4 | 55,3 | 55,3 | 55,8 | 69,2 | 71,9 | 69,9 | 75,1 | 75,1 | 79,9 | 86,6 | 92,3 | 92,4 | 90,6 | 92,6 | 99,9 | 111,4 | 114,8 | 117,8 |
| 42,3 | 49,4 | 54,3 | 56,2 | 54,8 | 69,6 | 71,9 | 71,9 | 74,6 | 79,6 | 81,7 | 87,2 | 89,9 | 98,9 | 102,8 | 104,8 | 99,8 | 109,3 | 114,3 | 113,8 |
| 43,2 | 49,2 | 52,6 | 54,9 | 53,9 | 62,9 | 62,9 | 72,9 | 73,9 | 78,4 | 80,8 | 85,6 | 89,8 | 89,9 | 89,9 | 90,9 | 101,3 | 108,2 | 110,8 | 117,4 |
| 45,1 | 48,3 | 52,5 | 54,7 | 52,6 | 59,7 | 63,9 | 73,6 | 74,5 | 78,3 | 81,4 | 89,8 | 89,7 | 89,7 | 89,7 | 91,4 | 102,4 | 109,3 | 111,9 | 115,9 |
| 42,9 | 48,6 | 53,8 | 54,4 | 49,9 | 62,7 | 64,5 | 74,4 | 75,2 | 75,5 | 82,5 | 88,5 | 89,9 | 89,9 | 103,8 | 105,8 | 103,2 | 105,8 | 107,8 | 112,7 |
| 39,7 | 47,9 | 51,9 | 53,9 | 51,9 | 63,5 | 65,8 | 75,3 | 74,4 | 76,4 | 83,1 | 88,4 | 89,8 | 92,4 | 96,3 | 98,3 | 103,3 | 105,6 | 107,9 | 113,9 |
| 40,9 | 47,5 | 52,7 | 54,5 | 52,8 | 62,4 | 64,8 | 74,9 | 72,8 | 74,8 | 79,4 | 87,8 | 91,7 | 95,8 | 97,5 | 99,6 | 99,9 | 109,9 | 111,6 | 116,3 |
| 41,5 | 44,6 | 53,7 | 55,9 | 56,9 | 63,9 | 65,9 | 75,9 | 75,3 | 78,6 | 81,2 | 89,2 | 92,6 | 96,7 | 101,6 | 106,9 | 101,9 | 107,5 | 111,5 | 115,7 |
| 39,5 | 45,3 | 53,5 | 55,4 | 57,3 | 64,5 | 66,4 | 74,8 | 74,9 | 78,3 | 81,7 | 88,7 | 93,7 | 97,7 | 97,7 | 99,4 | 102,3 | 107,8 | 109,9 | 115,6 |
| 41,3 | 47,8 | 53,8 | 55,6 | 58,1 | 67,5 | 71,2 | 71,9 | 74,3 | 76,9 | 82,2 | 89,2 | 93,3 | 97,4 | 97,3 | 99,2 | 104,7 | 110,3 | 114,3 | 117,5 |
| 41,9 | 48,9 | 53,9 | 55,8 | 55,8 | 61,3 | 63,9 | 73,8 | 71,9 | 79,6 | 82,3 | 89,6 | 92,8 | 98,6 | 95,6 | 96,8 | 100,5 | 111,2 | 113,6 | 116,8 |

