



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda - Santa Rosa 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

DANIEL JOSUE ESCALANTE ABRILL

ASESORA

M. Sc. Cermeño Castromonte, Cecilia

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Tratamiento y Gestión de Residuos

LIMA-PERÚ

2018-II

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don

(a) Escalante Abril Daniel Jesus

cuyo título es:

patronización de la Regulación Médica de los sucos
aromáticos del perfume "La Arbolada" elaborado a partir de
residuos de poda - Santa Rosa 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: ..66.. (número)
DIESEIS (letras).

Los Olivos 15 de dicembre del 2018

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL



DEDICATORIA

La dedicatoria de este trabajo en primer lugar es para Dios por haberme dado las fuerzas y sabiduría para su desarrollo. Asimismo, a mi madre Selene Abrill que es mi motor y motivo, además que me ha brindado su apoyo a lo largo de mi carrera universitaria. Por último, a mi asesora, ya que sin su apoyo no hubiera podido culminar este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, darme las fuerzas necesarias y sabiduría para lograr el desarrollo de mi proyecto. A mi madre, Selene Abrill Armas, por su apoyo incondicional que me brindó a lo largo de estos años en la universidad, asimismo por la motivación, confianza y cariño para salir adelante.

También agradecer a mi asesor externo Luis Mendoza Apolaya, por ayudarme con el desarrollo de mi tesis en su laboratorio. Por otra parte, a mi enamorada Neyss Ampuero Santa Cruz, que cumplió un rol muy importante, ya que me ayudo con los trabajos de campo y con las evidencias fotográficas. Por último, a la Ingeniera Cecilia Cermeño, mi asesora, por su constante preocupación por el desarrollo de mi proyecto.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Daniel Josue Escalante Abrill**, con DNI N° **73003578**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes considerados en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro que también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la tesis desarrollada son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre 2018.



Escalante Abrill, Daniel Josue

DNI: 73003578

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento antes ustedes mi tesis titulada “Optimización de la Regulación Hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda- Santa Rosa 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero ambiental.

Escalante Abrill Daniel Josue.

ÍNDICE

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos Previos	4
1.2.1. Nacionales	4
1.2.2. Internacionales.....	7
1.3. Teorías Relacionadas al Tema	9
1.3.1. Biochar.....	9
1.3.2. Tipos generales de Pirolisis	13
1.3.3. Reactor de Pirolisis	14
1.3.4. Residuos de Poda	14
1.3.5. Suelos arenosos.....	15
1.3.6. Regulación Hídrica.....	18
1.3.7. LAUREL DE JARDÍN (NERIUM OLEANDER).....	19
1.4. Formulación del Problema	21
1.4.1. Problema General	21
1.4.2. Problemas Específicos	21
1.5. Justificación del estudio	22
1.5.1. Justificación Ambiental	22
1.5.2. Justificación Social.....	22
1.5.3. Justificación Económica.....	22
1.6. Hipótesis.....	23
1.6.1. Hipótesis General	23
1.6.2. Hipótesis Específicas	23
1.7. Objetivos	24
1.7.1. Objetivo General:	24
1.7.2. Objetivos Específicos:.....	24

II. MÉTODO.....	24
2.1. Diseño de investigación.....	24
2.2. Variables de operacionalización.....	27
2.3. Población y Muestra.....	28
2.3.1. Población:.....	28
2.3.2. Muestra:	29
2.3.3. Muestreo	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
2.4.1. Materiales, equipos y reactivos utilizados en el experimento.....	32
2.4.2. Descripción del procedimiento	33
2.5. Métodos de análisis de datos.....	50
2.5.1. Análisis del Biochar producido	51
2.5.2. Análisis de caracterización de suelo.....	52
2.5.3. Análisis de Vegetación.....	52
III. RESULTADOS	53
3.1. Análisis Inicial de la Muestra	53
3.1.1. Etapa de Laboratorio.....	62
3.1.2. Etapa de campo.....	109
IV. DISCUSIÓN.....	132
V. CONCLUSIONES	133
VI. RECOMENDACIONES.....	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
ANEXOS	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de la caracterización del suelo en el AA. HH. “La Arboleda”.....	3
Tabla 2: Componentes de la biomasa lignocelulósica y sus rangos de descomposición térmica. ...	11
Tabla 3: Rango de valores típicos del análisis inmediato del biochar.....	12
Tabla 4: Clasificación del suelo de acuerdo a la densidad relativa.....	16
Tabla 5: Clasificación de pH de acuerdo a sus valores.....	17
Tabla 6: Clasificación de Conductividad Eléctrica.....	17
Tabla 7: Tabla de diseño experimental.....	25
Tabla 8: Coordenadas de los puntos del cuadrante de estudio.....	31
Tabla 9: Instrumentos utilizados en el área de estudio.....	32
Tabla 10: Mediciones Iniciales IN SITU.....	34
Tabla 11: Parámetros de la muestra compuesta IN SITU.....	35
Tabla 12: Parámetros de la calicata.....	36
Tabla 13: Mediciones finales del área de estudio.....	36
Tabla 14: Clasificación de los baldes según la concentración.....	42
Tabla 15: Proporciones para la olla de 5 %.....	42
Tabla 16: Proporciones para la olla de 2%.....	42
Tabla 17: Proporciones para la olla de 1%.....	43
Tabla 18: Proporciones para la olla de 5% IN SITU.....	46
Tabla 19: Proporciones para la olla de 2% IN SITU.....	46
Tabla 20: Proporciones para la olla de 1% IN SITU.....	46
Tabla 21: Tabla de las etapas del desarrollo de investigación.....	49
Tabla 22: Porcentaje de Validación por cada experto.....	50
Tabla 23: Parámetros medidos en el parque AA. HH. “La Arboleda”.....	53
Tabla 24: Mediciones IN SITU para conductividad hidráulica.....	53
Tabla 25: Mediciones IN SITU para la densidad relativa.....	54
Tabla 26: Parámetros medidos en laboratorio (EX SITU).....	54
Tabla 27: Cationes intercambiables del suelo.....	54
Tabla 28: Mediciones en laboratorio (EX SITU).....	55
Tabla 29: Mediciones EX SITU de la densidad relativa.....	55
Tabla 30: Resultados de laboratorio para cloruros.....	55
Tabla 31: Valores para la determinación del porcentaje gravimétrico.....	56
Tabla 32: Valores para la determinación del peso gravimétrico.....	56
Tabla 33: Valores para la determinación de materia orgánica.....	57
Tabla 34: Valores para la determinación Relación C:N.....	57
Tabla 35: Clasificación de Mallas.....	58
Tabla 36: Peso retenido y pasado por cada malla.....	58
Tabla 37: Resultados para la capacidad de campo.....	59
Tabla 38: Determinación de la capacidad de campo.....	59
Tabla 39: Determinación de la capacidad de campo cuantitativa.....	60
Tabla 40: Determinación del punto de marchitez permanente.....	60
Tabla 41: Datos de la producción de Biochar.....	60
Tabla 42: Resultados de los parámetros de la muestra 1 del tratamiento con biochar al cabo de 15 días.....	62
Tabla 43: Resultados de los parámetros de la muestra 2 del tratamiento con biochar al cabo de 15 días.....	62

Tabla 44: Resultados de los parámetros de la muestra 3 del tratamiento con biochar al cabo de 15 días.	63
Tabla 45. Prueba de Anova para la capacidad de campo en la Etapa 1.....	63
Tabla 46. Prueba de contraste de Tukey para la capacidad de campo.....	64
Tabla 47. Prueba de Anova para el agua disponible en la Etapa 1.....	65
Tabla 48. Prueba de Contraste de Tukey para el agua disponible en la Etapa 1	66
Tabla 49. Prueba de Anova para el punto de marchitez permanente en la etapa 1.	67
Tabla 50. Prueba de Contraste de Tukey para Punto de Marchitez Permanente en la etapa 1.....	68
Tabla 51. Prueba de Anova para la Relación C:N en la etapa 1.....	69
Tabla 52. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 1.	70
Tabla 53. Prueba de Anova para el pH en la etapa 1.....	71
Tabla 54. Prueba de Contraste de Tukey en la etapa 1.....	72
Tabla 55. Prueba de Anova para el Potencial Redox en la Etapa 1.....	73
Tabla 56. Prueba de Contraste de Tukey para Potencial Redox en la etapa 1.....	74
Tabla 57. Prueba de Anova para La Conductividad Eléctrica en la etapa 1.....	75
Tabla 58. Prueba de Contraste de Tukey para Conductividad Eléctrica en la etapa 1.	76
Tabla 59: Resultados de los parámetros de la muestra 1 del tratamiento con biochar al cabo de 30 días.	78
Tabla 60: Resultados de los parámetros de la muestra del tratamiento con biochar al cabo de 30 días.	78
Tabla 61: Resultados de los parámetros de la muestra 3 del tratamiento con biochar al cabo de 30 días.	79
Tabla 62. Prueba de Anova para Capacidad de Campo en la etapa 2.	79
Tabla 63. Prueba de Contraste de Tukey para Capacidad de Campo en la etapa 2.....	80
Tabla 64. Prueba de Anova para Agua Disponible en la etapa 2.	81
Tabla 65. Prueba de Contraste de Tukey para Agua Disponible en la etapa 2.....	82
Tabla 66. Prueba de Anova para el Punto de Marchitez Permanente en la etapa 2.....	83
Tabla 67. Prueba de Contraste de Tukey para Punto de Marchitez Permanente en la etapa 2.	84
Tabla 68. Prueba de Anova para la Relación C:N en la etapa 2.....	85
Tabla 69. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 2.	86
Tabla 70. Prueba de Anova para el pH en la etapa 2.....	87
Tabla 71. Prueba de Contraste de Tukey para pH en la etapa 2.	88
Tabla 72. Prueba de Anova para el Potencial Redox en la etapa 2.	89
Tabla 73. Prueba de Contraste de Tukey para el Potencial Redox en la etapa 2.....	90
Tabla 74. Prueba de Anova para la conductividad eléctrica en la etapa 2.	91
Tabla 75. Prueba de Contraste de Tukey para la Conductividad Eléctrica en la etapa 2.	92
Tabla 76: Resultados de los parámetros de la muestra 1 del tratamiento con biochar al cabo de 45 días.	94
Tabla 77: Resultados de los parámetros de la muestra 2 del tratamiento con biochar al cabo de 45 días.	94
Tabla 78: Resultados de los parámetros de la muestra 3 del tratamiento con biochar al cabo de 45 días.	95
Tabla 79. Prueba de Anova para la Capacidad de campo en la etapa 3.	95
Tabla 80. Prueba de contraste de Tukey para la capacidad de campo en la etapa 3.....	96
Tabla 81. Prueba de Anova para el Agua Disponible en la etapa 3.	97
Tabla 82. Prueba de Contraste de Tukey para el Agua Disponible en la etapa 3.....	98
Tabla 83. Prueba de Anova para el Punto de Marchitez Permanente en la Etapa 3.....	99
Tabla 84. Prueba de Contraste de Tukey para el Punto de Marchitez Permanente en la etapa 3... 100	

Tabla 85. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 3.	101
Tabla 86. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 3.	102
Tabla 87. Prueba de Anova para el pH en la Etapa 3.	103
Tabla 88. Prueba de Contraste de Tukey para pH en la etapa 3.	104
Tabla 89. Prueba de Anova para Potencial Redox en la etapa 3.	105
Tabla 90. Prueba de Contraste de Tukey para Potencial Redox en la etapa 3.	106
Tabla 91. Prueba de Anova para la Conductividad Eléctrica en la etapa 3.	107
Tabla 92. Prueba de Contraste de Tukey para la Conductividad Eléctrica en la etapa 3.	108
Tabla 93: Indicadores iniciales por planta luego de la poda.	110
Tabla 94: Tabla de crecimiento del Laurel de Jardín en 15 días de su plantación.	111
Tabla 95. Prueba de Anova para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.	112
Tabla 96. Prueba de Contraste de Tukey para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.	113
Tabla 97. Prueba de Anova para en N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.	114
Tabla 98. Prueba de Contraste de Tukey para N° de Hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.	115
Tabla 99. Prueba de Anova para el Número de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.	116
Tabla 100. Prueba de Contraste de Tukey para el Número de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.	117
Tabla 101: Tabla de crecimiento del Laurel de Jardín en 30 días de su plantación.	118
Tabla 102. Prueba de Anova para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.	118
Tabla 103. Prueba de Contraste de Tukey para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.	120
Tabla 104. Prueba de Anova para el Número de Hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.	121
Tabla 105. Prueba de Contraste de Tukey para N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.	122
Tabla 106. Prueba de Anova para el N° de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.	123
Tabla 107. Prueba de contraste de tukey para el N° de brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 día.	124
Tabla 108: Tabla de crecimiento del Laurel de Jardín en 45 días de su plantación.	125
Tabla 109. Prueba de Anova para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.	125
Tabla 110. Prueba de Contraste de Tukey para la altura de la especie del Laurel de Jardín al cabo de 45 días.	127
Tabla 111. Prueba de Anova para el N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.	128
Tabla 112. Prueba de Contraste de Tukey para el N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.	129
Tabla 113. Prueba de Anova para N° de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.	130
Tabla 114. Prueba de Contraste de Tukey para el N° de Hojas del Laurel de Jardín al cabo de 45 días.	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito Santa Rosa	3
Figura 2: Modelo de Reactor de Pirólisis.....	14
Figura 3: Laurel de Jardín.	21
Figura 4: Área de estudio.....	28
Figura 5: Muestreo Aleatorio Simple	29
Figura 6: Método del cuarteo.....	29
Figura 7: Ubicación de los puntos de muestreo.	30
Figura 8: Área de estudio en el parque del AA. HH. “La Arboleda”.	31
Figura 9: Materiales, Equipos y Reactivos utilizados en campo.	32
Figura 10: Toma de coordenadas de los puntos del cuadrante de estudio.	33
Figura 11: Materiales, Equipos y Reactivos utilizados en campo.	34
Figura 12: Medición de los lados del cuadrante de estudio.	35
Figura 13: Calicata terminada.....	35
Figura 14: Triángulo textural de la USDA	37
Figura 15: Biochar producido.	38
Figura 16: Microscopia del biochar.	39
Figura 17: Mallas y Biochar, para la granulometría.	39
Figura 18: Filtrado por la Malla N° 01.	40
Figura 19: Filtrado por la Malla N° 02.	40
Figura 20: Filtrado por la Malla N° 03.	41
Figura 21: Biochar clasificado.....	41
Figura 22: Estado inicial de las plantas en laboratorio.	43
Figura 23: Maseteros al cabo de 15 días.	44
Figura 24: Estructura de la olla de concentración.....	44
Figura 25: Colocando el rastrojo en la superficie de la planta.....	47
Figura 26: Riego de las plantas.....	48
Figura 27: Laurel de Jardín con olla de concentración de biochar al 2%, al cabo de los primeros 15 días.	48
Figura 28: Unidades experimentales.....	50
Figura 29: Granulometría de los suelos arenosos.	58
Figura 30: Microscopia del biochar.	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Consistencia	142
Anexo N° 2: Suelos arenosos del distrito de Santa Rosa	143
Anexo N° 3: Diagnóstico del problema	143
Anexo N° 4: Instrumento de recolección de datos	144
Anexo N° 5: Ficha de Crecimiento	145
Anexo N° 6: Ficha de Producción de Biochar	145
Anexo N° 7: Ficha de Muestreo de Suelos	146
Anexo N° 8: Validación de Ficha de Crecimiento de los expertos	147
Anexo N° 9: Validación de Ficha de Producción de Biochar por los expertos	150
Anexo N° 10: Validación de Ficha de Muestreo de Suelos por expertos	153
Anexo N° 11: Resultados Iniciales de la muestra de suelo arenoso del parque “La Arboleda”	156
Anexo N° 12: Resultados de las etapas de tratamiento con biochar de los suelos arenosos en el parque “La Arboleda”	157
Anexo N° 13: Evidencia fotográfica de las plantas al cabo de 15 días	162
Anexo N° 14: Evidencia fotográfica de las plantas al cabo de 30 días	163
Anexo N° 15: Evidencia fotográfica de las plantas al cabo de 45 días	164
Anexo N° 16: Permiso de la Municipalidad Distrital de Santa Rosa para la aplicación del desarrollo de investigación	165
Anexo N° 17. Pantallazo del Turnitin	166
Anexo N° 18. Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis	167
Anexo N° 19. Autorización de Publicación de Tesis en Repositorio Institucional Ucv	168
Anexo N° 20. Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación	169

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue optimizar la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa, para el desarrollo de las plantas de la especie Laurel de Jardín (*Nerium Oleander*). El estudio se llevó a cabo en el parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa. La metodología aplicada para la presente investigación fue simular ollas de concentración (que luego fueron llevadas al lugar) de diferentes proporciones de biochar al 5%, 2% y 1%, haciendo 6 repeticiones para cada proporción, las ollas de concentración fueron armadas con compuestos como compost, humus y rastrojo (en la plantación IN SITU), a parte de las proporciones de biochar y las plantas de la especie Laurel de Jardín (*Nerium Oleander*). El desarrollo del estudio tuvo una primera etapa en laboratorio, para su adaptación, en donde se realizó la plantación de la especie en unos baldes de 5 litros, en el cual la proporción de los compuestos fue distribuida de acuerdo a la capacidad, esto se realizó con el fin de poder evaluar los parámetros del biochar y los indicadores la planta, asimismo poder determinar la cantidad y frecuencia de riego IN SITU; al cabo de 15 días de la fase de laboratorio se transportó las plantas al parque AA. HH. “La Arboleda”, en donde se distribuyeron de acuerdo al diseño experimental, estas fueron plantadas armando nuevas ollas de concentración de biochar, variando las proporciones utilizadas en laboratorio y añadiendo el rastrojo en la superficie para evitar la evaporación del agua en días soleados. Por último, se realizó el riego de las plantas semanalmente con un volumen de 2.5 litros por planta, asimismo con el monitoreo de las plantas evaluando los indicadores como: altura, número de hojas, diámetro de tallo y número de brotes en la ficha de evaluación del crecimiento de las plantas en los tiempos de 15 días, 30 días y 45 días.

Como resultados se obtuvo que aplicación del biochar, los parámetros de capacidad de campo y agua disponible tienen una mayor efectividad, siendo del 255.37% y 400% respectivamente, aplicando la proporción del 5% de biochar en los suelos arenosos del lugar. Asimismo, el punto de marchitez permanente es menor con una efectividad del 73%, lo que indica la efectividad ya que optimiza la regulación hídrica como se muestra en los parámetros, así como en el desarrollo de la especie en las evaluaciones realizadas.

Finalmente, se logaron los resultados del indicador biológico que era el Laurel de Jardín (*Nerium Olenader*).

Palabras Claves: Biochar, Laurel de Jardín (*Nerium Oleander*), regulación hídrica, capacidad de campo, agua disponible, punto permanente de marchitez.

ABSTRACT

The purpose of this research was to optimize the water regulation of the sandy soils of the AA park. H H. "La Arboleda" in the district of Santa Rosa, for the development of plants of the garden Laurel species (*Nerium Oleander*). The study was carried out in the AA park. H H. "La Arboleda" in the district of Santa Rosa. The methodology applied for the present investigation was to simulate concentration pots (which were later brought to the site) of different proportions of biochar at 5%, 2% and 1%, making 6 repetitions for each proportion, these were armed with compounds such as compost, humus and stubble (in the IN SITU plantation), apart from the proportions of biochar and plants of the garden Laurel species (*Nerium Oleander*). The development of the study had a first stage in the laboratory, for its adaptation, where the planting of the species was carried out in buckets of 5 liters, in which the proportion of the compounds was distributed according to the capacity, this was carried out in order to be able to evaluate the parameters of the biochar and the indicators of the plant, also be able to determine the quantity and frequency of irrigation IN SITU; After 15 days of the laboratory phase, the plants were transported to the AA park. H H. "La Arboleda", where they were distributed according to the experimental design, they were planted assembling new pots of biochar concentration, varying the proportions used in the laboratory and adding the stubble on the surface to avoid evaporation of the water on sunny days. Finally, the plants were irrigated weekly with a volume of 2.5 liters per plant, also with the monitoring of the plants, evaluating the indicators such as: height, number of leaves, stem diameter and number of shoots in the evaluation form of the growth of the plants in the times of 15 days, 30 days and 45 days. As a result, it was obtained that the application of biochar, field capacity parameters and available water have a greater effectiveness, being 255.37% and 400% respectively, applying the proportion of 5% of biochar in the sandy soils of the place. Likewise, the permanent wilting point is lower with an effectiveness of 73%, which indicates the effectiveness since

it optimizes the water regulation as shown in the parameters, as well as in the development of the species in the evaluations carried out. Finally, the results of the biological indicator that was the Garden Laurel (*Nerium Oleander*) were achieved

Key Words: Biochar, Garden Laurel (*Nerium Oleander*), water regulation, field capacity, available water, permanent wilting point.