ANEXO 7. FICHA DE CAMPO NUMERO DE HOJAS

| NUMERO DE HOJAS/PLANTA 15 | | | | NUMERO DE HOJAS/PLANTA 30 | | | | NUMERO DE HOJAS/PLANTA 45 | | | | NUMERO DE HOJAS/PLANTA 60 | | | |
|------------------------------|----|----|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|----|----|----|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 |
| 5 | 5 | 3 | 5 | 23 | 25 | 25 | 35 | 31 | 35 | 35 | 40 | 37 | 39 | 44 | 55 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 25 | 28 | 18 | 28 | 35 | 35 | 35 | 44 | 35 | 39 | 45 | 57 |
| 3 | 3 | 4 | 6 | 28 | 35 | 26 | 36 | 32 | 38 | 38 | 46 | 40 | 43 | 45 | 55 |
| 4 | 4 | 3 | 5 | 24 | 21 | 21 | 31 | 32 | 38 | 38 | 42 | 41 | 43 | 45 | 52 |
| 4 | 4 | 5 | 6 | 25 | 27 | 17 | 37 | 34 | 35 | 40 | 41 | 41 | 46 | 46 | 53 |
| 3 | 3 | 3 | 5 | 25 | 23 | 23 | 30 | 34 | 35 | 40 | 39 | 42 | 47 | 46 | 55 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 27 | 25 | 25 | 35 | 35 | 33 | 40 | 43 | 39 | 44 | 42 | 53 |
| 5 | 5 | 3 | 5 | 27 | 24 | 24 | 34 | 35 | 33 | 39 | 45 | 41 | 42 | 42 | 56 |
| 3 | 3 | 3 | 5 | 27 | 23 | 23 | 33 | 33 | 32 | 36 | 48 | 39 | 42 | 42 | 57 |
| 3 | 3 | 3 | 6 | 28 | 25 | 15 | 35 | 33 | 32 | 36 | 46 | 39 | 43 | 47 | 54 |
| 3 | 3 | 4 | 6 | 28 | 26 | 26 | 36 | 34 | 35 | 38 | 41 | 38 | 40 | 47 | 55 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 23 | 28 | 18 | 38 | 35 | 36 | 35 | 44 | 39 | 41 | 41 | 56 |
| 2 | 2 | 4 | 4 | 25 | 29 | 19 | 29 | 31 | 33 | 34 | 43 | 42 | 44 | 44 | 55 |
| 2 | 2 | 5 | 5 | 23 | 25 | 25 | 35 | 34 | 33 | 35 | 45 | 41 | 44 | 44 | 56 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 23 | 29 | 19 | 34 | 35 | 31 | 36 | 44 | 37 | 39 | 41 | 57 |

| 37NUMERO DE HOJAS/PLANTA 75 | | | | NUMERO DE HOJAS/PLANTA 90 | | | | NUMERO DE HOJAS/PLANTA 105 | | | | NUMERO DE HOJAS/PLANTA 120 | | | | NUMERO DE HOJAS/PLANTA 135 | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|---------------------------------|----|----|----|----------------------------------|----|----|----|----------------------------------|----|----|----|----------------------------------|----|----|-----|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 |
| 45 | 47 | 53 | 56 | 55 | 57 | 59 | 61 | 55 | 57 | 59 | 65 | 59 | 63 | 73 | 78 | 59 | 65 | 79 | 99 |
| 45 | 50 | 55 | 58 | 52 | 57 | 59 | 61 | 52 | 57 | 60 | 69 | 58 | 63 | 72 | 88 | 58 | 66 | 77 | 95 |
| 48 | 50 | 52 | 59 | 52 | 54 | 56 | 63 | 52 | 54 | 61 | 66 | 59 | 59 | 72 | 81 | 59 | 63 | 77 | 101 |
| 45 | 50 | 52 | 56 | 54 | 56 | 58 | 63 | 54 | 56 | 59 | 70 | 59 | 59 | 70 | 87 | 59 | 64 | 77 | 103 |
| 48 | 48 | 51 | 55 | 52 | 54 | 56 | 62 | 52 | 54 | 59 | 69 | 61 | 65 | 70 | 80 | 61 | 68 | 78 | 98 |
| 49 | 52 | 52 | 57 | 58 | 55 | 55 | 63 | 58 | 55 | 58 | 72 | 62 | 65 | 69 | 79 | 62 | 69 | 79 | 99 |
| 46 | 46 | 51 | 55 | 55 | 55 | 58 | 61 | 55 | 55 | 61 | 68 | 63 | 65 | 73 | 83 | 63 | 73 | 81 | 104 |
| 45 | 52 | 53 | 58 | 53 | 53 | 54 | 63 | 53 | 53 | 61 | 68 | 63 | 66 | 73 | 89 | 63 | 72 | 79 | 97 |
| 43 | 51 | 51 | 59 | 52 | 53 | 56 | 63 | 52 | 53 | 62 | 71 | 64 | 63 | 69 | 85 | 64 | 69 | 75 | 99 |
| 44 | 49 | 52 | 56 | 55 | 53 | 56 | 61 | 55 | 53 | 59 | 71 | 62 | 63 | 72 | 83 | 62 | 69 | 77 | 101 |
| 50 | 49 | 52 | 57 | 52 | 53 | 52 | 60 | 52 | 53 | 57 | 66 | 62 | 62 | 72 | 87 | 62 | 68 | 76 | 99 |
| 50 | 49 | 52 | 58 | 52 | 55 | 58 | 61 | 52 | 55 | 61 | 66 | 62 | 62 | 70 | 82 | 62 | 68 | 76 | 105 |
| 49 | 47 | 52 | 57 | 55 | 57 | 58 | 63 | 55 | 57 | 61 | 72 | 64 | 62 | 70 | 85 | 64 | 68 | 78 | 98 |
| 49 | 51 | 51 | 58 | 53 | 54 | 59 | 62 | 53 | 54 | 63 | 72 | 63 | 68 | 73 | 89 | 63 | 72 | 78 | 103 |
| 51 | 51 | 53 | 59 | 51 | 53 | 59 | 63 | 51 | 53 | 63 | 73 | 65 | 68 | 73 | 79 | 65 | 72 | 79 | 97 |

ANEXO 8. FICHA DE CAMPO NUMERO DE FRUTOS

| NUMERO DE FRUTOS/PLANTA 105 | | | | NUMERO DE FRUTOS/PLANTA 120 | | | | NUMERO DE FRUTOS/PLANTA 135 | | | |
|--------------------------------|----|----|----|--------------------------------|----|----|----|--------------------------------|----|----|----|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 7 | 2 | 2 | 4 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 8 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 8 | 2 | 3 | 5 | 8 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 8 | 2 | 3 | 4 | 8 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 7 | 2 | 3 | 5 | 7 |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 2 | 5 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 5 | 9 | 2 | 2 | 5 | 9 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 5 | 6 | 2 | 2 | 5 | 6 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 8 | 2 | 3 | 4 | 8 |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 7 | 2 | 2 | 4 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 2 | 5 | 7 |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 7 | 2 | 3 | 5 | 7 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 2 | 5 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 7 | 2 | 3 | 4 | 7 |

ANEXO 9. FICHA DE CAMPO NUMERO DE FLORES

| NUMERO DE FLORES/PLANTA 60 | | | | NUMERO DE FLORES/PLANTA 75 | | | | NUMERO DE FLORES/PLANTA 90 | | | |
|-------------------------------|----|----|----|-------------------------------|----|----|----|-------------------------------|----|----|----|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 | T0 | T1 | T2 | T3 |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 8 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 8 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 7 |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 5 | 9 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 5 | 6 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 8 |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 7 |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 7 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 7 |

ANEXO 10. FICHA DE CAMPO PESO DE FRUTO

| PESO FRUTO/PLANTA (gr) | | | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 105 | | | |
| T0 | T1 | T2 | T3 |
| 30,9 | 46,0 | 71,0 | 91,0 |
| 33,8 | 49,5 | 73,5 | 92,5 |
| 34,5 | 53,0 | 74,9 | 93,0 |
| 36,7 | 54,0 | 75,4 | 99,9 |
| 41,6 | 56,0 | 76,6 | 95,5 |
| 32,5 | 48,3 | 75,6 | 92,9 |
| 33,6 | 52,5 | 75,2 | 99,5 |
| 32,9 | 51,9 | 75,9 | 99,9 |
| 31,9 | 52,6 | 75,7 | 92,6 |
| 31,6 | 51,8 | 71,9 | 93,4 |
| 37,8 | 49,8 | 72,6 | 91,8 |
| 40,9 | 49,9 | 72,8 | 94,5 |
| 39,8 | 50,5 | 73,6 | 93,3 |
| 39,8 | 55,3 | 74,4 | 96,7 |
| 38,5 | 55,9 | 75,2 | 98,7 |

ANEXO 11. RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego

Instituto Nacional
de Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Solicitante: | Evelin Abad Carbajal | Fecha muestreo: | 24/08/2020 |
| Procedencia: | Yarinacocha - Alameda | Fecha Recepción: | 28/08/2020 |
| Dirección Legal: | Jr. Virgen del Pilar Mz F Lt 11 | Fecha Resultados: | 07/09/2020 |
| Solicitud Ingreso: | SU 00024-EEAP-2020 | Tipo Muestra: | Suelo |
| Ensayo Solicitado: | Caracterización | Cultivo Anterior: | Tomate |
| Código : 24 | Parcela 47 - M2 | Cultivo a Instalar: | N/D |
| Muestreo por: | El Solicitante | Edad del Cultivo | N/D |

| ANÁLISIS TEXTURAL | | | | | | |
|------------------------|-------------------|--------|---------|--------|----------------|---|
| Profundidad Suelo (m.) | Profundidad (cm.) | Arena | Arcilla | Limo | Clase Textural | Densidad Aparente (gr/cm ³) |
| 0.10 | 0-10 | 67.12% | 14.32% | 18.56% | Franco Arenoso | 1.51 |