I. INTRODUCCIÓN

Alrededor de la mitad de los estados del planeta, sufren de problemas de aridez. Las diferentes circunstancias biológicas, físicas, políticas y socioeconómicas, que aquejan estos países, traen consigo una diversidad de problemas. No obstante, estos tienen un problema similar: la vulnerabilidad de los ecosistemas áridos y la constante amenaza potencial antropogénica de desertización en los ecosistemas. Entre otras cosas, este problema va de la mano con la mitigación de la productividad (UNESCO, 1992).

Las propiedades más relevantes de los suelos en zonas áridas, es la existencia de un horizonte cálcico, elaborado por el almacenamiento de carbono que, en otras ocasiones, consigue obtener una costra de poca permeabilidad (Fernández, 2016). Asimismo, la producción de los suelos arenosos está directamente relacionada con la capacidad de retención de agua, que se eleva con la profundidad y que haya materia orgánica. Por lo que, estas propiedades son parecidas a los suelos de textura arenosa, los que debido a la similitud se encuentran en la clasificación de suelos áridos, por lo tanto, se localizan en zonas áridas, por consiguiente, tienen una menor capacidad de retención de agua en comparación con otras texturas de suelos como el arcilloso. Debido a que la textura de la capa superficial influye considerablemente el movimiento de agua en la zona no saturada (Paco Abenza, 2012).

En nuestro país, hay alrededor de 30 millones de hectáreas, lo que significa la cuarta parte del territorio nacional. Este porcentaje, constituye un cuasi 100% de la costa peruana y gran parte de la región sierra. Además, contamos con los denominados “desiertos oceánicos”, los cuales se ubican entre las latitudes 8°S y 18°S, los cuales tienen como características que son extremadamente áridos, como dato tenemos que su precipitación anual oscila entre 0 a 30 mm, con una temperatura medio de 18°C (Velásquez, 2012).

Los suelos en la Costa normalmente son más profundos que en la Sierra, debido a que estos son de origen coluvial o aluvial, lo cual quiere decir que han sido arrastrados desde las partes altas, ya sea por acción del agua o de los vientos y que a lo largo de los años se han ido acumulando desarrollando profundidades superiores a un metro, pero por la

escasa vegetación se han ido degradando convirtiéndose en zonas áridas, lo que debido a sus propiedades es un problema que no permite el que se consiga forestar la mayor parte del territorio con este tipo de suelo (Alva y otros, 2016). Estos suelos son también llamados sueltos, debido a las propiedades tales como: limitada retención de agua y de nutrientes por lo que es muy permeable, y no favorece el desarrollo de las plantas.

1.1. Realidad Problemática

Los problemas propios de las zonas áridas generan daños ecológicos, los mismos que se evidenciaron en el distrito de Santa Rosa el cual cuenta con una población de 25 000 habitantes aproximadamente y una extensión superficial de 21.5 km² (INEI, 2018) y limitadas áreas verdes. Una de las características propias de este clima son los suelos arenosos, el cual limita el crecimiento de las plantas, debido a la baja retención de agua. Asimismo, la presencia de componentes como la precipitación, que en la mayor parte de la Costa aparecen como garuas o lloviznas. En el distrito de Santa Rosa la precipitación media anual es de alrededor de 19 mm y una temperatura promedio anual de 16.7°C. En tal sentido, el desarrollo de la vegetación es mínimo en estos suelos de textura arenosa y condiciones de humedad, dado que no tienen la capacidad de retener la poca agua que proviene de la precipitación. El mes con la más alta cantidad de lluvia en promedio es el de Febrero con 36 mm (Data, 2018).

Los suelos arenosos con características de aridez se presentan a lo largo de la costa peruana, lo cual significa una gran extensión superficial, en tal sentido, es necesario aplicar un tratamiento para poder mejorar las características del suelo y por ende lograr el crecimiento de cobertura vegetal, ya que el distrito de Santa Rosa no cuenta con las condiciones adecuadas para el desarrollo de áreas verdes.

Por último, se pudo constatar a través de los pobladores aledaños del parque AA. HH. “La Arboleda”, que es el lugar donde se llevó a cabo el desarrollo del estudio, que el principal problema por el cual las plantas no se pudieron desarrollar en otras ocasiones, en las cuales estos intentos sin éxito se vieron perjudicados por la falta de agua, debido a que tienen un horario que limita el uso del agua que es el de 10 de la mañana hasta la 1 de la tarde, es decir solo 3 horas en las cuales se les da prioridad a sus necesidades básicas. Además, el parque del AA. HH. “La Arboleda” no cuenta con un sistema de

conexión de agua para el riego, lo cual dificulta el acceso de agua para riego, limitando así la sobrevivencia de las planas. Entonces, el principal problema que aqueja a esta población involucrada es que el desarrollo de las plantas no se puede dar debido a que la demanda de agua es menor a la que se requiere para actividades de implementación de áreas verdes en este lugar (**Ver Figura 1**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 1: Parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito Santa Rosa.

El suelo del parque del AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa, actualmente presenta las siguientes características:

Tabla 1: *Parámetros de la caracterización del suelo en el AA. HH. “La Arboleda”.*

TEMPERATURA	pH	C.E	POTENCIAL REDOX
22.4 °C	8.9	3.52 mS	-86 mV

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Lo cual significa que en este suelo es muy difícil que la vegetación prospere, debido a que cuenta con una capacidad de campo muy baja (**Ver tabla 40**) que es consecuencia

de la textura del suelo. Asimismo, en cuanto a los demás parámetros medidos se puede observar que el suelo es ligeramente alcalino como se puede ver en la medición de los parámetros de pH y potencial redox. Por último, muestra una conductividad eléctrica de 3.52 mS, lo cual indica presencia de sales como cloruros, y por último cuenta con una temperatura de 22.4 °C que fue ligeramente más alta que del ambiente.

1.2. Trabajos Previos

1.2.1. Nacionales

En el trabajo de investigación del autor Ruck, y otros (2015), que tiene por título “Evaluación de efectos de varios tipos de Biochar en suelo y planta”, tiene como objetivo el estudio de diversos tipos de materias primas, suelos, cultivos, métodos de pirolisis y dosis de aplicación, consiguiendo en los resultados poder afirmar que en la elaboración del biochar a través de una pirolisis lenta se relacione con una mayor velocidad de crecimiento de la planta, asimismo de una alta concentración de pigmentos fotosintéticos y una gran producción de biomasa aérea de las especies. Se concluye, que la aplicación de la enmienda orgánica en este caso el biochar favorece a la mejora de los parámetros físicos del suelo en referencia al desarrollo de las plantas, en parámetros fundamentales como: densidad relativa y la capacidad de retención de agua.

En la tesis de Rosas M. (2015), que tiene por título “Producción de Biochar a partir de viñas agotadas mediante pirólisis en reactor a escala piloto y en reactor móvil energéticamente sostenible”, el autor realizó el diseño, a escala piloto, de un pirolizador con una capacidad de 15kg/h, en el que evaluó parámetros como: área superficial, porosidad, contenido de nutrientes y metales pesados e hidrocarburos policíclicos aromáticos. En esta investigación, se concluye que hubo una mitigación de la huella de carbono de cada botella de vino que se hizo en el estudio, obteniendo el potencial de la huella que fue de 22,66 gr por botella.

Según Romero J. (2017), en su tesis “Eficiencia en la Inmovilización de Plomo en el Suelo Mediante la Aplicación de Cantidades de Biocarbón en el Distrito San Mateo, Lima”, tuvo como objetivo aplicar diversas cantidades de biochar en las ollas de concentración para inhibir el plomo de los suelos agrícolas en el distrito de San Mateo, donde se utilizó como indicador biológico a la denominada “*Lactula Sativa*” o también llamada lechuga americana. En este caso el autor concluyó que, el biochar obtenido con la mezcla de excretas de porcinas a una temperatura de 500°C por el periodo de 2 horas fue eficiente para disminuir la disponibilidad de plomo en el suelo y en el agua.

Según Zegarra S. (2015), en su tesis “ Uso del biocarbón elaborado con vísceras de pescados y lodos de laguna de oxidación para el mejoramiento de suelos áridos del distrito de Ancón-Lima-Perú”, esta investigación consiste en la aplicación de enmiendas orgánicas con diferentes porcentajes de biochar tales como: 0% (control), 5%, 10% y 15% en los suelos áridos del Parque Nacional Antonio Raymondi, en el cual se hicieron 16 cuadrantes de 1 m² y se tuvo como bioindicador a la denominada “*Solanum Multifidum Lam*” conocida como papa nativa. Como resultado de la aplicación de las enmiendas orgánicas, se obtuvo que el tratamiento más eficiente fue el de 10%, ya que hubo un mayor desarrollo de la especie, asimismo se pudo corroborar que hubo incremento de los micro y macro nutrientes de este tipo de biochar.

De acuerdo con el autor Espinoza P. (2016), que tiene por título "Diseño de un Reactor de Pirolisis Experimental para pruebas de biomasa agroforestal”, se basa en la construcción de un pirolizador con productos de sencilla obtención, donde se analiza su capacidad, eficiencia y costo para la pirolisis. El autor concluye que, a pesar de que son productos sencillos de obtener tienen una gran eficiencia para la obtención de biochar, a través del reactor de pirolisis, el cual tuvo como parámetros más importantes la capacidad de retención de agua y facilitar nutrientes para la especie.

En la presente tesis doctoral Bermeo T. y otros (2014), que tiene por título “Diseño y construcción de un reactor de pirolisis de combustión lenta con una capacidad de 10 kg a escala laboratorio para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables”, este

trabajo se basa en la producción de un reactor pirolítico, en el que se como materia prima residuos orgánicos, para así conseguir 3 productos como lo son: aceite, gas y carbón. En este caso el autor concluye que, para la obtención de un biochar de mejor eficiencia se debe realizar la pirolisis lenta, a una temperatura de 500°C y por un lapso de tiempo de 2 a 3 horas.

De acuerdo al proyecto de Aker y otros (2017), que tiene por título “Efecto de la aplicación con biocarbón, gallinaza y fertilizantes sintéticos en la retención de humedad y otras características del suelo en el rendimiento del maíz” este método consiste en la aplicación biocarbón con gallinaza y fertilizantes sintéticos en diferentes combinaciones y proporciones en una temporada seca del año dividida en 8 parcelas de 16 m². El autor concluyó que hubo una mejora significativa del desarrollo de las plantas de maíz con las enmiendas aplicadas sobre todo el de biocarbón con gallinaza que obtuvo un promedio de crecimiento de la biomasa aérea en 28 cm al cabo de 30 días.

Otra de las tesis hechas fue la del autor Haipeng W. y otros (2016), que tiene por título “Las interacciones del compostaje y biochar y sus implicaciones para la enmienda del suelo y la remediación de la contaminación”, se basa en el diseño de un reactor móvil de pirolisis continua para la interacción del aparato móvil con los residuos de caña en este caso, donde se obtuvo como productos finales bioaceite, gases condensables y biochar. Se concluyó que, este tipo de materia prima utilizada nos da un biochar con una mayor eficiencia respecto a una mayor capacidad de intercambio catiónico y de carbono nitrógeno, ambos relacionados estrechamente con la materia orgánica, por lo que se recomienda el uso como enmienda orgánica para las especies de flora.

Según el autor Burgos C. y otros (2015), que tiene por título “Aprovechamiento de los residuos de cacao y coco para la obtención de carbón activado, en el cantón milagro, provincia del guayas”, se basa en la obtención de biocarbón o en este caso llamado carbón activado, a través de los residuos de cacao y poro, para el uso en enmiendas orgánicas para las especies agrícolas. En el que, para la obtención del producto, se utilizaron como variables la temperatura y el tiempo, donde se pudo ver que biochar de

mejor calidad se produjo a una temperatura de 200°C por un periodo de 2 horas. Obteniendo una mejora en los parámetros fisicoquímicos del producto.

Según el autor Ibarra J. y otros (2017), que lleva por título “Biomasa para el aprovechamiento energético una revisión de la caracterización y los modelos por descomposición termoquímica”, se basa en la obtención del potencial energético de las biomásas, las cuales pueden ser residuos sólidos, mediante procesos termoquímicos como la pirolisis en donde se tiene como resultado la obtención de biogás y bioaceite con la pirolisis rápida. En el caso del biochar se recomienda, que para obtener una mayor calidad de este producto se realice mediante una pirolisis lenta para que pueda absorber las propiedades de las materias primas.

1.2.2. Internacionales

Según el autor López I. (2016), en su trabajo que tiene por título “Agricultural and environmental evaluation of biochar obtained by pyrolysis from different organic wastes”, la investigación del autor se basa en que realiza la obtención de biochar con diferentes tipos de materia prima, tales como, residuos orgánicos y urbanos, en donde a través de una pirolisis lenta realiza la comparación de los tipos de biochar. Luego concluyó que, el biochar más apto para la agricultura fue el obtenido por residuos orgánicos, ya que cuentan con una alta capacidad de retención de agua y nutrientes, además de otros parámetros fisicoquímicos.

Según Martínez M. y otros (2017), en la revista Agronomía Colombiana publicó el siguiente artículo “Effect of Eucalyptus globulus biochar addition on the availability of phosphorus in acidic soil”, en este estudio el autor utiliza las enmiendas de biochar con diferentes concentraciones, es decir: 0%, 5%, 10%, 20% y 35%, con respecto a los efectos de desorción y adsorción de fósforo. Luego de realizada la experimentación y con los resultados, se puede afirmar que la concentración más óptima fue del 35%, por lo que el investigador concluye que la aplicación de las enmiendas de biochar producen

cambios en las propiedades de nutrientes como en este caso el fósforo, lo que es beneficioso para los suelos agrícolas.

Según De la Rosa J. y otros (2016), en su artículo “Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in biochar and biochar-amended agricultural soil from Southern Spain”, la presente investigación se basa en la elaboración de biochar con 4 diferentes tipos de materias primas, tales como, madera, papel, lodo residual y residuos de Vid, los que se llevaron a cabo mediante un proceso de pirolisis a una temperatura de 620°C por un periodo de 2 horas. Como resultados se obtuvo que lo que tenían en común los diferentes tipos de biochar era que afectaban considerablemente los niveles de PAH.

Según Lehman J. y otros (2015), “Biochar for environmental mangement: an introduction”, consiste en la producción de biochar a través de diferentes diseños de hornos pirolíticos utilizando como materia prima el biocarbón en conjunto con el estiércol como enmienda orgánica para los agricultores de una zona rural. En donde el autor obtuvo como resultado que las materias primas con estiércol aportan gran cantidad de micro y macro nutrientes al desarrollo de los cultivos, aunque se recomienda que la proporción utilizada sea la menor posible por la carga microbiológica que contiene este tipo de compuesto.

Según Meier S. y otros (2017), en su artículo “Effects of biochar on copper immobilization and soil microbial communities in a metal-contaminated soil”, este trabajo se basa en que se usa el biochar, hecho a base estiércol de pollo y cascotes de avena, como enmienda orgánica en un tipo de suelo arenoso que está contaminado por cobre, donde las ollas de concentración aplicadas son 500 gramos con la tierra mezclada. Como resultado se obtuvo que hubo un aumento del pH y de la carga orgánica, lo que significa, que el biochar fue eficiente en la remoción del cobre y además propicia el desarrollo de las plantas.

Según Rodríguez-Vila A. y otros (2017), en su tesis “Nutrient phytoavailability in a mine soil amended with technosol and biochar and vegetated with Brassica juncea”, esta investigación se basa en el uso del biochar y un tecnosol en suelos que carecen de nutrientes, es decir en escasas condiciones de fertilidad, por lo que obstruye el desarrollo vegetativo en esta zona. Luego del análisis de los resultados obtenidos se pudo afirmar que las enmiendas, tanto como de biochar y de tecnosol elevaron la cantidad de iones intercambiables (nutrientes), tales como: sodio, potasio magnesio y otros; por lo que aplicando dichas enmiendas se puede forestar la zona.

Según Suárez L., y otros (2017), en su artículo “Morphological and physicochemical characterization of biochar produced by gasification of selected forestry species”, este estudio se basa en la elaboración de biochar a partir de las siguientes especies, como lo son: Eucalyptus gaudichaudii, Acacia mangium y Gmelina arborea, mediante gasificación en un reactor pirolítico a 700°C. Se utilizaron diferentes métodos como la espectroscopia, el método de Bruanauer –Emmet-Teller y Espectroscopia infraroja de Fourier, aplicados dichos métodos se obtuvo que los diferentes biochar producidos incrementan nutrientes como Sodio, Potasio y Calcio, lo que nos hace inferir que estas enmiendas pueden ser aplicadas para la reforestación y descontaminación de suelos.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1. Biochar

El biochar tiene por concepto como el producto carbonizado originado a través de una materia prima con un elevado porcentaje de carbono que pasa por un proceso de pirolisis en un contexto anaerobio. La obtención de biochar es muy parecida a la del carbón vegetal que es un compuesto famoso desde hace muchos años. La diferencia fundamental entre estos dos compuestos es el objetivo de su obtención, es decir su uso. Por lo tanto, si el compuesto es utilizado para obtener una mayor eficiencia de las propiedades del suelo, para la retención de agua y guardar carbono, se le denomina al producto como biochar. (ROSAS MAYORAL, 2015).

Además, se ha reconocido al biochar, como una enmienda orgánica para su aplicación en suelos infértiles, el cual es formado a través de un proceso llamado pirolisis, que por lo general tiene que ser la lenta para poder obtener este producto. (Woolf y otros, 2010). La iniciativa del uso del biochar de una manera sostenible es una de las soluciones que se aplican en países subdesarrollados para la reforestación de zonas áridas, dejando de lado técnicas como las quemadas y forestación llamadas “agrichar”, lo cual sería un aporte del biochar hacia el sector agrícola. Así como, serviría para poder restituir los suelos tropicales, ayudando a la mejora de la forestación. (Paco Abenza, 2012).

A. Beneficios medioambientales

El que se utilice el biochar no solo beneficia a la agricultura, sino que reduce la emisión de gases de efecto invernadero como lo son: el metano (CH_4) y Óxido de nitrógeno (NO), de los residuos (residuos de poda) destinados a botaderos, los que producen estos gases luego de su descomposición biológica. Como sabemos el CH_4 y el NO , estos son de los principales gases de efecto invernadero, los que tienen un mucho mayor impacto con respecto al potencial de calentamiento global de entre 25 y 298 veces al del CO_2 , lo que significa que puede tener una consecuencia importante en la lucha contra el cambio climático. (ROSAS MAYORAL, 2015).

B. Contexto histórico del uso del biochar

En la última década se ha acrecentado significativamente la atención, luego de que se corroborará que los compuestos con similares características y composición del biochar incrementan la fertilidad, como la denominada Terra Preta de las tribus amazónicas que cuentan con altas cantidades de carbono orgánico. Se especula que el descubrimiento de estas técnicas se remonta a las prácticas en la etapa precolombina. (ROSAS MAYORAL, 2015).

C. Biomasa para la producción de biochar

Es necesario tomar en cuenta de una manera muy detallada al momento de escoger las materias primas para la producción de biochar, ya que esto tiene relación con la mejora de los parámetros físicoquímicos del carbón (composición, porosidad, pH, materia orgánica, nutrientes). (Paco Abenza, 2012).

a. Biomasa Lignocelulósica

Puesto que las materias primas tienen diferentes estructuras, cada uno de ellas tiene un rango de descomposición de temperatura. Tal es el caso de la celulosa que es un componente fundamental de las plantas, así como como la hemicelulosa y la lignina, esta última por ejemplo tiene un mayor rango de descomposición que las anteriores. (López Cano, 2016).