| ANÁLISIS DE FERTILIDAD | | | | | | | | | |
|------------------------|------|---------|-------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| | pH | M.O (%) | N (%) | Fósforo (p.p.m.) | Aluminio (Cmol ⁺ /Lt.) | Potasio (Cmol ⁺ /Lt.) | Calcio (Cmol ⁺ /Lt.) | Magnesio (Cmol ⁺ /Lt.) | Bases Totales (Cmol ⁺ /Lt.) |
| VALORES | 5.44 | 2.39 | 0.11 | 9.64 | 1.00 | 0.77 | 1.58 | 0.48 | 2.83 |

| Valor Calculado | Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C | OTRAS DETERMINACIONES QUIMICAS | |
|-----------------|--|--------------------------------|---|
| | | CIC efectiva (meq/100 g) | % de Saturación de Al respecto a CIC efectiva |
| | 0.04 | | |
| Interpretación | No salino. Efecto de salinidad casi nulo | 3.83 | 26.12% |

| RELACIONES ENTRE CATIONES | | | | |
|---------------------------|---------|--------|--------|-----------------|
| | Ca / Mg | Mg / K | Ca / K | (Ca + Mg) / K |
| VALORES | 3.30 | 0.62 | 2.03 | 2.65 |

L. Yanqui

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico humedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5
CC : Nelson & Sommers
P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrac. KCL
K, P : Extrac. NaHCO₃-EDTA-SUPERFLOC
K, Ca, Mg : Absorción Atómica
D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

LAYO

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Ing. Edinson L. Yanqui
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y
TEJIDOS VEGETALES

www.inia.gob.pe

Carretera Federico Basadre km 4
Pucallpa Ucayali, Perú
T: (061) 871-919
E: pucallpa@inia.gob.pe



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y RiegoInstituto Nacional
de Innovación AgrariaEstación Experimental
Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Solicitante: | Evelin Abad Carbajal | Fecha muestreo: | 24/08/2020 |
| Procedencia: | Yarinacocha - Alameda | Fecha Recepción: | 28/08/2020 |
| Dirección Legal: | Jr. Virgen del Pilar Mz F Lt 11 | Fecha Resultados: | 07/09/2020 |
| Solicitud Ingreso: | SU 00024-EEAP-2020 | Tipo Muestra: | Suelo |
| Ensayo Solicitado: | Caracterización | Cultivo Anterior: | Tomate |
| Código : 26 | Parcela 47 - M4 | Cultivo a Instalar: | N/D |
| Muestreado por: | El Solicitante | Edad del Cultivo: | N/D |

| Profundidad Suelo (m.) | ANÁLISIS TEXTURAL | | | | | Clase Textural | Densidad Aparente (gr/cm ³) |
|------------------------|-------------------|--------|---------|--------|--|----------------|---|
| | Profundidad (cm.) | Arena | Arcilla | Limo | | | |
| 0.10 | 0-10 | 49.12% | 18.32% | 32.56% | | Franco | 1.44 |

| | ANÁLISIS DE FERTILIDAD | | | | | | | | |
|---------|------------------------|---------|-------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| | pH | M.O (%) | N (%) | Fósforo (p.p.m.) | Aluminio (Cmol ⁺ /Lt.) | Potasio (Cmol ⁺ /Lt.) | Calcio (Cmol ⁺ /Lt.) | Magnesio (Cmol ⁺ /Lt.) | Bases Totales (Cmol ⁺ /Lt.) |
| VALORES | 5.16 | 4.32 | 0.19 | 10.15 | 1.40 | 0.20 | 2.10 | 0.17 | 2.47 |

| Valor Calculado | Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C | OTRAS DETERMINACIONES QUIMICAS | |
|-----------------|--|--------------------------------|---|
| | | CIC efectiva (meq/100 g) | % de Saturación de Al respecto a CIC efectiva |
| | 0.06 | | |
| Interpretación | No salino. Efecto de salinidad casi nulo | 3.87 | 36.17% |

| | RELACIONES ENTRE CATIONES | | | |
|---------|---------------------------|--------|--------|-----------------|
| | Ca / Mg | Mg / K | Ca / K | (Ca + Mg) / K |
| VALORES | 12.13 | 0.86 | 10.37 | 11.23 |

L. Yanqui

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico humedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5
 CC : Nelson & Sommers
 P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrac. KCL
 K, P : Extrac. NaHCO₃-EDTA-SUPERFLOC
 K, Ca, Mg : Absorción Atómica

LAYO

D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
 Estación Experimental Agraria Pucallpa

 Ing. Edinson Edmundo Lopez Gallán
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y
 TEJIDOS VEGETALES

www.inia.gob.pe

Carretera Federico Basadre km 4
 Pucallpa Ucayali, Perú
 T: (084) 571-919
 E: pucallpa@inia.gob.pe



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego

Instituto Nacional
de Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Solicitante: | Evelin Abad Carbajal | Fecha muestreo: | 24/08/2020 |
| Procedencia: | Yarinacocha - Alameda | Fecha Recepción: | 28/08/2020 |
| Dirección Legal: | Jr. Virgen del Pilar Mz F Lt 11 | Fecha Resultados: | 07/09/2020 |
| Solicitud Ingreso: | SU 00024-EEAP-2020 | Tipo Muestra: | Suelo |
| Ensayo Solicitado: | Caracterización | Cultivo Anterior: | Tomate |
| Código : 25 | Parcela 47 - M3 | Cultivo a Instalar: | N/D |
| Muestreado por: | El Solicitante | Edad del Cultivo | N/D |

| ANÁLISIS TEXTURAL | | | | | | |
|------------------------|-------------------|--------|---------|--------|----------------|---|
| Profundidad Suelo (m.) | Profundidad (cm.) | Arena | Arcilla | Limo | Clase Textural | Densidad Aparente (gr/cm ³) |
| 0.10 | 0-10 | 47.12% | 22.32% | 30.56% | Franco | 1.40 |

| ANÁLISIS DE FERTILIDAD | | | | | | | | | |
|------------------------|------|---------|-------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| | pH | M.O (%) | N (%) | Fósforo (p.p.m.) | Aluminio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Potasio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Calcio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Magnesio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Bases Totales (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) |
| VALORES | 5.11 | 3.76 | 0.17 | 10.02 | 1.80 | 0.70 | 2.28 | 0.23 | 3.20 |

| | | Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C | OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS | |
|-----------------|--|--|--------------------------------|---|
| Valor Calculado | | 0.09 | CIC efectiva (meq/100 g) | % de Saturación de Al respecto a CIC efectiva |
| Interpretación | No salino. Efecto de salinidad casi nulo | | 5.00 | 35.97% |

| RELACIONES ENTRE CATIONES | | | | |
|---------------------------|---------|--------|--------|-----------------|
| | Ca / Mg | Mg / K | Ca / K | (Ca + Mg) / K |
| VALORES | 9.88 | 0.33 | 3.26 | 3.59 |

L. Yanqui

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo; Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5

CC : Nelson & Sommers

P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrac. KCL

K, P

: Extrac. NaHCO₃-EDTA-SUPERFLOC

K, Ca, Mg : Absorción Atómica

D. Apr.

: Soil texture triangle hydraulic properties calculator

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Ing. Edinson Eduardo López Galán
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y
PLANTAS VEGETALES

www.inia.gob.pe

Carretera Federico Basadre km 4
Pucallpa Ucayali, Perú
T: (061) 571-913
E: pucallpa@inia.gob.pe



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y RiegoInstituto Nacional
de Innovación AgrariaEstación Experimental
Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Solicitante: | Evelin Abad Carbajal | Fecha muestreo: | 24/08/2020 |
| Procedencia: | Yarinacocha - Alameda | Fecha Recepción: | 28/08/2020 |
| Dirección Legal: | Jr. Virgen del Pilar Mz F Lt 11 | Fecha Resultado: | 07/09/2020 |
| Solicitud Ingreso: | SU 00024-EEAP-2020 | Tipo Muestra: | Suelo |
| Ensayo Solicitado: | Caracterización | Cultivo Anterior: | Tomate |
| Código : 23 | Parcela 47 - M1 | Cultivo a Instalar: | N/D |
| Muestreado por: | El Solicitante | Edad del Cultivo | N/D |

| Profundidad Suelo (m.) | ANÁLISIS TEXTURAL | | | | | Densidad Aparente (gr/cm ³) |
|------------------------|-------------------|--------|---------|--------|----------------|---|
| | Profundidad (cm.) | Arena | Arcilla | Limo | Clase Textural | |
| 0.10 | 0-10 | 69.12% | 14.32% | 16.56% | Franco Arenoso | 1.51 |

| VALORES | ANÁLISIS DE FERTILIDAD | | | | | | | | |
|---------|------------------------|---------|-------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| | pH | M.O (%) | N (%) | Fósforo (p.p.m.) | Aluminio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Potasio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Calcio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Magnesio (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) | Bases Totales (Cmol ⁽⁺⁾ /Lt.) |
| | 5.54 | 3.55 | 0.16 | 10.91 | 0.80 | 0.63 | 1.85 | 0.49 | 2.98 |

| Valor Calculado | Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C | OTRAS DETERMINACIONES QUIMICAS | |
|-----------------|--|--------------------------------|---|
| | 0.03 | CIC efectiva (meq/100 g) | % de Saturación de Al respecto a CIC efectiva |
| Interpretación | No salino. Efecto de salinidad casi nulo | 3.78 | 21.17% |

| VALORES | RELACIONES ENTRE CATIONES | | | |
|---------|---------------------------|--------|--------|-----------------|
| | Ca / Mg | Mg / K | Ca / K | (Ca + Mg) / K |
| | 3.75 | 0.78 | 2.92 | 3.70 |