Tabla 2: Componentes de la biomasa lignocelulósica y sus rangos de descomposición térmica.

Componente	Temperatura de descomposición (°C)
Agua	>120
Hemicelulosa	200-260
Celulosa	240-350
Lignina	280-500

Fuente: Rosas J. (2015).

La lignina es un componente fundamental a evaluar al momento de elegir el tipo de materia prima para el biochar, ya que esta propicia que se incrementen los rendimientos de producción de este. Por lo que, se recomienda que al elegir los materiales sean de tipo leñoso y sean residuos forestales. Asimismo, otro punto importante es el contenido de materia mineral de la biomasa a usar en el proceso de obtención del producto. También se puede utilizar para aumentar la eficacia aditivos orgánicos que aporten nutrientes como el sodio, calcio, potasio. (ROSAS MAYORAL, 2015).

D. Propiedades físico-químicas del biochar

Los componentes del biochar tienden a ser volubles, ya que al ser un compuesto heterogéneo cuenta con componente inestables y estables. Para hacer una identificación básica de las características del biochar, se hace al momento que se termine de producir donde se evalúan ciertos parámetros como: sustancias minerales (cenizas), carbono fijo, materia volátil y humedad. En la Tabla 3 se observa la cantidad de los componentes de diferentes tipos de biochar obtenidos por diversos procesos de pirolisis. (ROSAS MAYORAL, 2015).

Tabla 3: *Rango de valores típicos del análisis inmediato del biochar.*

Componente	Masa (%)
Carbono fijo	50-90
Volátiles	0-40
Humedad	1-15
Cenizas	0.5-5

Fuente: Rosas J. (2015).

Por encima de los 600°C la carbonización se convierte en el proceso dominante caracterizado por la eliminación de la mayoría de los átomos no carbonados restantes y el consiguiente aumento relativo del contenido de C, que puede alcanzar hasta el 90% (en peso) en biochars producidos a partir de materias primas leñosas (Paco Abenza, 2012).

E. Carbono Total y Nitrógeno

El contenido de carbono total en el biochar se encuentra entre 172 g·/kg y 905 g·/kg, a pesar de ello, la media se encuentra por debajo de los 550 g·/kg para una amplia variedad de materiales de acuerdo con el autor. El contenido de N total varía entre 1,7 g·/kg y 78,2 g·/kg, dependiendo de la materia prima. La relación C:N (carbono a nitrógeno) en el biochar se encuentra entre 7 y 400. La relación C:N se ha utilizado como indicador de la capacidad de los sustratos orgánicos para liberar N inorgánico cuando se incorpora en los suelos (ROSAS MAYORAL, 2015).

F. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Unos de los parámetros que tiene un mayor aumento es el de intercambio catiónico, este aumento va depender como se explicaba del tipo de materia prima que se utilice para la producción, lo cual incrementaría la cantidad de nutrientes (aumento de la materia orgánica) para la forestación en la zona aplicada. (Paco Abenza, 2012).

G. Distribución de tamaño de partícula

En este parámetro también va resultar importante el proceso de la producción de biochar desde la elección de los materiales para la producción hasta el tipo de pirolisis. Debido a que en el procesos se va producir un desgaste y contracción del material utilizado, lo cual va originar diferentes tamaños de partículas en la obtención de biochar. Otro factor es dependiendo de la tecnología del reactor de pirolisis.(ROSAS MAYORAL, 2015).

1.3.2. Tipos generales de Pirolisis

Actualmente, para la elaboración de biocarbón se usan 2 tipos de pirolisis, la cuales son: la lenta y rápida. Cada una de ellas, produce gas, bioaceite y biochar, la diferencia entre las cantidades y la calidad de dichos productos finales es dependiendo de factores de control del que los opera. Es decir, para obtener por ejemplo el bioaceites se utilizan por lo general el proceso de pirolisis rápida, aunque también se puede obtener biochar pero en mucha menor proporción y de menor calidad. (ROSAS MAYORAL, 2015).

A. PIRÓLISIS LENTA

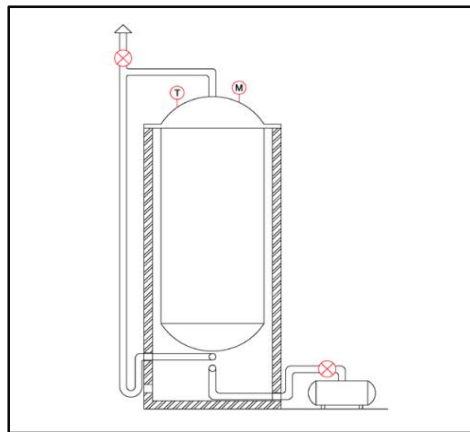
El proceso de pirolisis lenta es similar al que se vienen realizando las compañías productoras de carbón a lo largo de este tiempo, este proceso consiste en la combustión de la materia por calentamiento de una manera lenta y uniforme en los intervalos de temperatura de 450°C y 650 °C por un periodo de 2 a 3 horas, en un ambiente anaerobio (sin oxígeno), con la absorción de los gases presentes en el reactor. (Paco Abenza, 2012).

B. PIRÓLISIS RÁPIDA

En el caso del proceso de pirolisis rápida tiene como principal característica las altas velocidades de calentamiento y el bajo periodo de resistencia en la zona de reacción. A diferencia de la lenta en ese caso el tamaño de partícula debe ser de menor tamaño y homogéneo, además se realiza en un ambiente con presencia de oxígeno para la salida de los gases. Generalmente se realizan a temperaturas de 800°C (ROSAS MAYORAL, 2015).

1.3.3. Reactor de Pirolisis

Es el sistema o aparato (**Ver Figura 2**), en el que se va desarrollar el proceso de pirolisis para lo cual, por lo general se utilizan residuos orgánicos (residuos de poda) con una temperatura aproximada de 500°C, por el transcurso de 2 horas en promedio, para poder obtener una mayor eficiencia en el producto de biochar, en el que la eficiencia de la masa que entra con la que sale es del 50% aproximadamente. (Bermeo Tene, y otros, 2014).



Fuente: Bermeo y otros (2018).

Figura 2: Modelo de Reactor de Pirólisis.

1.3.4. Residuos de Poda

Son aquellos que provienen, como en su nombre lo indica, de las tareas de poda y mantenimiento de los parques y jardines, los cuales pueden ser: pasto, hojas, ramas, flores, frutos, etc. Asimismo, una de las características de estos es que ocupan un gran volumen, pero tienen bajo peso. Además, son más comunes de encontrar en las épocas de otoño e invierno (Castro Volpe, y otros, 2017).

De acuerdo a la ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos se clasifican en: según su origen, según su gestión, según su peligrosidad. De acuerdo a la clasificación según su origen estos residuos de poda utilizados para la obtención del biochar en el presente estudio vienen a ser residuos de limpieza de espacios públicos. Debido a que, los residuos obtenidos fueron proporcionados por el Vivero Municipal de Los Olivos de la especie del Ficus (*Ficus Benjamina*) (MINAM, 2016).

1.3.5. Suelos arenosos

Son suelos conformados por materiales sueltos no consolidados carentes de horizontes, en los que el agua se infiltra con rapidez, sin producir apenas meteorización química ni la aparición de un manto importante de vegetación (Suelos, 2016).

Es un hecho aceptado que la mayoría de los suelos arenosos tienen demasiado buena aireación, en desmedro de una adecuada capacidad para retener agua (Rucks, y otros, 2015).

A. PROPIEDADES FÍSICAS

Estructura del suelo

Los horizontes de los suelos arenosos y algunos horizontes de los suelos franco arenosos, carecen de estructura, son de grano suelto, debido al bajo contenido de arcilla, materia orgánica, cementantes y floculantes. En cambio, los suelos arcillosos son masivos en virtud a que el tiempo de deposición de los materiales ha sido corto y no han permitido que actúen los procesos encargados de la formación de la estructura (Suelos, 2016).

Textura del suelo

La dominancia de fracciones finas en un suelo, le determina una textura que tiende a retardar el movimiento del agua y aire [...] a diferencia de los suelos arenosos que son de fácil laboreo, ya que son más livianos (Ali Rothschuh, 2013).

Los suelos arenosos se circunscriben a las lomas y altiplanicies de areniscas, son muy permeables, de baja retención de humedad. Los perfiles de suelos están constituidos por varias capas de textura arenosa franca con contenido de arena que varía entre 80 y 90% y de arcilla del 2 al 10% (Suelos, 2016).

Densidad Relativa

La densidad relativa, es una propiedad que sirve de indicador para el suelo, por lo general para gravas y arenas, en donde se mide el grado de compactación del suelo, el cual también está estrechamente relacionado con la densidad del mismo.

Tabla 4: *Clasificación del suelo de acuerdo a la densidad relativa.*

D_r (%)	Descripción
0 - 15	Muy suelto
15 - 50	Suelto
50 - 70	Medianamente denso
70 - 85	Denso
85 - 100	Muy denso

Fuente: Ruck, L. y otros (2014).

Humedad del suelo

En los suelos arenosos el agua disponible es del orden del 3 al 4%, calificado como muy bajo. Estos suelos tienen humedad suficiente para el crecimiento y desarrollo de las plantas gracias a la recarga periódica frecuente por parte de las lluvias en el caso de departamentos de la región Selva y Sierra, en cambio en la región Costa al no haber precipitación continua es difícil el desarrollo de las plantas (Suelos, 2016).

pH

El potencial de hidrógeno, tiene un rango de variación entre 1 y 14, siendo 7 el neutro, además el pH adecuado para el desarrollo de las plantas o tierras agrícolas es oscila entre 5,5 y 7, no obstante, hay plantas que se han podido adaptar a rangos de pH inferiores o superiores de acuerdo al tipo de suelo y ecosistema en el que se encuentren.

El pH de los suelos arenosos por lo general tiende a ser de carácter alcalino, ya que se encuentran en altas concentraciones sales como: calcio, magnesio, sodio, potasio; otro factor que contribuye a esto es que se da un proceso de mineralización más rápido (Basaure, 2015).

Tabla 5: Clasificación de pH de acuerdo a sus valores.

< 4,5	extremadamente ácido
4,5 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6	Medianamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Medianamente básico
7,9 – 8,4	Básico
8,5 – 9	Ligeramente alcalino
9,1 – 10	Alcalino
> 10	Fuertemente alcalino

Fuente: López, I. (2016)

Conductividad Eléctrica

En el caso de este parámetro los suelos arenosos conducen menos electricidad que los suelos arcillosos, debido a que estos tienen partículas más gruesas, los cuales dificultan el paso de la electricidad. Además, el agua contenida es un factor muy importante para su rendimiento y mediante la conductividad se puede mapear las diferentes zonas de humedad presentes en una determinada área (Molisoles, 2017).

Tabla 6: Clasificación de Conductividad Eléctrica.

Lote	Rango	mS m ⁻¹
P1	Bajo	15 – 20
P1	Medio Bajo	20 – 25
P1	Medio Alto	25 – 30
P1	Alto	30 – 35
T1	Bajo	10 – 15
T1	Medio Bajo	15 – 20
T1	Medio Alto	20 – 25
T1	Alto	25 – 35
P2	Bajo	12 – 17
P2	Medio Bajo	17 – 22
P2	Medio Alto	22 – 27
P2	Alto	27 – 32

Fuente: Aker, C. (2017).

Materia Orgánica

Son suelos arenosos, que carecen de materia orgánica y en algunos casos la presencia de esta es nula, por lo que como ya se mencionaba su pH es alcalino. Por lo que no son aptos para el desarrollo de las plantas, y necesitan de complementos ricos en materia orgánica (Rucks, y otros, 2015).

Conductividad Hidráulica

Es un parámetro muy importante debido a que describe la movilidad del agua sub superficial y subterránea y es básico en cualquier estudio de un medio ecológico, tanto en procesos de flujo como de transporte (Estimación de Conductividad Hidráulica y Cotenido de Finos a partir de leyes experimentales que relacionen los parámetros hidráulicos y eléctricos, 2010).

1.3.6. Regulación Hídrica

La regulación Hídrica es la capacidad del ecosistema de almacenar agua en periodos de precipitaciones, para luego liberar lentamente durante periodo seco o estiaje (ANGULO NUÑEZ, 2015). Asimismo, está estrechamente relacionada con parámetros del suelo como la capacidad de campo, punto de marchitez permanente y estrés hídrico, los cuales se definen a continuación:

Capacidad de Campo

Se define como el contenido de agua que retiene un suelo, cuando llega a su punto de saturación después de verter agua (Mariño Macana, y otros, 2016). Además, por lo general cuando se dan las condiciones de lluvia o riego, se debe medir la capacidad de campo antes de 48 horas (República, 2015).

Punto de Marchitez Permanente

A diferencia de la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente se define como el potencial hídrico del suelo más negativo al cual las hojas de las plantas no

recobran su turgencia. Por lo tanto, el punto de marchitez permanente depende de las condiciones climáticas que presente el suelo y de la conductividad hidráulica (Mariño Macana, y otros, 2016).

Estrés Hídrico

El estrés hídrico se da cuando la disponibilidad de agua en el suelo se reduce o aumenta excesivamente, causando un efecto negativo sobre su crecimiento, desarrollo o productividad de la planta. Asimismo, existen factores como las sequías, altas concentraciones de sal en suelo y bajas temperaturas traen como consecuencia que disminuye la cantidad de agua disponible para la planta (Mariño Macana, y otros, 2016).

1.3.7. LAUREL DE JARDÍN (NERIUM OLEANDER)

- **Familia:** Apocináceas.
- **Género:** Nerium.
- **Especie:** Angiosperma.
- **Nombre Científico:** *Nerium Oleander*
- **Nombres Vulgares:** Adelfa, Laurel Rosa, Baladre, Trinitaria.

a. Origen Geográfico:

Nativo del norte de África y sudoeste de Asia. Aunque se encuentra amplia y extensivamente cultivado y naturalizado en toda la ribera de la cuenca del mar Mediterráneo (Plantas&Jardín, 2013).

b. Descripción Morfológica:

Arbusto mediterráneo de grandes flores y de larga floración, muy adaptada a las sequías, al mar y al calor. Alcanza una altura de unos 2 a 3 metros y otros 2 o 3 metros de anchura. Sus hojas lanceoladas son venenosas, ya que contienen toxinas que pueden llegar a matar a una persona si se consume gran cantidad de esta planta (Verde, 2015).

c. Adaptación

Esta planta necesita lugares muy iluminados para florecer pudiendo vivir a la sombra o a pleno sol, siendo entonces mucho más agradecida en flores. Resiste la sequía y el intenso calor del verano, sobreviviendo en los valles del mediterráneo sin recibir ni una sola gota de lluvia en todo el verano (GuíadeJardinería, 2016).

Son plantas muy rústicas y muy empleadas en setos y en macetas, incluso se puede emplear como planta de interior en climas fríos sacándola al exterior durante los meses cálidos. No necesita mucho riego, aunque los agradece floreciendo intensamente (**Ver Figura 3**) y tampoco es exigente a suelos desarrollándose en suelos muy calcáreos y salinos (Verde, 2015).

d. Clima

Templado y árido. En zonas con climas muy fríos y prolongadas heladas, se recomienda cultivarla en interiores o en invernaderos. Tolera períodos de sequía.

e. Suelo

Tolera todo tipo de suelos; aunque prefiere los bien drenado y sueltos. Evitar suelos encharcados y/o anegados (Plantas&Jardín, 2013). Asimismo, se desarrolla en suelos con un pH alcalino a neutro.

f. Propagación

Acodo, semillas y esquejes (GuíadeJardinería, 2016).

g. Trasplante

Posee mediana tolerancia (GuíadeJardinería, 2016).

h. Usos:

Planta muy utilizada como seto, cortavientos, en patios, terrazas, en maceteros y avenidas de los países mediterráneos (Verde, 2015).



Fuente: Plantas&Jardín (2013).

Figura 3: Laurel de Jardín.

1.4. Formulación del Problema

Conforme a la problemática referida inicialmente se plantearon las siguientes interrogantes:

1.4.1. Problema General

¿De qué manera se optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda- Santa Rosa 2018?

1.4.2. Problemas Específicos

P1: ¿Cuál es la proporción adecuada de biochar de residuos de poda para la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa?

P2: ¿Cuál es la optimización hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa, en función de las propiedades fisicoquímicas del suelo, ¿luego de la aplicación del biochar de residuos de poda?

P3: ¿Cuál es el desarrollo vegetativo de las plantas Laurel de Jardín (*Nerium Olenader*), luego de la aplicación de biochar de residuos de poda, como indicador de la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Justificación Ambiental

En el distrito de Santa Rosa se caracteriza por tener suelos de tipo arenosos, además tiene un 70% aproximadamente de su territorio inhabilitado, por lo cual hay diversos proyectos e iniciativas que buscan mejorar los suelos del lugar, para así poder incrementar las áreas verdes que existe en estos espacios, que muchas veces son utilizados como botadores de residuos sólidos, los cuales pueden traer consigo consecuencias como focos infecciosos. Así como la mejora de la calidad del aire por la presencia de las plantas, que contribuyen a que se puedan prevenir enfermedades respiratorias.

1.5.2. Justificación Social

La mejora de los suelos arenosos en el distrito de Santa Rosa, brindará un servicio ecosistémico, que es el de la captura de los gases contaminantes como Dióxido y Monóxido de Carbono, lo cual beneficiará a los pobladores de este lugar, por lo tanto, mejorará la calidad ambiental. Además de servir como antecedente para otros proyectos de esta envergadura en las zonas costeras de nuestro país, en las que se presentan dificultades similares para la propagación de áreas verdes.

1.5.3. Justificación Económica

La aplicación de biochar a suelos arenosos, es un tema que, en nuestro país, aún no es muy conocido, por lo que es necesario realizar estudios para que así se pueda tener una mayor información en la aplicación de estos. Debido a que el biochar es un producto que

se puede obtener a un bajo costo, por lo que es un motivo a tener en cuenta y debe ser valorado en diferentes condiciones ambientales.

La investigación propone la aplicación de Biochar a partir de residuos, tanto orgánicos e inorgánicos, que son fáciles de conseguir, ya que muchos de ellos son desechados y posteriormente llevado a botaderos. Por lo que en este caso se utilizará una especie de árbol como lo es el Ficus (*Ficus Benjamina*), que es uno de los árboles más comunes en la mayoría de lugares que cuentan con áreas verdes, por lo que sus residuos son fáciles de conseguir cuando se les poda. Una vez realizada esta labor estos lugares dejarán de ser botaderos de residuos de poda u otros tipos de residuos, los que la municipalidad no se encarga de recoger.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.
- **H0:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- **H1:** La proporción adecuada de biochar de residuos de poda para la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa.
- **H2:** La optimización hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa, en función a la variación de los parámetros fisicoquímicos del suelo, luego de la aplicación del biochar de residuos de poda.
- **H3:** El desarrollo vegetativo de las plantas Laurel de Jardín, luego de la aplicación de biochar de residuos de poda, como indicador de la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General:

- **O:** Optimizar la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda- Santa Rosa 2018.

1.7.2. Objetivos Específicos:

- **O1:** Determinar la proporción adecuada de biochar de residuos de poda para la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa.
- **O2:** Determinar la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa, en función a la variación de los parámetros fisicoquímicos del suelo, luego de la aplicación de biochar de residuos de poda.
- **O3:** Determinar el desarrollo vegetativo de las plantas Laurel de Jardín, luego de la aplicación de biochar de residuos de poda, como indicador de la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Según los conceptos de los autores Tam, Vera y Oliveros (2008, p.7), nos indican que el diseño de investigación para el presente estudio es experimental de tipo pre-experimental y de subtipo puro, ya que en este caso hay más de un grupo de control, donde se van a medir diferentes dosis aplicadas a los suelos arenosos.

Asimismo, el estudio realizado es de nivel explicativo, debido a que, aunque suene redundante se tiene como objetivo explicar la relación que existe entre las 2 variables, en este caso sería el como la variable independiente que es el biochar va ser el estímulo que se va aplicar para mejorar los parámetros que requiera el suelo arenoso de Santa Rosa y posteriormente pueda ser forestado, y así poder brindar un servicio ecosistémico a la población del lugar.

Se identificó el área de estudio en el distrito de Santa Rosa Ancón, en donde se le aplicarán diferentes proporciones de biochar a los suelos arenosos para así poder conocer la que muestre mayor efectividad.

En la siguiente tabla se muestra el diseño experimental del presente estudio.

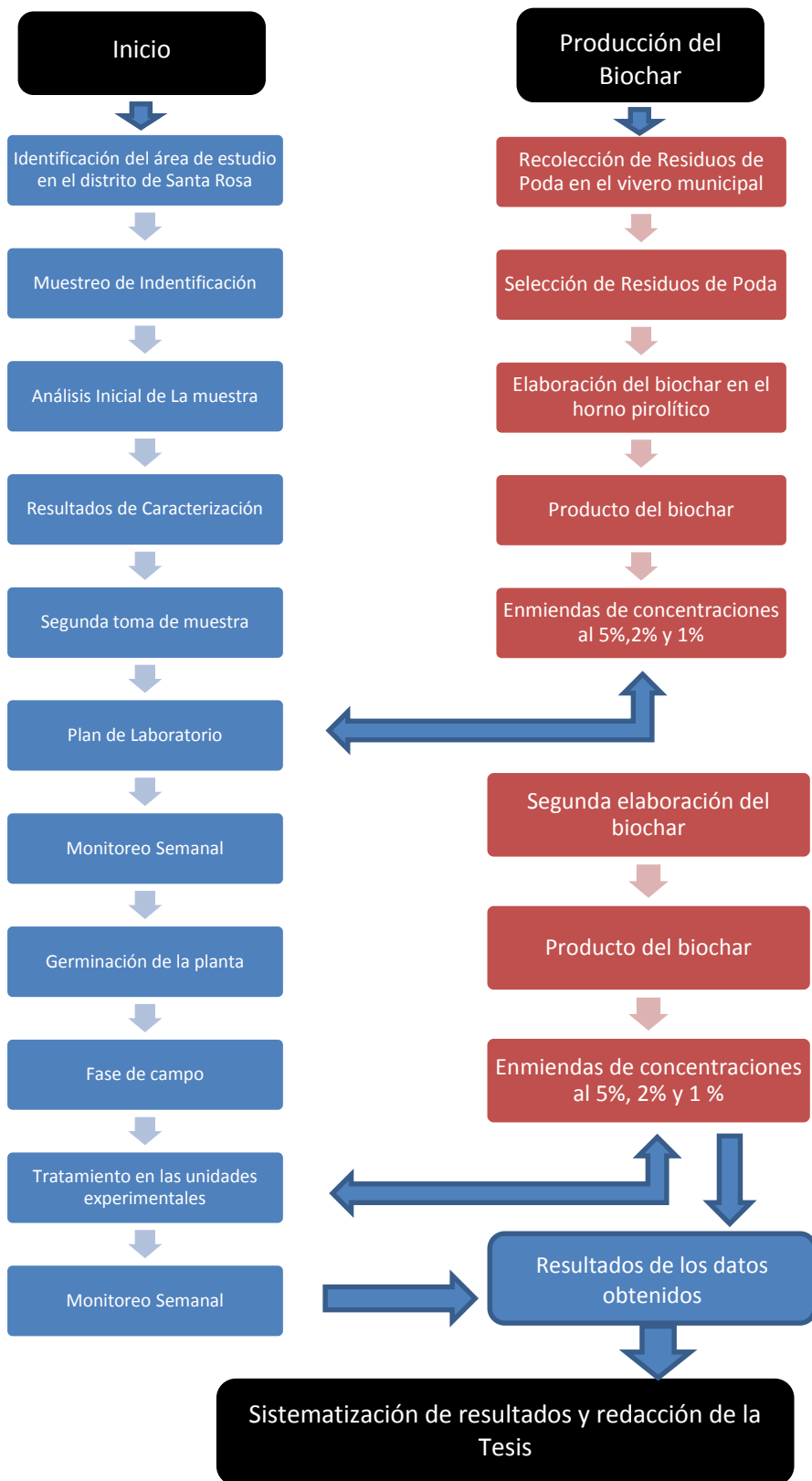
Tabla 7: *Tabla de diseño experimental.*

Tratamiento de la V.I.	Pre-Prueba	Repetición	Incorporación de plantas	Resultados	
				V.D I	V.D II
E1	X(A)	R1	X(B)	E1-R1	X(B)-X(A)-R1
		R2	X(B)	E1-R2	X(B)-X(A)-R2
		R3	X(B)	E1-R3	X(B)-X(A)-R3
		R4	X(B)	E1-R4	X(B)-X(A)-R4
		R5	X(B)	E1-R5	X(B)-X(A)-R5
		R6	X(B)	R1-R6	X(B)-X(A)-R6
E2	X(A)	R1	X(B)	E2-R1	X(B)-X(A)-R1
		R2	X(B)	E2-R2	X(B)-X(A)-R2
		R3	X(B)	E2-R3	X(B)-X(A)-R3
		R4	X(B)	E2-R4	X(B)-X(A)-R4
		R5	X(B)	E2-R5	X(B)-X(A)-R5
		R6	X(B)	E2-R6	X(B)-X(A)-R6
E3	X(A)	R1	X(B)	E3-R1	X(B)-X(A)-R1
		R2	X(B)	E3-R2	X(B)-X(A)-R2
		R3	X(B)	E3-R3	X(B)-X(A)-R3
		R4	X(B)	E3-R4	X(B)-X(A)-R4
		R5	X(B)	E3-R5	X(B)-X(A)-R5
		R6	X(B)	E3-R6	X(B)-X(A)-R6

V. I: Biochar de residuos de poda	E1: 5%
	E2: 2%
	E3: 1%
V.D (X(A)): Suelos arenosos del parque AA.HH “La Arboleda”	X(A): Inicial
V.I (X(B)): Desarrollo forestal de la especie Laurel de Jardín (<i>Nerium Olenader</i>)	X(B): Inicial

Fuente: Adaptado de Zegarra (2015)

Diagrama del Proceso de Investigación



Fuente: Elaboración Propia (2018).

2.2. Variables de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Biochar de residuos de poda V.I.	El biochar se define como un material carbonizado obtenido a partir de biomasa con alto contenido de carbono que se ha pirolizado en un entorno de oxígeno nulo o muy bajo y mediante procesos sostenibles, que contribuye a la fertilidad del suelo (Rosas Mayoral, 2015).	El tratamiento con Biochar de residuos de poda, se realizarán evaluaciones fisicoquímicas para determinar su calidad. Este biocarbón se va incorporar en cuadrantes de control con diferentes proporciones de aplicación: 10%, 20% y 30%..	Características del Biochar	Granulometría	Malla (mm)
				Peso	g
			Concentración del biochar	Peso 1	%
				Peso 2	%.
				Peso 3	%
			Propiedades Físicas	Temperatura	°C
				Humedad Gravimétrica	%
				Secado	Tiempo
				Tamaño de Poda	cm
			Peso de Poda	g	
Regulación Hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda”. V.D.	La regulación Hídrica es la capacidad del ecosistema de almacenar agua en periodos de precipitaciones, para luego liberar lentamente durante periodo seco o estiaje (ANGULO NUÑEZ, 2015)	La variación de la regulación hídrica en el parque AA.HH. “La Arboleda” se va determinar con la aplicación del biochar de residuos de poda.	Propiedades Físicas	Capacidad de campo	mm
				Punto de Marchitez Permanente	mm
				Agua Disponible	mm
				Punto de saturación	Seg.
	Los suelos arenosos se denominan suelos sueltos. Se caracterizan por tener una elevada permeabilidad del agua y por tanto una escasa retención de agua y nutrientes (Rucks, y otros, 2014).	Se medirán las propiedades fisicoquímicas del suelo, tanto inicialmente como cuando se haya aplicado el biochar para comprobar que haya incrementado la fertilidad del suelo.	Propiedades Químicas	pH	Ácido base
				Potencial Rédox	mV
				Cloruros	ppm
				Nitrógeno	%
				Materia Orgánica	%
				Relación C:N	adimensional
				Conductividad Eléctrica	uS/cm
			Propiedades Físicas	% Gravimétrico	%
				Peso Gravimétrico	G.
				Granulometría	Malla (mm)
Conductividad Hidráulica	Cm/seg.				
Estructura	%				
Textura	Triángulo de la USDA				

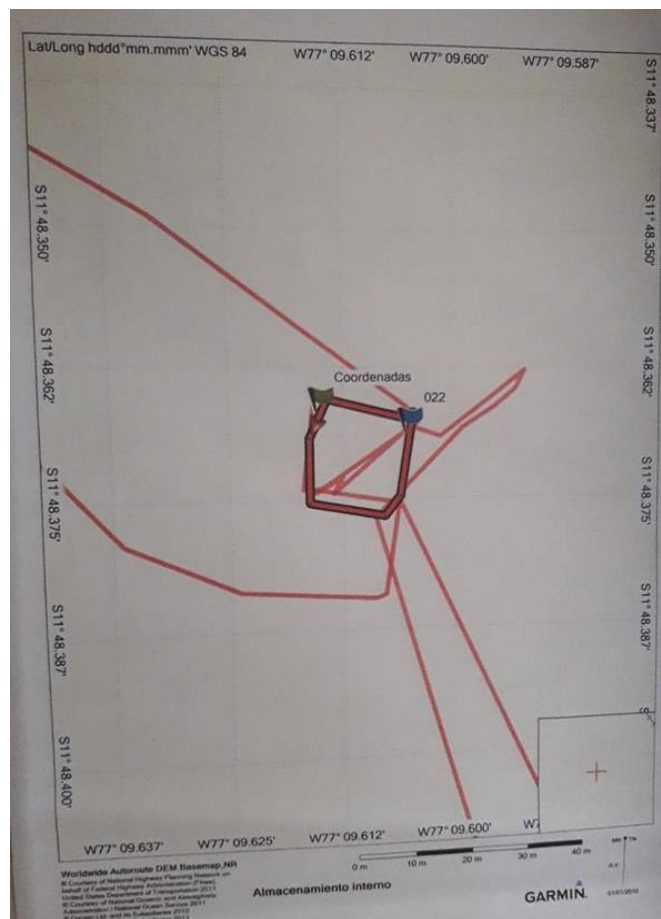
Fuente: Elaboración Propia (2018).

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población:

La población de estudio está representada por los suelos de características arenosas en el parque AA. HH. “La Arboleda” del distrito de Santa Rosa. El estudio se desarrolló en el AA.HH. La Arboleda. Cuya vía de acceso es: Av. Principal, el área del parque fue medido a través de GPS, rodeando el perímetro, y dio como resultado un área 4 430.8 m² (Ver Figura 4).

Unidad de análisis: Los suelos arenosos del distrito de Santa Rosa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 4: Área de estudio.

2.3.2. Muestra:

El muestreo empleado es no probabilístico de tipo de muestreo discrecional, en donde los puntos son elegidos a través de la experiencia y criterios del investigador para así poder identificar las características del suelo arenoso que se requiere para la investigación y debido a que la población aledaña al parque del AA. HH. “La Arboleda” requiere de apoyo para la forestación de su parque.

2.3.3. Muestreo

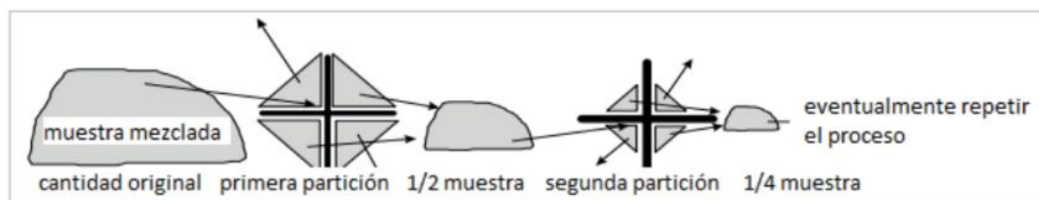
- A) De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, se aplicó un muestreo aleatorio simple de manera superficial, en el cual se utilizó la técnica de la cuadrícula, donde de cada punto indicado se tomó una pequeña cantidad de muestra de aproximadamente 1 kg, la cual fue colocada en una bolsa de plástico impermeable para realizar los análisis In Situ (**Ver Figura 5**).



Fuente: Ministerio del Ambiente (2014).

Figura 5: Muestreo Aleatorio Simple

Asimismo, se realiza el método del cuarteo para la colección de la muestra de línea base, puesto que corresponde a una muestra compuesta, por ello se tomó un kilogramo de suelo (**Ver Figura 6**).

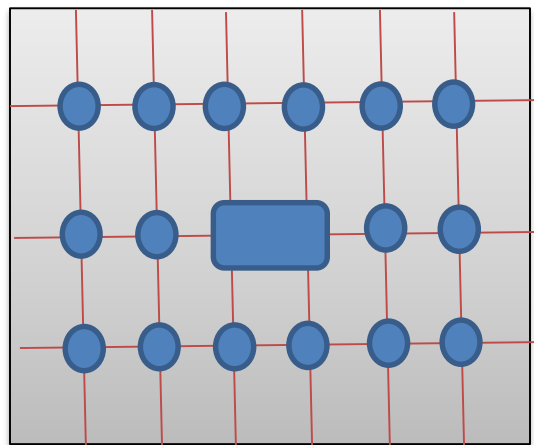


Fuente: Ministerio del Ambiente (2014).

Figura 6: Método del cuarteo.

B) Para la caracterización de la muestra de suelos arenosos en el distrito de Santa Rosa, se identificó el área de estudio en el parque del AA. HH. “La Arboleda”, que presentaba las características arenosas requeridas. Luego, se seleccionó un cuadrante en la zona del parque AA.HH. La Arboleda, del cual se determinó el área a través de un GPS, y tal cual como en el caso del parque fue rodeando su perímetro, en este caso el resultado fue de 344.02 m².

Se siguió la metodología de acuerdo a la Resolución Ministerial 085-2014-MINAM, en el cual se aplicó la técnica de cuadrícula, de los que obtuvimos 16 puntos de muestreo con dimensiones de 10 cm de diámetro y 30 cm de profundidad. Asimismo, se hizo un muestreo de nivel de fondo, también llamado “calicata” en el punto medio del cuadrante de estudio, con unas dimensiones de 1 m de largo por 1 metro de largo y 1 metro de profundidad (**Ver Figura 7**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 7: Ubicación de los puntos de muestreo.

Localización del área de estudio

El parque del AA. HH. “La Arboleda” se encuentra en el distrito de Santa Rosa en la Provincia de Lima y el Departamento de Lima, y este tuvo las siguientes coordenadas:

Tabla 8: *Coordenadas de los puntos del cuadrante de estudio.*

Puntos	Coordenadas (UTM) WGS	Altura
N° 01	X: 0264637	107 m
	Y: 8693976	
N° 02	X: 0264618	108 m
	Y: 8693976	
N° 03	X: 0264615	107 m
	Y: 8693965	
N° 04	X: 0264634	108 m
	Y: 8693962	

Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la siguiente imagen se muestra el área de estudio a través del programa Google Earth en el parque del AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa. El área de estudio se delimitó por cuatro puntos debido a que el área en la que se trabajó como se observa en la **Figura 8**, estaba ya delimitada por el pavimento de la vereda.

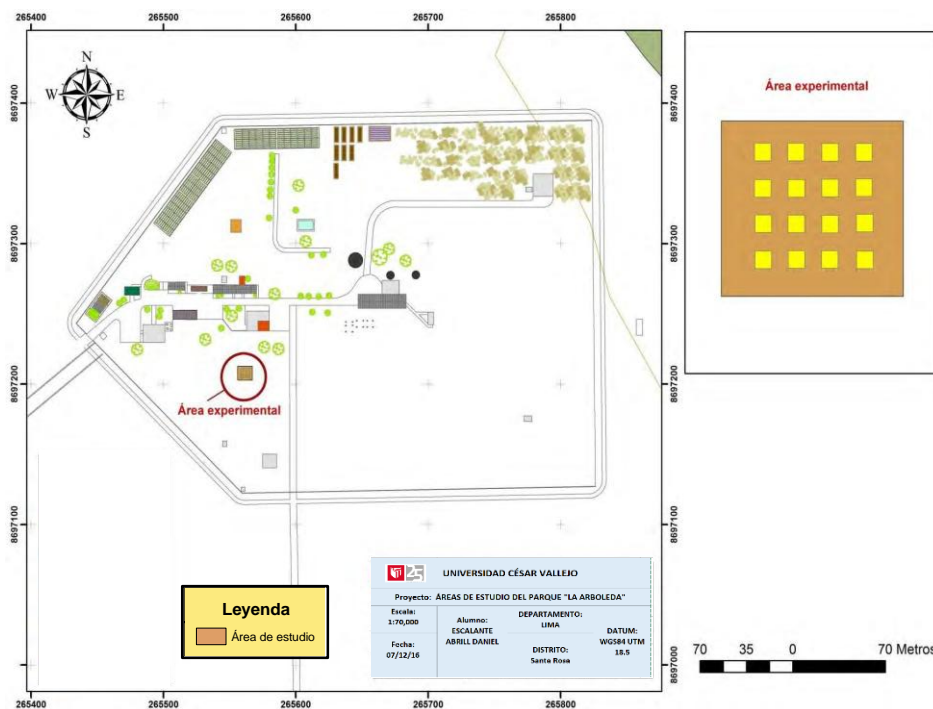


Figura 8: Área de estudio en el parque del AA. HH. “La Arboleda”.

Fuente: Elaboración propia, adaptado del programa Google Earth (2018)

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Materiales, equipos y reactivos utilizados en el experimento

Para el desarrollo de la investigación se empleó los siguientes materiales:

Tabla 9: *Instrumentos utilizados en el área de estudio.*

Materiales	Equipos	Reactivos
Lampa	pH metro	Agua Destilada
Pico	Conductímetro	Ácido
Barreta	Termómetro de suelo	
Cuartheador	Anillos de	
Cucharones	Liner	
Bolsas de Muestreo (100)	Tubo de Densidad Relativa	
Pábilo (5m)	Balanza	
Plástico azul (2 metros)	GPS	
Cinta Métrica de Cruceta	Nivel	
Plumón Indeleble		
Ficha de Campo		

Fuente: Elaboración Propia (2018).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 9: Materiales, Equipos y Reactivos utilizados en campo.

2.4.2. Descripción del procedimiento

Para el desarrollo presente investigación se siguió una serie de procedimientos, los que nos permitieron llegar al objetivo del estudio, incrementar la fertilidad de los suelos arenosos del parque AA. HH. "La Arboleda" en el distrito de Santa Rosa, mediante el biochar generado a partir de residuos de poda. Las etapas de investigación se describen a continuación, en donde se emplearon las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, las cuales se dividieron en 6:

- **Etapa N°1: Diagnóstico del problema**

El muestreo se realizó el día de Agosto del 2018 a las 8 am en el parque del AA. HH. La Arboleda en el distrito de Santa Rosa. En donde se midió el área de la población que es del parque ya mencionado con el GPS (**Ver Figura 10**) que dio como resultado 4430.8 m² y posteriormente la del área de muestreo que fue de 344.02 m².

Una vez delimitada y calculada el área se obtuvo un cuadrante de estudio, donde se georreferenciaron los 4 puntos, en los que se tomaron las coordenadas (UTM) en el sistema WGS84 por cada punto donde se obtuvieron los resultados por cada punto (**Ver Tabla 8**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 10: Toma de coordenadas de los puntos del cuadrante de estudio.

- **Etapa N°2: Análisis Inicial de la Muestra**

Para empezar con el trabajo de campo fue necesario trasladar al lugar materiales, equipos y reactivos (**Ver Figura 11**) para poder realizar el muestreo y el posterior análisis de los parámetros in situ en el área de estudio.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 11: Materiales, Equipos y Reactivos utilizados en campo.