L. Yanqui

METODOLOGÍA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo: Autores, Q.F. Olinda Ayre V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5

CC : Nelson & Sommers

P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrac. KCL

K, P

: Extrac. NaHCO₃-EDTA-SUPERFLOC

K, Ca, Mg : Absorción Atómica

D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

LAYO

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Estación Experimental Agraria PucallpaIng. Edinson Edmundo López Galán
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y
TEJIDOS VEGETALES



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y RiegoInstituto Nacional
de Innovación AgrariaEstación Experimental
Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Solicitante: | Evelyn Abad Carbajal | Fecha muestreo: | 08/08/2020 |
| Procedencia: | Yarinacocha - Alameda | Fecha Recepción: | 13/08/2020 |
| Dirección Legal: | Jr. Virgen del Pilar Mz F Lt 11 | Fecha Resultados: | 07/09/2020 |
| Solicitud Ingreso: | SU 00019-EEAP-2020 | Tipo Muestra: | Suelo |
| Ensayo Solicitado: | Caracterización | Cultivo Anterior: | N/D |
| Código : 17 | Muestra 01 | Cultivo a Instalar: | N/D |
| Muestreo por: | El Solicitante | Edad del Cultivo | N/D |

| ANÁLISIS TEXTURAL | | | | | | |
|------------------------|-------------------|--------|---------|--------|------------------|---|
| Profundidad Suelo (m.) | Profundidad (cm.) | Arena | Arcilla | Limo | Clase Textural | Densidad Aparente (gr/cm ³) |
| 0.30 | 0-30 | 33.68% | 27.76% | 38.56% | Franco Arcilloso | 1.35 |

| ANÁLISIS DE FERTILIDAD | | | | | | | | | |
|------------------------|------|---------|-------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| | pH | M.O (%) | N (%) | Fósforo (p.p.m.) | Aluminio (Cmol ⁺ /Lt.) | Potasio (Cmol ⁺ /Lt.) | Calcio (Cmol ⁺ /Lt.) | Magnesio (Cmol ⁺ /Lt.) | Bases Totales (Cmol ⁺ /Lt.) |
| VALORES | 4.42 | 2.51 | 0.11 | 5.84 | 2.30 | 0.09 | 1.59 | 0.13 | 1.81 |

| Valor Calculado | Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C | OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS | |
|-----------------|--|--------------------------------------|---|
| | | CIC efectiva (Cmol ⁺ /Lt) | % de Saturación de Al respecto a CIC efectiva |
| | 0.19 | | |
| Interpretación | No salino. Efecto de salinidad casi nulo | 4.11 | 55.99% |

| RELACIONES ENTRE CATIONES | | | | |
|---------------------------|---------|--------|--------|-----------------|
| | Ca / Mg | Mg / K | Ca / K | (Ca + Mg) / K |
| VALORES | 12.06 | 1.47 | 17.73 | 19.20 |

L. Yanqui

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico humedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5

CC : Nelson & Sommers

P : Olsen Modificado

Ca, Mg

K, P

K, Ca, Mg

D. Apr.

: Extrac. KCL

: Extrac. NaHCO₃-EDTA-SUPERFLOC

: Absorción Atómica

: Soil texture triangle hydraulic properties calculator

LAYO

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Ing. Edinson Edgardo López Galán
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y
TEJIDOS VEGETALES

www.inia.gob.pe

Carratera Federico Basadre km 4
Pucallpa Ucayali, Perú
T: (061) 571-913
E: pucallpa@inia.gob.pe

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2021.02.26

| | |
|-----------------------------|--|
| SOLICITANTE | Evelyn Abad Carbajal |
| DNI | 48197118 |
| DIRECCIÓN | Jr. Virgen del Pilar Mz: "F", Lt:"11" – Yarinacocha |
| MUESTRA | BIOCARBÓN |
| PROCEDENCIA DE LA MUESTRA | José F. Sanchez Carrión, Parcelación N°47 - Yarinacocha |
| FORMA Y PRESENTACIÓN | Bolsa Ziploc transparente gruesa sellada |
| CANTIDAD RECIBIDA | 500 kg. aprox. |
| CÓDIGO DE MUESTRA | 2021.02.26 |
| ANALISTA RESPONSABLE | Blgo. Alcides Castillo Q. |
| FECHA DE INGRESO | 2021-02-12 |
| COLECTOR | El Solicitante |
| ANÁLISIS SOLICITADOS | ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO |
| FECHA INICIO DE ENSAYO | 2021-02-19 |
| FECHA TÉRMINO DE ENSAYO | 2021-03-05 |
| FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS | 2021-03-05 |