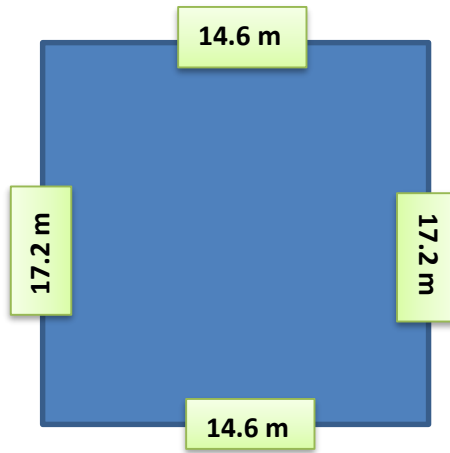
Para empezar el trabajo de campo, se midieron los parámetros iniciales medidos del ambiente en los cuales nos dieron los siguientes resultados:

Tabla 10: Mediciones Iniciales IN SITU.

Código de la Muestra	PAAHH
Fecha	03/09/18
Hora	8:30 am
Temperatura	19.2 °C
Humedad Relativa	70%

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Luego se procedió a medir el área de estudio con la cinta métrica de cruceta, el cual resultó tener la forma de un polígono de 4 lados (**Ver Figura 12**), de los cuales se obtuvieron las siguientes medidas de cada lado, lo cual nos ayudará a determinar su perímetro que fue de 63. 6 metros.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 12: Medición de los lados del cuadrante de estudio.

Según la Guía de muestreo de suelos dada por el D.S N° 0011-2017-MINAM, se debe aplicar la técnica de muestreo de cuadrícula.

Los resultados de los parámetros fueron obtenidos al cabo de agitar durante 10 minutos la muestra compuesta con el agua destilada fueron los siguientes:

Tabla 11: *Parámetros de la muestra compuesta IN SITU.*

CÓDIGO	TEMPERATURA	pH	C.E	POTENCIAL REDOX
PAAHHH-Co	22.4 °C	8.9	3.52 mS	-86

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Posteriormente se realizó un muestreo de nivel de fondo en el cual las dimensiones fueron de 1 metro por 1 metro con una profundidad de 1 metro (**Ver Figura 13**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 13: Calicata terminada.

Una vez terminada la calicata se procedió a tomar una muestra del suelo obtenido, luego de eso se pesó 50 gramos de la misma, para mezclarlo con 100 ml de agua destilada. Y, por último, se agitó por un periodo de tiempo de 10 minutos, y luego se procedió a medir los parámetros, los resultados son los siguientes:

Tabla 12: *Parámetros de la calicata.*

CÓDIGO	TEMPERATURA	pH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	POTENCIAL REDOX
PAAHH- CA	21.5 °C	9.1	5.1 mS	-102

Fuente: Elaboración Propia (2018).

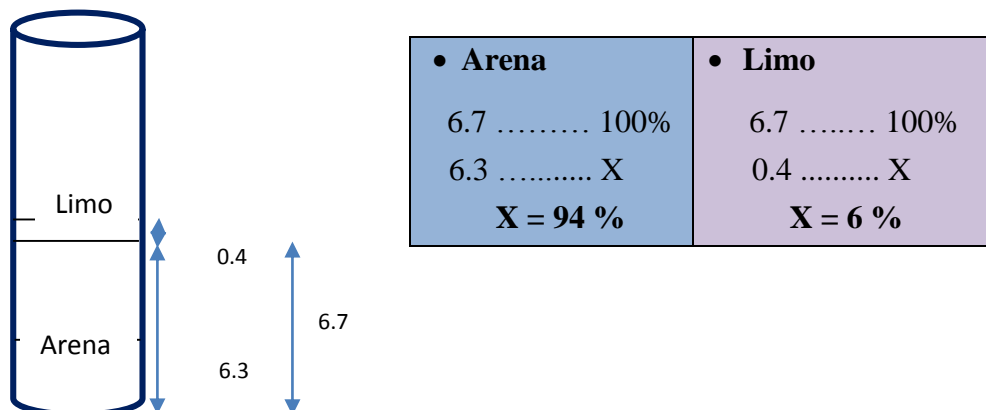
Para terminar el trabajo de campo, se midieron los parámetros iniciales medidos del ambiente en los cuales nos dieron los siguientes resultados:

Tabla 13: *Mediciones finales del área de estudio.*

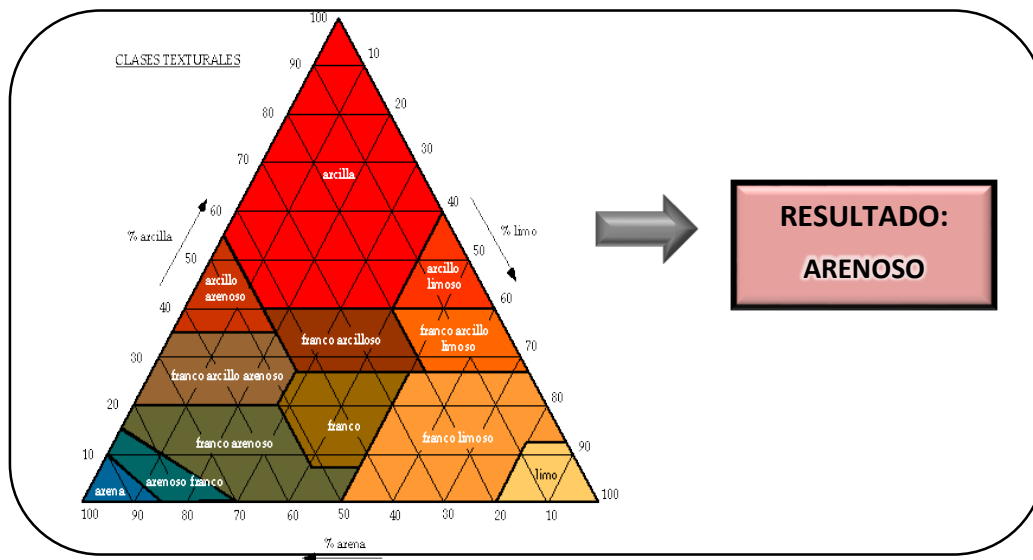
Código de la muestra	PAAHH
Fecha	03/09/18
Hora	1:34 pm
Temperatura	25.2°C
Humedad Relativa	39%

Fuente: Elaboración Propia (2018).

➤ Estructura del suelo (arena, arcilla y limo)



Para realizar la determinación de la estructura del suelo se utilizó el método de sedimentación gravimétrica basada en la ley de stoke, donde se obtuvo un 94% de arena y 6% de Limo. Este resultado es muy importante de conocer debido a que nos servirá posteriormente para determinar la capacidad de campo cuantitativa del suelo arenoso del lugar y los posteriores análisis de los demás parámetros para la optimización hídrica del suelo (**Ver Figura 14**).



Fuente: Guía de Muestreo de Suelos (2017).

Figura 14: Triángulo textural de la USDA

- **Etapa N° 3: Producción del Biochar**

Para la producción del biochar, la recolección de los residuos de poda se obtuvo de la poda de los árboles de ficus del parque de la Cooperativa Residencial La Ensenada en coordinación con el encargado de la poda del lugar, se eligió esta especie debido a que cuenta con una mayor cantidad de lignina, lo cual no resultó un biochar de mayor calidad y rendimiento (ROSAS MAYORAL, 2015).

Luego de la recolección, se procedió a trasladar los residuos al lugar donde se encontraba el horno pirolítico. Asimismo, antes de ingresar los residuos de poda se seleccionó los residuos de mejor estado y fueron cortados a una medida de 80 centímetros, aproximadamente de acuerdo a las dimensiones del horno, para luego realizar el proceso. Asimismo, fueron pesados y se obtuvo como peso 51 kg aproximadamente.

Este tipo de pirolisis en este caso fue de una pirolisis lenta, lo que quiere decir que el tiempo en el horno pirolítico será aproximadamente de 2 horas a una temperatura de 500°C. Para lo cual, el horno usado fue calentado aproximadamente por un periodo de 2 horas hasta alcanzar esa temperatura adecuada, como lo indica en su trabajo previo el autor Rosas Mayoral (2015, p. 28).

Una vez obtenido calentado el horno a 500°C, se procede a colocar los palos cortados ordenándolos de tal manera que puedan caber en el horno, estos tuvieron un peso aproximado de 51 kg, los cuales ingresaron al horno pirolítico.

Asimismo, una vez terminado de colocar los palos cortados se procedió a tapar el horno, a partir de eso se controló un tiempo de 2 horas.

Una vez transcurrido el tiempo estimado de 2 horas, se procedió a destapar el horno, en donde se pudo observar que los palos estaban carbonizados, es decir fueron transformados en biochar que fue sacado con una pala metálica (**Ver Figura 15**).



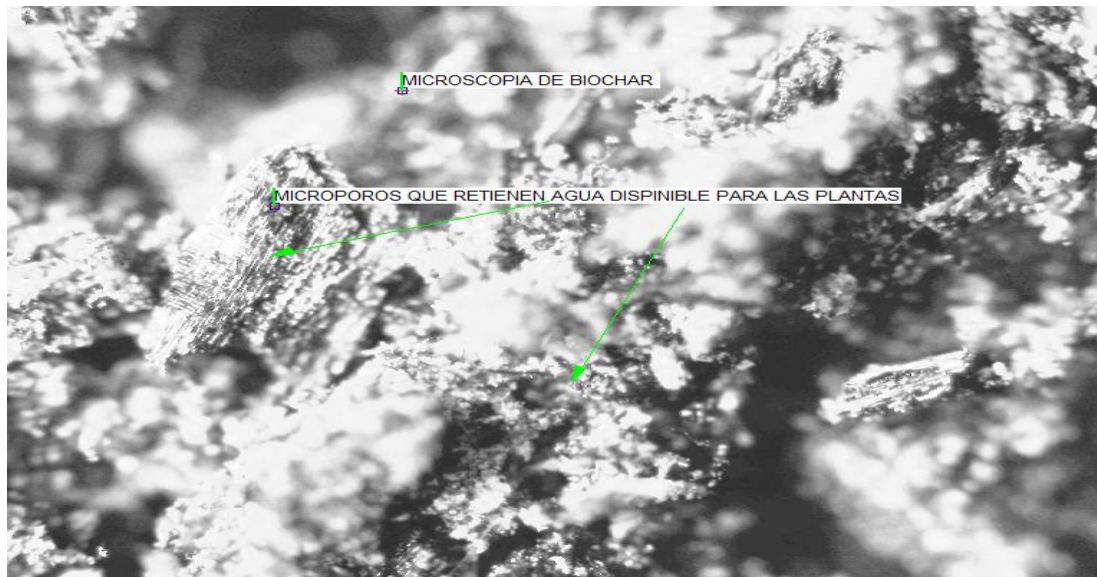
Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 15: Biochar producido.

Asimismo, el biochar se dejó enfriar por el transcurso de 2 horas aproximadamente para ser embolsado y rotulado, luego de esto se llevó estas muestras que fueron pesadas y nos dio como resultado el de 20 kg de biochar.

Posteriormente se tomó una pequeña muestra de aproximadamente de 2 gramos de cada bolsa, para ser llevados a laboratorio para poder realizar los análisis físicos pertinentes de biochar.

Se realizó el análisis microscópico del biochar, en donde se apreciaron los microporos del biochar, estos son muy importantes ya que van a retener agua disponible para las plantas (**Ver Figura 16**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 16: Microscopia del biochar.

- **Etapa N° 4:** Fase de Laboratorio

Una vez que se obtuvo el biochar, se procede a la fase de laboratorio en la cual lo primero que se hizo fue separar el biochar según su granulometría, en el cual se utilizaron tres mallas (**Ver Figura 17**), la malla N° 01 fue de 25 mm, la N° 02 fue de 12.5 mm y la tercera fue de 6 mm.. Antes de pasar por cada malla se vació el biochar de todas las bolsas etiquetadas y rotuladas, en un plástico de 2 metros por 2 metros.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 17: Mallas y Biochar, para la granulometría.

Una vez terminado de vaciar el biochar, se procede a pasar por la primera malla que es la N° 1 de 25 mm. En donde se utilizó un cucharón de metal para realizar el zarandeo en la primera malla, donde se obtuvo aproximadamente 5 kg de biochar que fueron depositados en una fuente de metal (Ver Figura 18).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 18: Filtrado por la Malla N° 01.

Después de haber pasado por la primera malla, se procedió a pasar por la malla N° 02 de 12.5 mm, en donde se realizó el mismo procedimiento que en el primer caso. Asimismo, el peso que se obtuvo en este caso fue de 11 kg aproximadamente (Ver Figura 19).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 19: Filtrado por la Malla N° 02.

Por último, se pasó por la malla N° 03 de 6 mm, en la cual se realizó el mismo procedimiento anterior y se obtuvo 4 kg de biochar aproximadamente, los cuales se procedieron a embolsar nuevamente (Ver Figura 20).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 20: Filtrado por la Malla N° 03.

Una vez que se tiene las bolsas clasificadas según cada tipo de malla, se procede a hacer el cálculo de las proporciones con las cuales se va trabajar en este caso se va trabajar con 1%, 2% y 5% de biochar para cada olla de concentración (**Ver Figura 21**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 21: Biochar clasificado.

Una vez calculado los porcentajes, se procede a armar las ollas de concentración, las cuales para la fase de laboratorio su utilizaron 18 baldes con un volumen de 5 litros, que se dividieron por colores de acuerdo al porcentaje de biochar a trabajar. Debido a que se trabajó con 3 concentraciones se dividieron en 6 baldes de un color por cada concentración.

Tabla 14: *Clasificación de los baldes según la concentración.*

Tratamiento	Número de Baldes	Color de Baldes
T1 (5%)	6	Verde
T2 (2%)	6	Rojo
T3 (1%)	6	Azul

Fuente: Elaboración Propia (2018)

Para empezar con el proceso de adecuación, se empezó haciéndole unos pequeños orificios a los 18 baldes, con el fin de que se pueda filtrar el agua y poder determinar la capacidad de campo de cada olla de concentración.

Una vez realizado este proceso, se procedió a poner papel filtro en cada balde. Asimismo, se procedió a armar las ollas con las concentraciones del 5%, 2 % y 1 % de biochar con las proporciones adecuadas, como lo muestran las siguientes tablas:

Tabla 15: *Proporciones para la olla de 5 %.*

Proporción	Cantidad	Porcentaje
Biochar	200 g	5%
Arena	3,200 g	80%
Humus	300g	7.5%
Compost	300g	7.5%

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 16: *Proporciones para la olla de 2%.*

Proporción	Cantidad	Porcentaje
Biochar	80 g	2%
Arena	3,320g	83%
Humus	300g	7.5%
Compost	300g	7.5%

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 17: *Proporciones para la olla de 1%.*

Proporción	Cantidad	Porcentaje
Biochar	40 g	1%
Arena	3,360g	84%
Humus	300g	7.5%
Compost	300g	7.5%

Fuente: Elaboración Propia (2018).

En esta etapa de laboratorio, se tendrá las plantas por 15 días aproximadamente, con el fin de poder determinar la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente y el agua disponible, con lo cual una vez llevada IN SITU se pueda conocer con exactitud la cantidad de agua necesaria que se debe regar a cada planta y pueda sobrevivir a las condiciones arenosas del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa.

Por ello, las 18 plantas de diferentes proporciones de biochar de acuerdo al color del balde, fueron podadas para poder evaluar la efectividad del tratamiento a través del desarrollo de las plantas, asimismo fueron regadas con 1 litro de agua cada 2 días en el tiempo que se mantuvieron en laboratorio (**Ver Figura 22**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 22: Estado inicial de las plantas en laboratorio.

Una vez transcurridos los 15 días de acondicionamiento en el laboratorio. Se procedió a llevarlas al área de estudio en el parque AA. HH. “La Arboleda”, sin antes realizar un análisis de cada una de ellas (**Ver Figura 23**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 23: Maseteros al cabo de 15 días.

Se eligió de cada proporción una olla de concentración (balde), en el que se procedió a hacerle un pequeño corte al balde, para poder ver el estado de enmienda del biochar en la base, donde se observó en su estructura que la humedad se concentraba en la parte inferior, es decir en donde se encontraba biochar (**Ver Figura 24**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 24: Estructura de la olla de concentración.

Una vez realizado el corte, se procedió a tomar una pequeña muestra del biochar de la enmienda aplicada en la olla de concentración con un cucharón metálico.

Una vez recolectadas las muestras, se procedió a realizar los respectivos análisis de los parámetros estipulados. Y se realizó el mismo procedimiento para las demás concentraciones de 5% y 1% respectivamente. Una vez culminado todo este

procedimiento las plantas fueron transportadas hacia el parque del AA. HH. “La Arboleda” para la plantación de la especie IN SITU.

- Etapa N° 5: Fase de campo

En esta etapa se realizó la plantación en el parque AA. HH “La Arboleda” de la especie Laurel de Jardín (*Nerium Oleander*), donde se llevaron 18 plantas en maseteros (baldes) que estuvieron 15 días en laboratorio en un periodo de evaluación.

Para todo ello se siguió el siguiente procedimiento:

Lo primero que se realizó en la fase de campo, fue el de hacer la limpieza con el rastrillo del área de estudio, debido a que se encontraban muchos residuos sólidos.

Una vez terminada la limpieza del lugar, se procedió a realizar las medidas necesarias, en las cuales de manera horizontal fue de 2.46 metros y vertical 3.65 metros para determinar los puntos para realizar la plantación.

Luego de eso, se procedieron a hacer las divisiones del área de estudio la cual tiene una forma de cuadrícula con 18 puntos en los cuales se va a realizar el plantado.

Luego de que se obtuvo los 18 puntos de acuerdo al diseño experimental en la Figura, se delimitó una pequeña circunferencia de 15 cm de radio para la excavación, y a una profundidad de 40 cm aproximadamente.

Una vez delimitados cada uno de los puntos, se procedió a realizar la excavación para poder ya plantar los maseteros. Además, se pesó la arena que se obtuvo de este hueco para poder tomarlo como volumen para los porcentajes de los compuestos de las ollas de concentración.

Antes de realizar la plantación, fue necesario determinar los porcentajes en campo de la concentración de biochar, el compost y humus, que componen las ollas de concentración ya que el volumen de arena es diferente al utilizado en laboratorio, en este caso fue de aproximadamente el doble es decir 8 kg. Por lo que, se calculó como lo muestra las siguiente Tablas, además se le añadió para esta fase IN SITU el rastreo.

Tabla 18: *Proporciones para la olla de 5% IN SITU.*

Proporción	Cantidad	Porcentaje
Biochar	400 g	5 %
Arena	6350 g	83%
Humus	600 g	7.5%
Compost	600 g	7.5%
Rastrojo	50 g	0.07 %

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 19: *Proporciones para la olla de 2% IN SITU.*

Proporción	Cantidad	Porcentaje
Biochar	160 g	2 %
Arena	6590 g	83%
Humus	600 g	7.5%
Compost	600 g	7.5%
Rastrojo	50 g	0.07 %

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 20: *Proporciones para la olla de 1% IN SITU.*

Proporción	Cantidad	Porcentaje
Biochar	80 g	1 %
Arena	6670 g	83%
Humus	600 g	7.5%
Compost	600 g	7.5%
Rastrojo	50 g	0.07 %

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Una vez determinadas las concentraciones de cada compuesto para las ollas de concentraciones se procedió a realizar el armado de cada una de ellas siguiendo un orden correspondiente, de acuerdo al diseño experimental del estudio la ubicación

está de acuerdo a la concentración de biochar utilizada. Para ello, se siguió el siguiente procedimiento:

Lo primero que se realizó fue el pesado de los compuestos en una balanza de mano de acuerdo a las concentraciones indicadas en las tablas.

Una vez realizado el pesado de los compuestos de las ollas de concentración, se procedió a formar las ollas de concentración, en donde se empezó con colocar 50 gamos de rastrojo como base.

A su vez, se procedió a realizar el trasplante del masetero, el cual se le realizó 4 cortes en el balde para que la planta no se desarme, a la nueva olla de concentración en el área de estudio.

Una vez colocada la planta, se procedió a terminar de rellenar la olla de concentración con la arena que se sacó de la excavación.

Una vez culminada la plantación del Laurel de Jardín, se cubrió con rastrojo la parte de la superficie de la planta, con el fin de que cuando se realice el riego de las plantas y sea un día soleado pueda servir como una capa la cual proteja que el agua se evapore y se pueda conservar por más tiempo. Asimismo, se utilizó los mismos residuos de los baldes cortados, como cerco para proteger a las plantas de que puedan ser dañadas por las personas del lugar o animales (**Ver Figura 25**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 25: Colocando el rastrojo en la superficie de la planta.

Se siguió el mismo proceso para las demás plantas de la concentración del 2%, así como para el de las otras concentraciones de 5% y 1%. Luego de haber culminado con el trasplante de todas las plantas, se procedió a realizar el riego de las plantas en

este caso de 2.5 litros por planta con una frecuencia de 7 días, es decir semanalmente coincidiendo con el monitoreo del desarrollo de las plantas (**Ver Figura 26**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 26: Riego de las plantas.

Luego se procedió a realizar el primer control de monitoreo de las plantas, ya que correspondían a los primeros 15 días del tratamiento con biochar. En donde se realizó la evaluación con una ficha de campo que se encuentra en el Anexo para comprobar la efectividad del tratamiento, además de tomar evidencia fotográfica de cada una de las plantas para diferenciar su desarrollo (**Ver Figura 27**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 27: Laurel de Jardín con olla de concentración de biochar al 2%, al cabo de los primeros 15 días.

Tabla 21: Tabla de las etapas del desarrollo de investigación.

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
1. Diagnóstico del problema	Información Virtual	Observación	Registro de visita de campo	Delimitación del área de estudio para la muestra
2. Producción de biochar	Residuos de Poda	Observación	Horno Pirolítico	Parámetros Físicos y características del biochar
3. Análisis inicial de la muestra (pre-tratamiento)	Suelos arenosos del distrito de Santa Rosa	Observación	- Muestreo superficial (0-30cm)	Parámetros fisicoquímicos de la muestra recolectada
4. Tratamiento de los suelos arenosos del distrito de Sata Rosa	Campo	Observación	- Registro del producto de biochar de residuos de poda.	Determinar la eficiencia del tratamiento con biochar
5. Análisis final de la muestra (post-tratamiento)	Suelos arenosos del distrito de Santa Rosa	Observación	- Muestreo de comprobación de remediación	Parámetros fisicoquímicos de la muestra recolectada
6. Análisis del desarrollo de la especie	Plantas desarrolladas en el distrito	Observación	- Fichas de control.	Crecimiento y estado de la planta

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Validación y confiabilidad del instrumento

La validación del presente estudio se dará por el criterio de jueces expertos en el área correspondiente, en las fichas presentadas en los **Anexos 05, 06 y 07**.

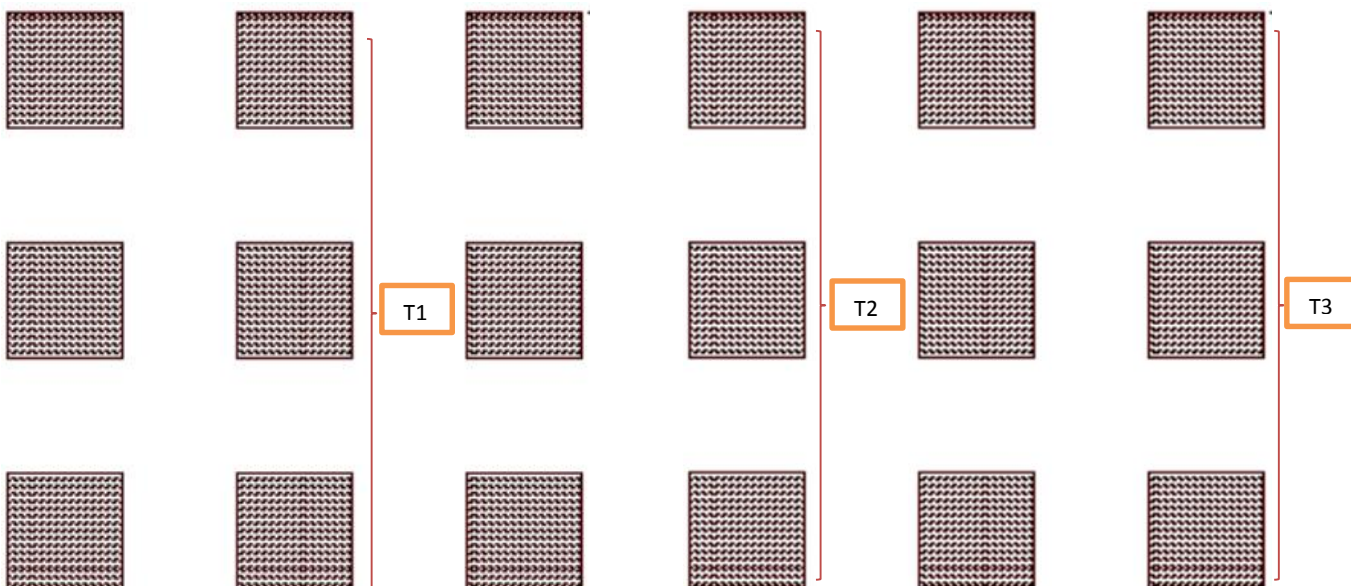
Tabla 22: *Porcentaje de Validación por cada experto.*

Nombre	Instrumento		
	Ficha de Producción del biochar	Ficha de Muestreo de suelos	Ficha de Crecimiento
Juan Ordoñez Galvez	85%	85%	85%
Abel Inga Díaz	95%	95%	90%
Lucero Castro Tena	95%	95%	95%

Fuente: Elaboración Propia (2018).

2.5. Métodos de análisis de datos

Para la presente investigación, de acuerdo a las etapas descritas, se tienen 18 unidades experimentales, debido a que se aplica 6 repeticiones para cada una de las concentraciones de: T1(5%), T2(2%) y T3(1%) (**Ver Figura 28**).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 28: Unidades experimentales.

Donde las enmiendas serán distribuidas con un diseño completamente al azar, con 3 diferentes proporciones y 6 repeticiones por cada una de ellas en el cuadrante delimitado del área de estudio. Para determinar el error en las unidades experimentales se da mediante la siguiente ecuación:

Modelo aditivo Lineal

$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$

Donde

- . Y_{ij} : Unidad Experimental
- . U : Media Poblacional
- . T_i : Tratamiento
- . E_{ij} : Error Experimental

Para realizar la prueba de hipótesis, se utilizará la prueba de contraste de Tukey, que hace una comparación de la media o promedio de los tratamientos, en este caso para diferenciar cuál de las concentraciones aplicadas a las enmiendas tiene una mayor eficiencia.

Los datos obtenidos serán analizados a través del programa SAS mediante el modelo estadístico de varianza con factor (ANOVA) para la obtención de los resultados de manera cuantitativa, en conjunto con el programa Microsoft Excel, para realizar un análisis e interpretación de los resultados mediante gráficas, histogramas o tabulaciones.

Los resultados que se generaron se analizaron dependiendo la variable.

2.5.1. Análisis del Biochar producido

Los resultados fueron procesados utilizando el programa Microsoft Office Excel 2013 para generar gráficos que reflejen el rango de aceptación para la calidad del Biocarbón producido.

2.5.2. Análisis de caracterización de suelo

Para el análisis de la caracterización de suelo se utilizaron los modelos estadísticos de varianza con un factor (ANOVA), para poder corroborar si la hipótesis se anula o se acepta. Lo cual sería si el Biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos en el parque del AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa.

Además, se utilizará el programa de Microsoft Excel 2016, para la representación de gráficos de los resultados de la experimentación.

2.5.3. Análisis de Vegetación

Para el análisis de la especie Laurel de Jardín (*Nerium Oleander*), se analizará los resultados del desarrollo vegetativo.

Se utilizará el modelo estadístico de análisis de varianza con un factor (ANOVA). Para analizar los datos recogidos en los monitoreos. Asimismo, los gráficos y barras del programa de Excel 2016, para los resultados.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis Inicial de la Muestra

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la muestra representativo en la etapa de muestreo del suelo arenoso del área de estudio en el parque AA. “La Arboleda”.

Tabla 23: *Parámetros medidos en el parque AA. HH. “La Arboleda”.*

CÓDIGO	TEMPERATURA (°C)	pH	C.E (uS/cm)	POTENCIAL REDOX (mV)
PAAHHH-Co	22.4 °C	8.9	3520	-86

Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la **Tabla 23**, los resultados iniciales hechos en el parque AA. HH. “La Arboleda” nos determinó como resultado que tiene un pH ligeramente alcalino (**Tabla 5**) de 8.9 de acuerdo a las clasificaciones, además estás relacionado con el valor negativo de -86 que corresponde a un pH alcalino. Asimismo, una conductividad eléctrica de 3052 uS, lo que quiere decir que tiene un moderado (**Tabla 6**) porcentaje de salinidad.

A. Conductividad Hidráulica

Tabla 24: *Mediciones IN SITU para conductividad hidráulica.*

Muestra	Altura de suelo (cm)	Tiempo 1 (seg.)	Tiempo 2 (seg.)	Altura A1 (cm)	Altura A2 (cm)	Conductividad Hidráulica (cm/seg.)
PAAHH	8	415	267	5 cm	2.5	0.015

Fuente: Elaboración Propia (2018).

La conductividad hidráulica IN SITU determinada en campo fue de 0.015 cm/seg, lo cual quiere decir que es la velocidad de infiltración del agua en el suelo arenoso del lugar como podemos ver en la **Tabla 24**.

B. Densidad Relativa

Tabla 25: Mediciones IN SITU para la densidad relativa.

Muestra	Volumen del Cilindro (cm ³)	Peso del suelo Seco (g)	Densidad Relativa (g/cm ³)
PAAHH	213.9	345	1.61

Fuente: Elaboración Propia (2018).

La densidad relativa o también llamada aparente del suelo arenoso del parque AA.HH. “La Arboleda” nos dio como resultado un valor de 1.61 g/cm³ (Tabla 25), lo cual quiere decir que es un suelo muy suelto (Tabla 4).

Para los resultados de las muestras del parque AA. HH. “La Arboleda”, se hizo una muestra representativa, la cual fue analizada en laboratorio. Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26: Parámetros medidos en laboratorio (EX SITU).

CÓDIGO	TEMPERATURA (°C)	pH	C.E (uS)	POTENCIAL REDOX (mV)
PAAHHH-Co	18.7	8.55	3070	-130.5

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Los resultados de la muestra representativa tomada, se analizaron en laboratorio y se obtuvieron como resultado que el pH tuvo una pequeña variación, igual es ligeramente alcalino (Ver Tabla 1) y tiene relación con el potencial redox que tiene un valor negativo, y una conductividad eléctrica moderada (Tabla 26).

C. Cationes Intercambiables (Espectrofotometría)

Tabla 27. Cationes intercambiables del suelo.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	+Ca (Cmol/kg)	+Mg (Cmol/kg)	+Na (Cmol/kg)	+K (Cmol/kg)
0.09	0.098	0.008	0.969	0.07

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Se puede observar en la **Tabla 27** que los valores de los cationes intercambiables medidos mediante espectrofotometría en un medio amoniacal son muy bajos de la muestra de arena tomada del parque AA. HH. “La Arboleda”.

D. Conductividad hidráulica

Tabla 28: Mediciones en laboratorio (EX SITU).

Muestra	Altura de suelo (cm)	Tiempo 1 (seg.)	Tiempo 2 (seg.)	Altura A1 (cm)	Altura A2 (cm)	Conductividad Hidráulica (cm/seg.)
PAAHH	8,4	690	1615 seg,	300 cm	200 cm	0.035

Fuente: Elaboración Propia (2018).

La conductividad hidráulica realizada de la muestra representativa llevada a laboratorio, fue de 0.035 cm/ seg lo que quiere decir que tiene una velocidad de infiltración menor a la que tuvo en campo (**Tabla 24**), esto se puede explicar a que se realizó una tamizada en la malla de 6 mm como podemos ver en la **Tabla 28**.

E. Densidad Relativa

Tabla 29: Mediciones EX SITU de la densidad relativa.

Muestra	Volumen del Cilindro (cm ³)	Peso del suelo Seco (g.)	Densidad Relativa (g/cm ³)
PAAHH	213.9	362	1.69

Fuente: Elaboración Propia (2018).

La densidad relativa realizada de la muestra representativa llevada a laboratorio, fue de 1.69 g/cm³ (**Tabla 29**), lo cual nos indica que solo tuvo una variación ínfima con respecto a la realizada IN SITU como se puede observar en la **Tabla 25**.

F. Cloruros

Tabla 30: Resultados de laboratorio para cloruros.

Código	Volumen gastado AgNO ₃	Normal AgNO ₃	Volumen de Muestra	Meq
PAAHH	2.9 ml	0.025	5 mL	14.5 mEq/L

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Conversión a ppm:

$$\text{ppm } Cl^{-} = \text{mEq/L} * 35.5$$

$$\text{ppm } Cl^{-} = 14.5 \text{ mEq/L} * 35.5$$

$$\text{ppm } Cl^{-} = 514.75 \text{ ppm}$$

Se determinó los cloruros presentes en los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda”, los cuales nos dieron como resultado de 514.75 ppm de cloruros, lo cual quiere decir que es una cantidad moderada y no se requiere lavado de suelo como en otros casos para el desarrollo de las plantas, como se aprecia en la **Tabla 30**.

G. Porcentaje Gravimétrico

Se procesó los datos tomados en laboratorio y obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 31: Valores para la determinación del porcentaje gravimétrico.

Código de la muestra	Peso del crisol (tara)	Peso del crisol + muestra (g)	Peso de la muestra seca (g)	% Gravimétrico
PAAH- % Grav.	57	67	66.952	0.072

Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la **Tabla 31**, los resultados del peso gravimétrico en el suelo arenoso del distrito de Santa Rosa, tuvo un porcentaje gravimétrico bastante bajo, lo cual es predecible por las texturas arenosas del mismo (**Ver Figura 14**).

H. Peso Gravimétrico

Se procesó los datos tomados en laboratorio y obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 32: Valores para la determinación del peso gravimétrico.

Código de la muestra	Peso del crisol (tara)	Peso del crisol + muestra (g)	Peso de la muestra seca (g)	W Gravimétrico
PAAH- W Grav.	59	69	68.933	0.097

Fuente: Elaboración Propia (2018).

El resultado del peso gravimétrico, está relacionado con la cantidad de agua disponible del suelo arenoso del parque AA. HH. “La Arboleda” la cual en este caso fue un valor

muy bajo debido al tipo de suelo de textura arenosa, lo cual no permite que haya una cantidad de agua disponible en el suelo (**Tabla 32**).

I. Materia Orgánica

Tabla 33: Valores para la determinación de materia orgánica.

Muestra	Meq K ₂ Cr ₂ O ₇	Meq FeSO ₄	Peso del suelo	% Corgt	% Materia Orgánica
PAHH	10	0.0098	0.5	0.156	0.28%

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Para la determinación de la materia orgánica se utilizó el método de Walkley y Black, para este procedimiento es necesario realizar la titulación con 2 compuestos $K_2Cr_2O_7$ y $Fe(NH)_4SO_4$, como se muestra en la **Tabla 33**, donde se obtuvo como resultado un muy bajo contenido de materia orgánica como era de esperarse en este tipo de suelos.

J. Relación C:N

Tabla 34: Valores para la determinación Relación C:N

V _{H₂SO₄} (ml)	V _{H₂SO₄} (ml)	Normalidad del H ₂ SO ₄	Peso de la muestra (g)	% de Nitrogeno
32	20	0.05	0.5	1.68

Fuente: Elaboración Propia (2018).

$$Relación\ C:N = \frac{0.156}{1.68} = 0.09$$

K. Granulometría

Para la determinación de la granulometría en el suelo se realizó un proceso en el que se tuvieron que pasar por 7 mallas diferentes.

Tabla 35: Clasificación de Mallas.

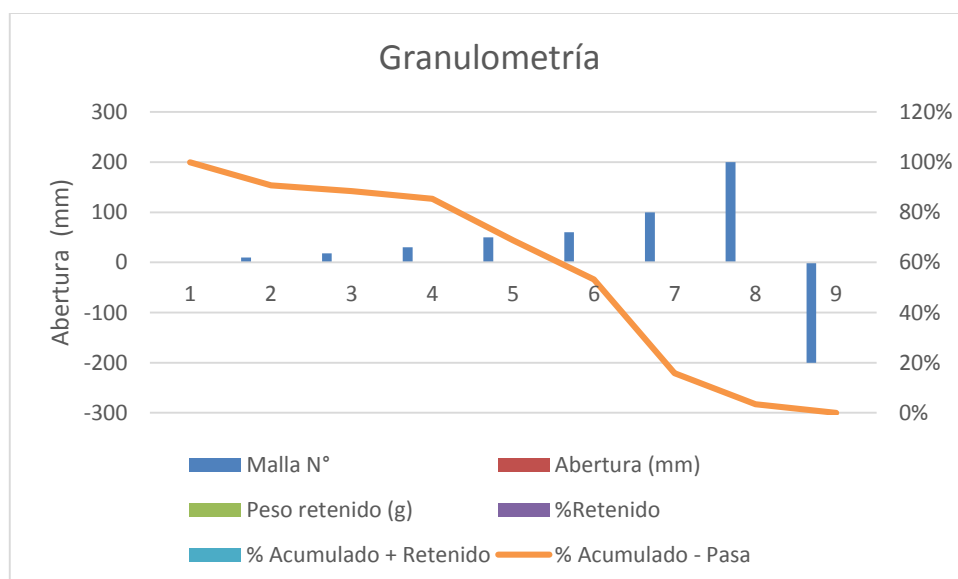
Malla N° 10 (2.00 mm) Peso de bolsa : 0.027 g.	Malla N° 18 (1.00 mm) Peso de bolsa : 0.027 g	Malla N° 40 (0.425 mm) Peso de bolsa : 0.027 g
Malla N° 100 (0.150 mm) Peso de bolsa : 0.027 g	Malla N° 200 (0.150 mm) Peso de bolsa : 0.027 g	Malla - 200 Peso de bolsa : 0.027 g

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 36: Peso retenido y pasado por cada malla.

Malla N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	%Retenido	% Acumulado	
				+ Retenido	- Pasa
½"	12.5 mm	0 g	0 %	0	100 %
10	2.00 mm	46 g	9.2 %	9.2 %	90.8 %
18	1.00 mm	12 g	2.4 %	11.6 %	88.4 %
30	0.6 mm	15 g	3 %	14.6 %	85.4 %
50	0.3 mm	83 g	16.6 %	31.2 %	68.8 %
60	0.250mm	78 g	15.6 %	46.8 %	53.2 %
100	0.150 mm	187 g	37.4 %	84.2 %	15.8 %
200	0.075 mm	62 g	12.4 %	96.6 %	3.4%
-200	-0.075 mm	17 g	3.4 %	100%	0%

Fuente: Elaboración Propia (2018).



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 29: Granulometría de los suelos arenosos.

Se hizo la prueba de granulometría del suelo, en el cual se pasaron por 8 mallas (**Tabla 36**) de la cual se pudo observar que en la que obtuvo un mayor porcentaje retenido es en la Malla N° 100 es decir de 0.150 mm que es el rango para suelos arenosos y además de la relación con la densidad relativa, como se ve en la **Figura 29**.

L. Capacidad de campo Cualitativa

La determinación de la capacidad de campo se puede dar de manera cualitativa y de manera cuantitativa. A continuación, datos para una determinación cuantitativa.

Tabla 37: Resultados para la capacidad de campo.

Peso del Frasco	Peso de la Muestra	Volumen de Agua Destilada	Tiempo de Saturación	Peso Final de la Muestra
18 g.	600 g.	120 ml	25' 42''	731 g.
17 g.	600 g.	125 ml	26' 58''	740 g.
17 g.	600 g.	125 ml	25' 20''	736 g.

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 38: Determinación de la capacidad de campo.