RESULTADOS

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

| PARÁMETRO | UNIDADES | MÉTODO | RESULTADO |
|-------------------|----------|---------------------|-----------|
| Temperatura | °C | Potenciométrico | 26 |
| pH | --- | Potenciométrico | 7.74 |
| Conductividad | µmho/cm | Potenciométrico | 93.58 |
| Humedad | % | Gravimétrico | 6.42 |
| Materia Orgánica | % | Gravimétrico | 95.67 |
| Nitrógeno | % | Espectrofotométrico | 0.42 |
| Potasio | % | Espectrofotométrico | 0.02 |
| Fósforo | % | Espectrofotométrico | 0.05 |
| Densidad aparente | g/ml | Gravimétrico | 0.42 |
| Porosidad | mg/ml | Gravimétrico | 345.2 |



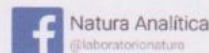
av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060

NATURA ANALÍTICA SAC.

Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
ESP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICOS
CSP 0174 - RNE 0138

1 del

E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com



ANEXO 12. ANALISIS DE VARIANZA DE EL TAMAÑO DEL TALLO

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 15 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|-------|------|-----------------|
| Tratamientos | 4,924 | 3 | 1,641 | 1,226 | ,309 | NS |
| Error | 74,952 | 56 | 1,338 | | | |
| Total | 79,876 | 59 | | | | |

*NS: No existe diferencia significativa.

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 30 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 373,137 | 3 | 124,379 | 107,239 | ,000 | DS |
| Error | 64,951 | 56 | 1,160 | | | |
| Total | 438,087 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa.

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 45 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 1181,535 | 3 | 393,845 | 63,708 | ,000 | DS |
| Error | 346,195 | 56 | 6,182 | | | |
| Total | 1527,730 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 60 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 1010,222 | 3 | 336,741 | 254,464 | ,000 | DS |
| Error | 74,107 | 56 | 1,323 | | | |
| Total | 1084,328 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 75 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 1603,098 | 3 | 534,366 | 123,776 | ,000 | DS |
| Error | 241,764 | 56 | 4,317 | | | |
| Total | 1844,862 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 90 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 2663,774 | 3 | 887,925 | 67,265 | ,000 | DS |
| Error | 739,225 | 56 | 13,200 | | | |
| Total | 3402,999 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 105 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 1445,529 | 3 | 481,843 | 219,733 | ,000 | DS |
| Error | 122,800 | 56 | 2,193 | | | |
| Total | 1568,329 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 120 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 634,340 | 3 | 211,447 | 11,766 | ,000 | DS |
| Error | 1006,333 | 56 | 17,970 | | | |
| Total | 1640,673 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza tamaño del tallo a los 135 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha= 0,05$ |
|---------------------|-------------------|----|------------------|---------|------|----------------|
| Tratamientos | 1328,734 | 3 | 442,911 | 105,700 | ,000 | DS |
| Error | 234,655 | 56 | 4,190 | | | |
| Total | 1563,388 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

ANEXO 13. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE HOJAS

Análisis de varianza número de hojas a los 15 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha= 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|----------------|
| Tratamientos | 26,050 | 3 | 8,683 | 11,018 | ,000 | DS |
| Error | 44,133 | 56 | ,788 | | | |
| Total | 70,183 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 30 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha= 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|----------------|
| Tratamientos | 1161,200 | 3 | 387,067 | 41,482 | ,000 | DS |
| Error | 522,533 | 56 | 9,331 | | | |
| Total | 1683,733 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 45 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha= 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|----------------|
| Tratamientos | 906,583 | 3 | 302,194 | 71,025 | ,000 | DS |
| Error | 238,267 | 56 | 4,255 | | | |
| Total | 1144,850 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 60 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha= 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|----------------|
| Tratamientos | 2101,667 | 3 | 700,556 | 166,894 | ,000 | DS |
| Error | 235,067 | 56 | 4,198 | | | |
| Total | 2336,733 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 75 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 841,383 | 3 | 280,461 | 87,449 | ,000 | DS |
| Error | 179,600 | 56 | 3,207 | | | |
| Total | 1020,983 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 90 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 651,250 | 3 | 217,083 | 75,539 | ,000 | DS |
| Error | 160,933 | 56 | 2,874 | | | |
| Total | 812,183 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 105 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de Gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 2337,400 | 3 | 779,133 | 196,067 | ,000 | DS |
| Error | 222,533 | 56 | 3,974 | | | |
| Total | 2559,933 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 120 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de Gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 4482,983 | 3 | 1494,328 | 209,415 | ,000 | DS |
| Error | 399,600 | 56 | 7,136 | | | |
| Total | 4882,583 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza número de hojas a los 135 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de GI | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 12456,533 | 3 | 4152,178 | 685,501 | ,000 | DS |
| Error | 339,200 | 56 | 6,057 | | | |
| Total | 12795,733 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