Repeticiones	Peso Neto Inicial de la Muestra	Peso Neto Final de la Muestra
R1	582	713
R2	583	723
R3	583	719
Promedio	582.6	718.3

Fuente: Elaboración Propia (2018).

$$C_{campo} = \frac{W_{Final} - W_{Inicial}}{W_{Inicial}} = 0.23$$

La capacidad de campo cualitativa del parque AA. HH. “La Arboleda” es de 0.23 gamos, lo que quiere decir que la capacidad de campo va aumentar, lo cual hará que la velocidad de infiltración del agua sea menor, es decir disminuya la conductividad hidráulica (**Tabla 37 y 38**).

M. Capacidad de campo Cuantitativa

Tabla 39: *Determinación de la capacidad de campo cuantitativa.*

Tiempo (horas)	Peso de la tara (g)	Peso de la arena+tara (g)	Peso de la arena húmeda (g)	Peso de la arena seca+tara (g)	Peso de la arena seca (g)
24	465	1185	720	1060	595

Fuente: Elaboración Propia (2018).

$$C_{campo} = \frac{720}{595} = 1.21$$

El resultado de la capacidad de campo cuantitativa es de 1.21 (**Tabla 39**), lo cual quiere decir que es mayor con respecto a la medida cualitativamente (**Tabla 38**) y nos indica que el tiempo de saturación en un día (24 horas) es de 1.21 gramos de suelo.

N. Punto de Marchitez Permanente

Tabla 40: *Determinación del punto de marchitez permanente*

Capacidad de campo cuantitativa (g)	Factor de conversión	Punto de Marchitez Permanente
1.21	1.85	0.65

Fuente: Elaboración Propia (2018).

O. Producción del biochar

La producción del biochar se dio en un horno pirolítico, con residuos de poda recolectados del Vivero Municipal de Los Olivos. Estos fueron los resultados de la elaboración:

Tabla 41: *Datos de la producción de Biochar.*

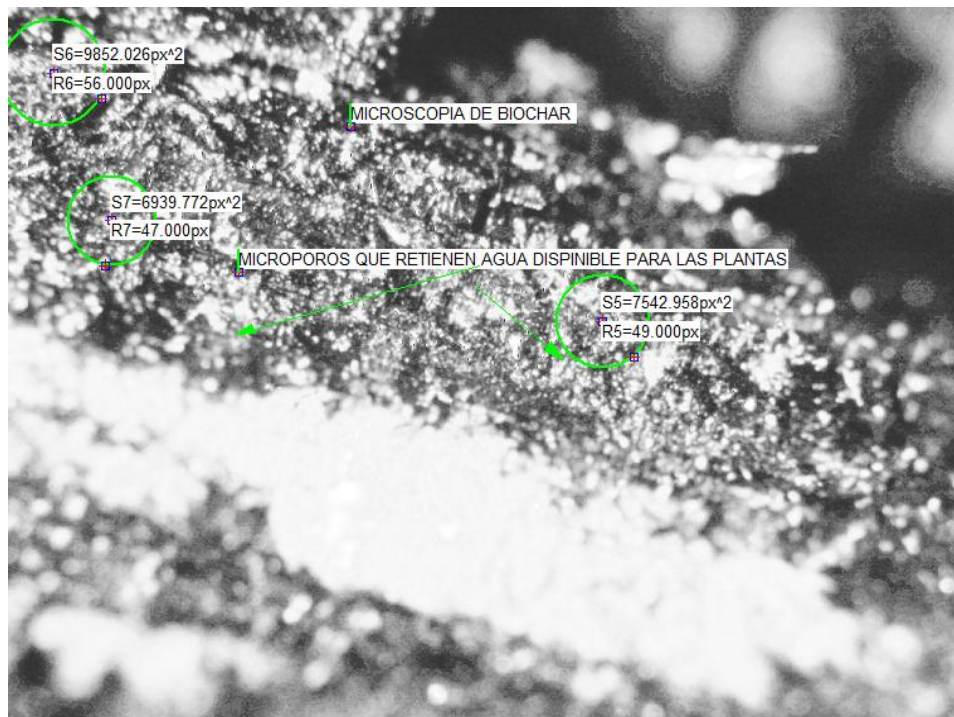
Tamaño de Corte	Tiempo de Secado	% Gravimétrico	W Gravimétrico	Temperatura
80 cm	90 minutos	5.7	0.09 g.	500 °C

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Luego de haber realizado el control de los parámetros de la producción del biochar, se procedió a tomar los datos del porcentaje gravimétrico y agua disponible (peso gravimétrico), el cual fue de 0.09 gamos por mililitro (**Tabla 41**).

P. Tamaño de partícula del biochar

Se realizó el análisis de la microscopia del biochar.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Figura 30: Microscopia del biochar.

Se pudo observar en un microscopio electrónico con el lente de 40x como están formados los microporos en el biochar, los que podrán trabajar con el agua disponible para las plantas antes de llegar a un punto de marchitez.

3.1.1. Etapa de Laboratorio

Análisis de los tratamientos con biochar llevados a cabo en laboratorio, los cuales se dividieron en 3 etapas, donde se evaluaron los parámetros fisicoquímicos de las ollas de concentración de las diferentes proporciones de las que se obtuvieron los siguientes resultados.

ETAPA 1

Tabla 42: Resultados de los parámetros de la muestra 1 del tratamiento con biochar al cabo de 15 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.21	2.15	1.76
2	Agua Disponible	%	3.41	2.74	1.27
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.043	0.061	0.12
4	Relación C:N	adimensional	14.195	13.87	14.32
5	Temperatura	°C	18.5	18.6	18.4
6	pH	Unidad de pH	8.55	8.50	8.52
7	Potencial Redox	mV	-130.5	-129.5	-130
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3205	3187	3186

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 43: Resultados de los parámetros de la muestra 2 del tratamiento con biochar al cabo de 15 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.23	2.05	1.77
2	Agua Disponible	%	3.18	2.76	1.28
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.041	0.057	0.11
4	Relación C:N	adimensional	14.19	13.86	14.13
5	Temperatura	°C	19	19	19
0,6	pH	Unidad de pH	8.56	8.49	8.45
7	Potencial Redox	mV	-131	-127	-128
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3201	3186	3191

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 44: Resultados de los parámetros de la muestra 3 del tratamiento con biochar al cabo de 15 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.24	2.11	1.79
2	Agua Disponible	%	3.30	2.80	1.31
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.038	0.064	0.114
4	Relación C:N	adimensional	14.21	13.92	14.15
5	Temperatura	°C	19.2	19.2	19.2
6	pH	Unidad de pH	8.48	8.40	8.35
7	Potencial Redox	mV	-129.3	-120	-116
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3209	3198	3179

Fuente: Elaboración Propia (2018).

El análisis estadístico de los resultados de los parámetros analizados para todas las etapas y el crecimiento de los tratamientos en las ollas de concentración se hicieron mediante el modelo estadístico de análisis de varianza con un factor (ANOVA). Asimismo, se utiliza la prueba de contraste de Tukey, para comparar la media de los 3 tratamientos con diferentes proporciones de biochar, y así poder conocer el tratamiento óptimo, además de evaluar las hipótesis planteadas.

Capacidad de campo

Tabla 45. Prueba de Anova para la capacidad de campo en la Etapa 1.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	25.96628889	12.98314444	5564.2	0.001
Error	6	0.01400000	0.00233333		
Total	8	25.98028889			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$5564.2 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999461	2.323577	0.048305	2.078889

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

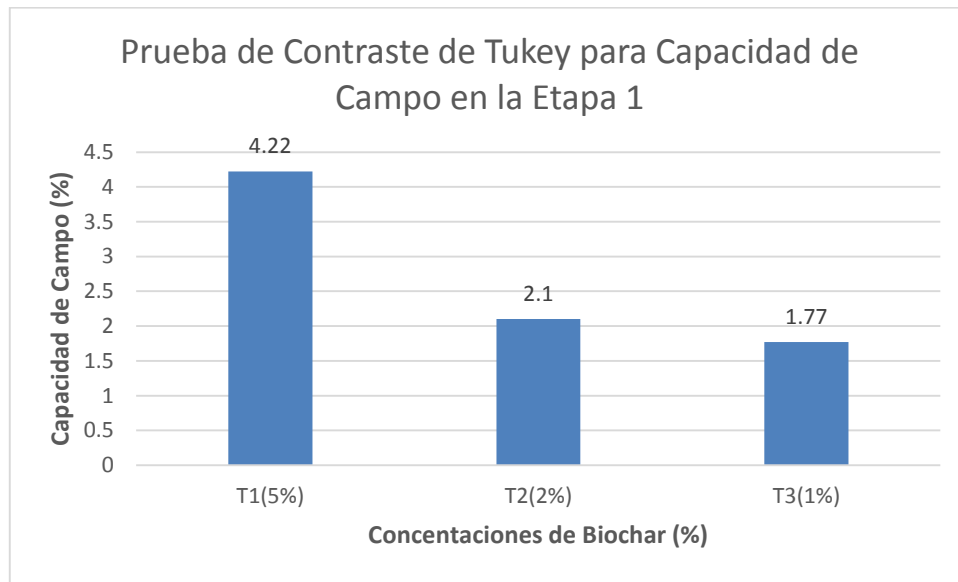
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 2.3, lo cual indica que en el rango de precisión es muy bueno.

Tabla 46. Prueba de contraste de Tukey para la capacidad de campo.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	4.22667	A
T2 (2%)	3	2.10333	B
T3 (1%)	3	1.77333	C

Gráfico 1: Prueba de Contraste de Tukey para elegir la capacidad de campo más eficaz en los tratamientos en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar, ya que tiene una mayor capacidad de campo con respecto a los otros, además se dio un incremento con respecto al resultado inicial (**Ver Tabla 39**) de 1.21 a 4.22, lo cual quiere decir que tuvo una eficacia de 248.76%.

Agua Disponible

Tabla 47. Prueba de Anova para el agua disponible en la Etapa 1.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	6.55802222	3.27901111	689.51	0.001
Error	6	0.02853333	0.00475556		
Total	8	6.58655556			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.
- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$689.51 \geq 5.16$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.995668	2.817271	0.068961	2.447778

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

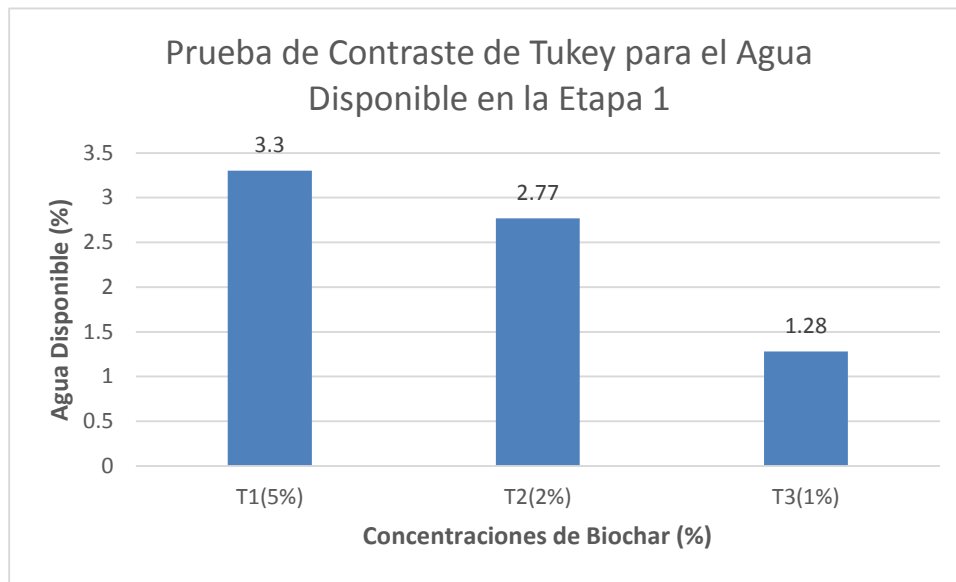
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 2.8, lo cual indica que en el rango de precisión es muy bueno.

Tabla 48. Prueba de Contraste de Tukey para el agua disponible en la Etapa 1

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	3.29667	A
T3	3	2.76667	B
T2	3	1.28000	C

Gráfico 2: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar, ya que tiene una mayor cantidad de agua disponible con respecto a las otras concentraciones, asimismo se dio un incremento con respecto al resultado inicial (**Ver tabla 32**) de 0.072 a 3.3, lo cual quiere decir que tuvo una eficacia el 4,483.3%.

Punto de Marchitez Permanente

Tabla 49. Prueba de Anova para el punto de marchitez permanente en la etapa 1.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	1.89815000	0.94907500	134.78	0.001
Error	6	0.04225000	0.00704167		
Total	8	1.94040000			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$134.78 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.978226	11.52146	0.083915	0.728333

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

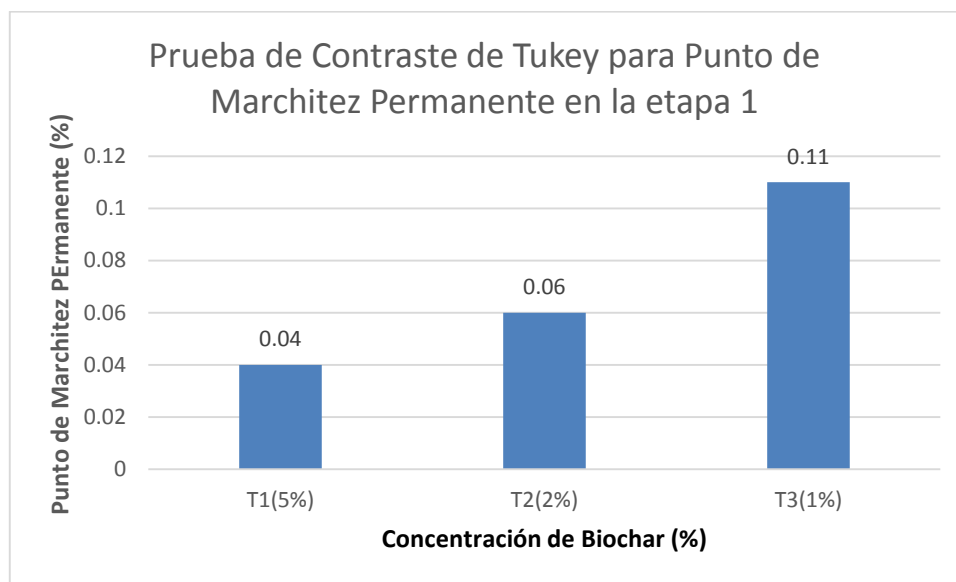
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 11.5, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 50. Prueba de Contraste de Tukey para Punto de Marchitez Permanente en la etapa 1.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	0.04500	A
T2	3	0.06345	A
T3	3	0.11063	B

Gráfico 3: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene un mayor punto de marchitez permanente con respecto a los otros tratamientos, asimismo se dio una reducción, con respecto a las mediciones iniciales (**Ver Tabla 40**), de 0.65 a 0.04, lo cual quiere decir que tiene una eficacia de 93.85%.

Relación C:N

Tabla 51. Prueba de Anova para la Relación C:N en la etapa 1.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	0.00224600	0.00112300	4.79	0.001
Error	6	0.00855000	0.00142500		
Total	8	0.01079600			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$4.79 \leq 5.08$, siendo Fc menor que Fa.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.208040	19.19407	0.037749	0.047667

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

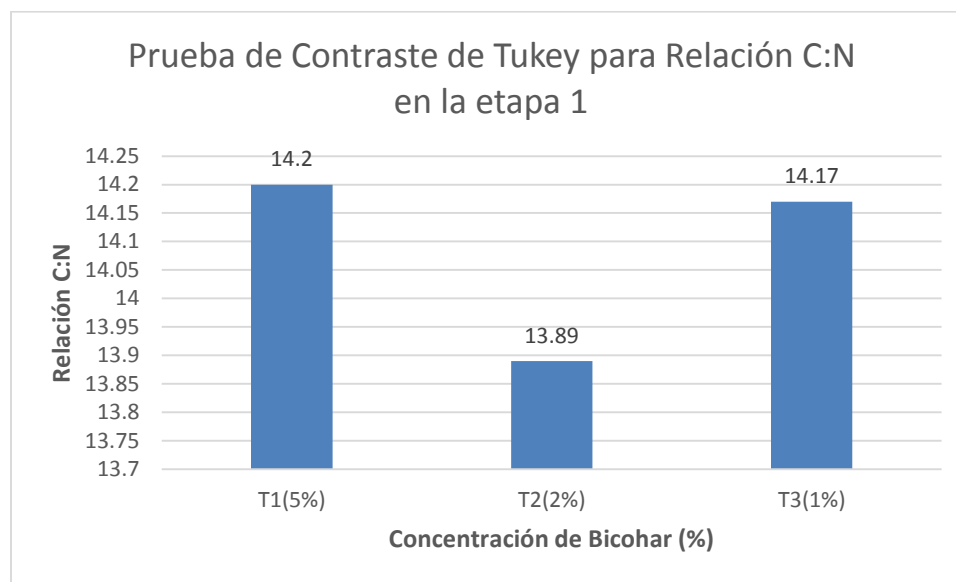
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 19.5, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 52. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 1.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	14.2087	A
T2	3	13.8867	A
T3	3	14.1689	A

Gráfico 4. Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene una mayor concentración de la Relación C:N, asimismo se dio un incremento con respecto a las mediciones iniciales (**Tabla 34**) en el cual aumentó en un 15677.78%.

pH

Tabla 53. Prueba de Anova para el pH en la etapa 1.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	0.01308889	0.00654444	1.60	0.2765
Error	6	0.02446667	0.00407778		
Total	8	0.03755556			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.
- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$1.60 \leq 5.08$, siendo F_a mayor que F_c .

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.348521	0.753234	0.063857	8.477778

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

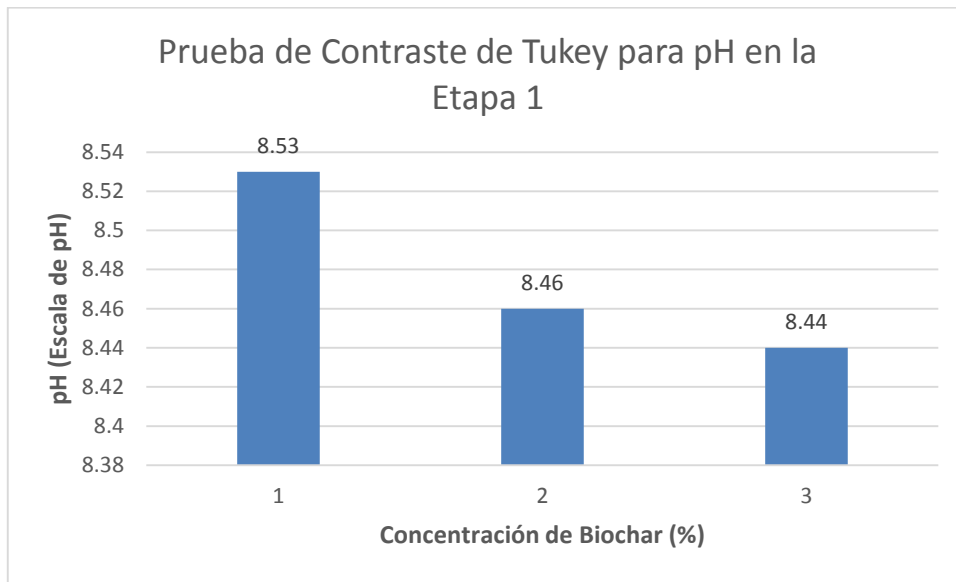
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 0.7, lo cual indica que en el rango de precisión es excelente.

Tabla 54. Prueba de Contraste de Tukey en la etapa 1.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	8.53000	A
T2	3	8.46333	A
T3	3	8.44000	A

Gráfico 5: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 1% de biochar ya que tiene una mayor escala de pH que los demás tratamientos, asimismo se redujo el pH con respecto a los parámetros iniciales (**Ver tabla 26**) de 8.55 a 8.44, lo cual quiere decir que tuvo una eficacia de 1.28%.

Potencial Redox

Tabla 55. Prueba de Anova para el Potencial Redox en la Etapa 1.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	54.7755556	27.3877778	1.00	0.4226
Error	6	164.6933333	27.4488889		
Total	8	219.4688888			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$1 \leq 5.14$, siendo F_a mayor que F_c .