ANEXO 14. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE FLORES

Análisis de varianza del número de flores a los 60 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de Gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 24,317 | 3 | 8,106 | 25,405 | ,000 | DS |
| Error | 17,867 | 56 | ,319 | | | |
| Total | 42,183 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza del número de flores a los 75 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de Gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 24,317 | 3 | 8,106 | 25,405 | ,000 | DS |
| Error | 17,867 | 56 | ,319 | | | |
| Total | 42,183 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza del número de flores a los 90 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 259,333 | 3 | 86,444 | 295,176 | ,000 | DS |
| Error | 16,400 | 56 | ,293 | | | |
| Total | 275,733 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

ANEXO 15. ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE FRUTOS

Análisis de varianza del número de frutos a los 105 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|------|-----------------|
| Tratamientos | 24,317 | 3 | 8,106 | 25,405 | ,000 | DS |
| Error | 17,867 | 56 | ,319 | | | |
| Total | 42,183 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza del número de frutos a los 105 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 259,333 | 3 | 86,444 | 295,176 | ,000 | DS |
| Error | 16,400 | 56 | ,293 | | | |
| Total | 275,733 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

Análisis de varianza del número de frutos a los 105 días

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|------|-----------------|
| Tratamientos | 259,333 | 3 | 86,444 | 295,176 | ,000 | DS |
| Error | 16,400 | 56 | ,293 | | | |
| Total | 275,733 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa

ANEXO 16. ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE LOS FRUTOS

Análisis de varianza peso del fruto

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | de gl | Media cuadrática | F | Sig. | $\alpha = 0,05$ |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|----------|------|-----------------|
| Tratamientos | 30184,170 | 3 | 10061,390 | 1173,555 | ,000 | DS |
| Error | 480,112 | 56 | 8,573 | | | |
| Total | 30664,282 | 59 | | | | |

*DS: Si existe diferencia significativa.

ANEXO 17. FOTOGRAFÍAS DE LA FASE EXPERIMENTAL

Figura 10.

Reconocimiento del área de investigación.



Figura 11.

Toma de puntos GPS para la investigación.



Figura 12.

Tomate regional para sacar semillas de los tomates más grandes.



Figura 13.

Selección de semillas de tomate regional.



Figura 14.

Semillas secas listas para plantar y empezar su germinación.



Figura 15.

A los 5 días de haberse plantado empezaron a germinar.



Figura 16.

Limpieza del área para el cultivo vegetativo del tomate.



Figura 17.

Muestreo de suelo antes de aplicar biochar.



Figura 18.

Diseño y elaboración del horno pirolítico.



Figura 19.

Recolección de biomasa residual de bolaina blanca de los aserraderos.



Figura 20.

Vaciado de biomasa residual al cilindro del horno pirolítico.



Figura 21.

Proceso de Pirolysis de biomasa residual de bolaina blanca.



Figura 22.

Acondicionamiento de parcela para la investigación.



Figura 23.

Trasplanto de plántulas de tomate regional.



Figura 24.

Aplicación de biochar al suelo.



Figura 25.

Medición de parámetros físicos del suelo.



Figura 26.

Crecimiento vegetativo del cultivo de tomate a los 45 días.



Figura 27.

Crecimiento vegetativo del cultivo de tomate a los 60 días.



Figura 28.

Crecimiento vegetativo del tomate a los 90 días.



Figura 29.

Crecimiento vegetativo del tomate a los 100 días.



Figura 30.

Crecimiento vegetativo del tomate a los 115 días.



Figura 31.

Crecimiento vegetativo del tomate a los 125 días.



Figura 32.

Crecimiento vegetativo del tomate a los 130 días.



Figura 33.

Cosecha y pesaje de tomate regional.



Figura 34.

Cosecha y pesaje de tomate regional.



Figura 35.

Cosecha y pesaje de tomate regional.