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.249582	-4.131475	5.239169	-126.8111

a. Regla de Decisión

$Coeff Var < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

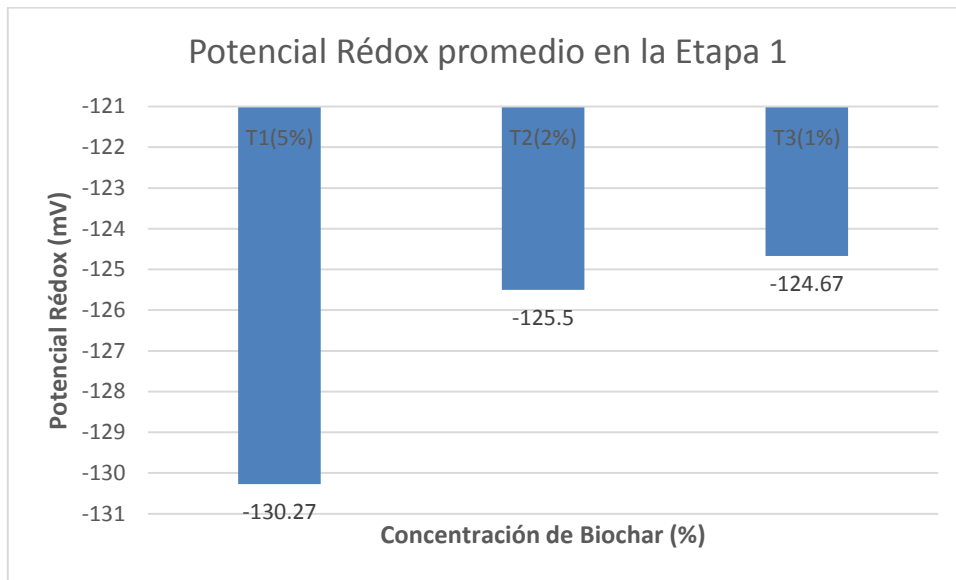
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 4.13, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 56. Prueba de Contraste de Tukey para Potencial Redox en la etapa 1.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	-130.267	A
T2	3	-125.500	A
T3	3	-124.667	A

Gráfico 6: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 1% de biochar ya que tiene un mayor valor con respecto a los demás tratamientos, asimismo se dio un incremento en comparación con las medidas iniciales (**Ver Tabla 26**), de -130.5 a -124.67, es decir tuvo una eficacia de 4.48%.

Conductividad Eléctrica

Tabla 57. Prueba de Anova para La Conductividad Eléctrica en la etapa 1.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	6173888.88	3086944.444	102.58	0.0001
Error	6	180550.000	30091.667		
Total	8	6354438.88			

a) Prueba de Hipótesis

- **H₀:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$102.74 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.971587	9.124638	173.4695	1901.111

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

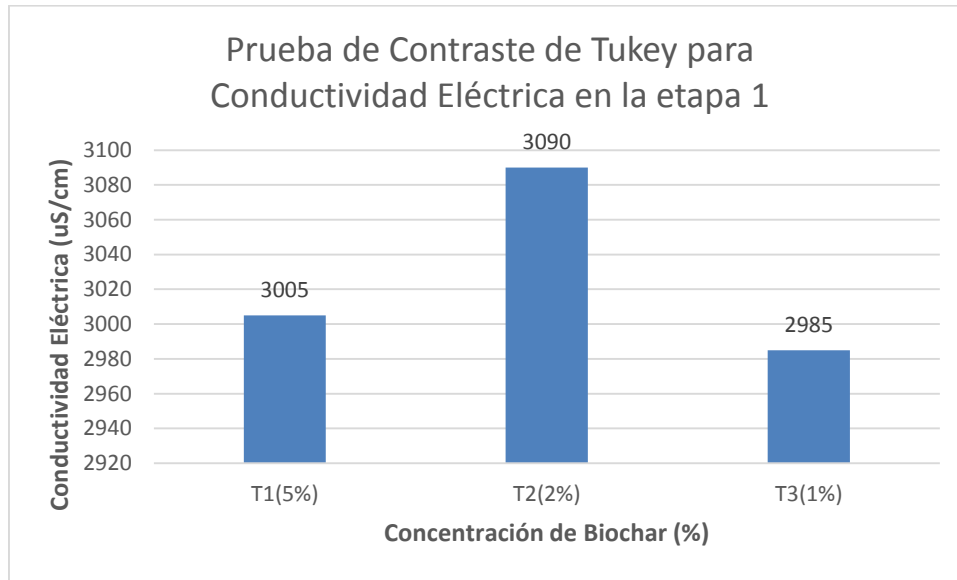
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 9.12, lo cual indica que en el rango de precisión es buena.

Tabla 58. Prueba de Contraste de Tukey para Conductividad Eléctrica en la etapa 1.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	3005	A
T2	3	3090	A
T3	3	2985	A

Gráfico 7: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 1% de biochar ya que tiene una menor cantidad de conductividad eléctrica con respecto a los demás, asimismo se dio una reducción con respecto a los parámetros iniciales (**Tabla 26**), de 3070 a 2985, lo cual quiere decir que tuvo una eficacia de 2.76%.

ETAPA 2

Tabla 59: Resultados de los parámetros de la muestra 1 del tratamiento con biochar al cabo de 30 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.18	2.05	1.17
2	Agua Disponible	%	3.28	1.65	1.30
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.136	0.36	0.40
4	Relación C:N	adimensional	14.13	13.86	14.14
5	Temperatura	°C	18.7	18.7	18.7
6	pH	Unidad de pH	8.45	8.48	8.51
7	Potencial Redox	mV	-128	-126	-130
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3186	3204	3193

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 60: Resultados de los parámetros de la muestra del tratamiento con biochar al cabo de 30 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.20	2.08	1.09
2	Agua Disponible	%	3.33	1.70	1.32
3	Punto de Marchitez Permanente	%	1.08	0.31	0.34
4	Relación C:N	adimensional	14.18	13.88	14.11
5	Temperatura	°C	18.6	18	18.2
6	pH	Unidad de pH	8.4	8.46	8.49
7	Potencial Redox	mV	-126	-125	-128
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3189	3207	3188

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 61: Resultados de los parámetros de la muestra 3 del tratamiento con biochar al cabo de 30 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.24	2.11	1.15
2	Agua Disponible	%	3.4	1.78	1.33
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.134	0.34	0.41
4	Relación C:N	adimensional	14.09	13.86	14.08
5	Temperatura	°C	19	18.7	19
6	pH	Unidad de pH	8.48	8.49	8.46
7	Potencial Redox	mV	-128	-130	-129
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3195	3201	3185

Fuente: Elaboración Propia (2018).

El análisis estadístico de los resultados de los parámetros analizados en la etapa 1 de los tratamientos en las ollas de concentración se hicieron mediante el modelo estadístico de análisis de varianza con un factor (ANOVA).

Capacidad de Campo

Tabla 62. Prueba de Anova para Capacidad de Campo en la etapa 2.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	25.2672666	12.63363333	1062.4	0.0001
Error	6	0.00713333	0.00118889		
Total	8	25.2744000			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.
- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), gados de libertad y el Error.

c) Resultado

10626.4 ≥ 5.14, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999718	1.618792	0.034480	2.130000

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

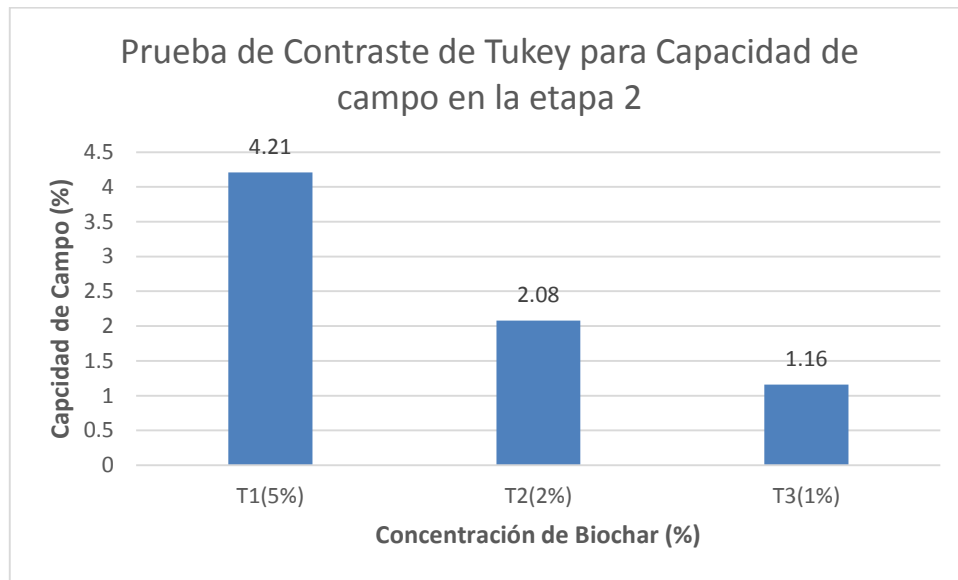
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 1.66, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 63. Prueba de Contraste de Tukey para Capacidad de Campo en la etapa 2.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	4.21	A
T2	3	2.08	B
T3	3	1.16	C

Gráfico 8: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar, ya que tiene una mayor capacidad de campo con respecto a los demás, asimismo se dio un aumento con respecto a las mediciones iniciales (**Ver Tabla 39**), de 1.21 a 4.21, es decir tuvo una eficacia de 247.93%.

Agua Disponible

Tabla 64. Prueba de Anova para Agua Disponible en la etapa 2.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	25.2672666	12.63363333	2345.4	0.0001
Error	6	0.00713333	0.00118889		
Total	8	25.2744000			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.
- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$10626.4 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.997632	2.459792	0.052175	2.121111

a. Regla de Decisión

$\text{Coeff Var} < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

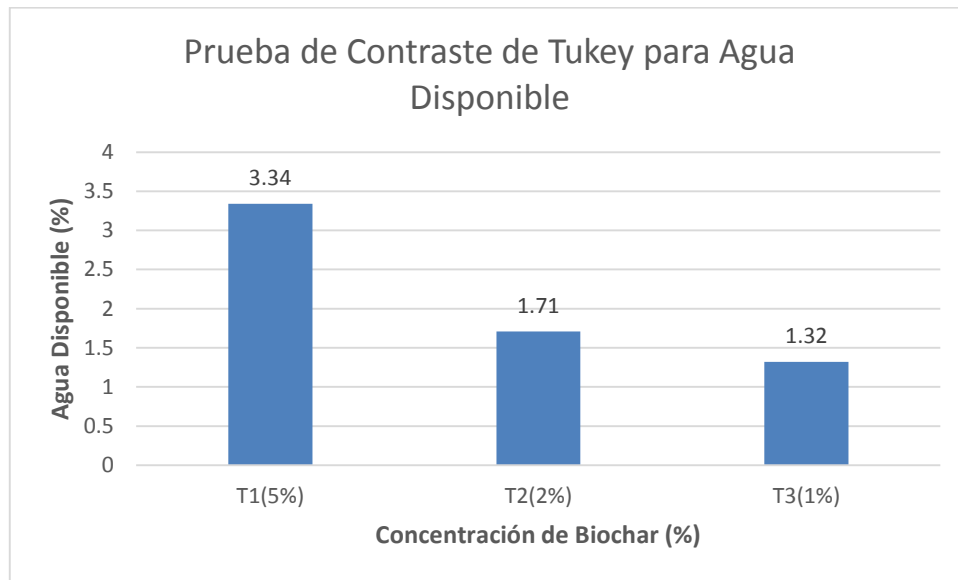
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 1.66, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 65. Prueba de Contraste de Tukey para Agua Disponible en la etapa 2.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	3.34	A
T2	3	1.71	B
T3	3	1.32	C

Gráfico 9: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene una mayor cantidad de agua disponible con respecto a los demás tratamientos, asimismo se dio un incremento con respecto a las mediciones iniciales (**Ver tabla 32**), de 0.072 a 3.34 es decir un aumento exponencial.

Punto de Marchitez Permanente

Tabla 66. Prueba de Anova para el Punto de Marchitez Permanente en la etapa 2.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	1.87868867	0.93934433	634.74	0.0001
Error	6	0.00887933	0.00147989		
Total	8	1.88756800			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.
- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), gados de libertad y el Error.

c) Resultado

$634.74 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.995296	8.884370	0.038469	0.433000

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

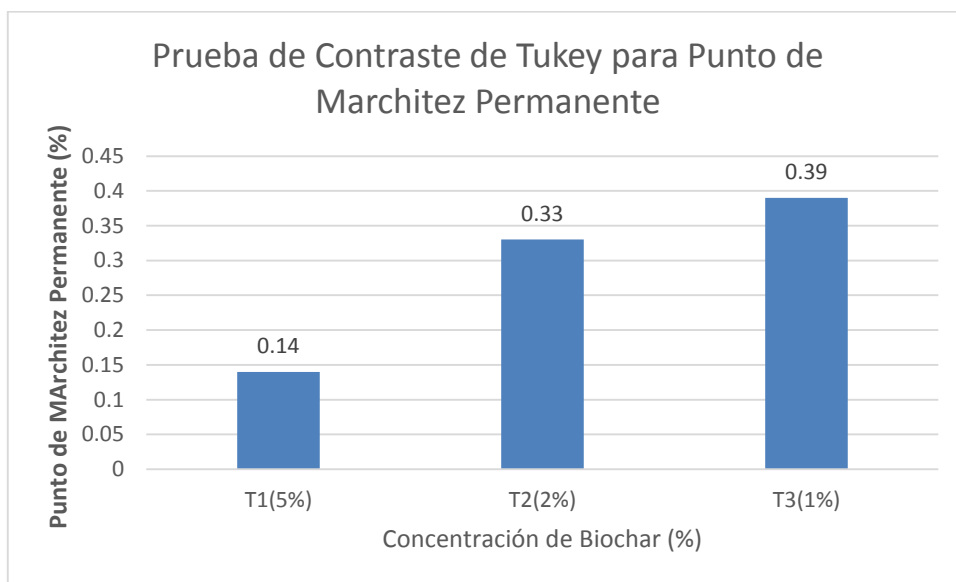
b. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 8.88, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 67. Prueba de Contraste de Tukey para Punto de Marchitez Permanente en la etapa 2.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	0.14	A
T2	3	0.33	B
T3	3	0.39	B

Gráfico 10: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018)

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene un mayor punto de marchitez permanente con respecto a los demás tratamientos, asimismo se dio una reducción en comparación a las mediciones iniciales (**Ver Tabla 40**), de 0.65 a 0.14, es decir tuvo una eficacia 78.46%.

Relación C:N

Tabla 68. Prueba de Anova para la Relación C:N en la etapa 2.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	0.01671467	0.00835733	4.71	0.0004
Error	6	0.00129533	0.00021589		
Total	8	0.01801000			

a) Prueba de Hipótesis

- **Ho:** El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.
- **H1:** El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$4.71 \leq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.928077	11.19205	0.014693	0.069333

a. Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

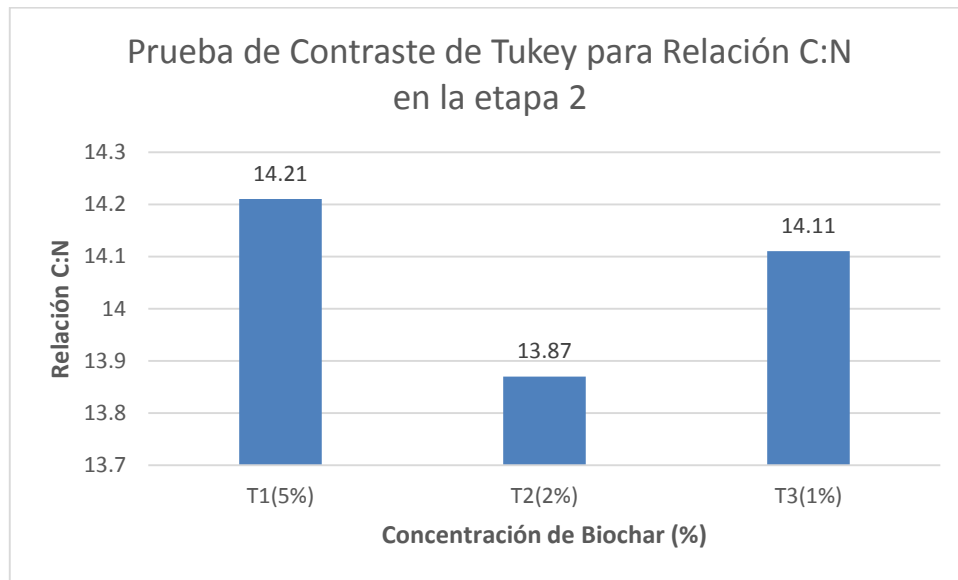
c. Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 11.19, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 69. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 2.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	14.21	A
T2	3	13.87	A
T3	3	14.11	A

Gráfico 11: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene una mayor Relación C:N con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se dio un incremento en comparación con las medidas iniciales (**Ver Tabla 34**), de 0.09 a 14.21, es decir se dio un aumento exponencial en este parámetro.

pH

Tabla 70. Prueba de Anova para el pH en la etapa 2.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	0.00308889	0.00154444	1.85	0.2362
Error	6	0.00500000	0.00083333		
Total	8	0.00808889			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$1.85 \leq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.381868	0.340865	0.028868	8.468889

a) Regla de Decisión

$Coeff\ Var < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

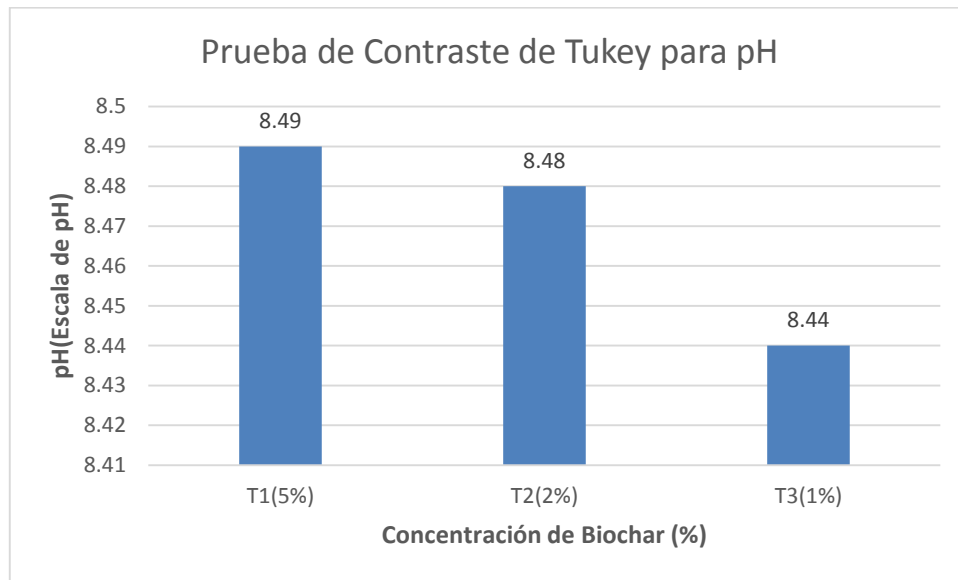
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 0.34, lo cual indica que en el rango de precisión es excelente.

Tabla 71. Prueba de Contraste de Tukey para pH en la etapa 2.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	3	8.49	A
T2	3	8.48	A
T3	3	8.44	A

Gráfico 12: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 1% de biochar, ya que es menor el pH con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se redujo con respecto a las mediciones iniciales (**Ver tabla 26**), de 8.55 a 8.44, es decir en un 12.86%.

Potencial Redox

Tabla 72. Prueba de Anova para el Potencial Redox en la etapa 2.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	6.88888889	3.44444444	1.11	0.3897
Error	6	18.66666666	3.11111111		
Total	8	25.555555			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c: F calculada (F value).

F_a: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$1.85 \leq 5.14$, siendo F_c mayor que F_a.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.269565	-1.380392	1.763834	-127.7778

a) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

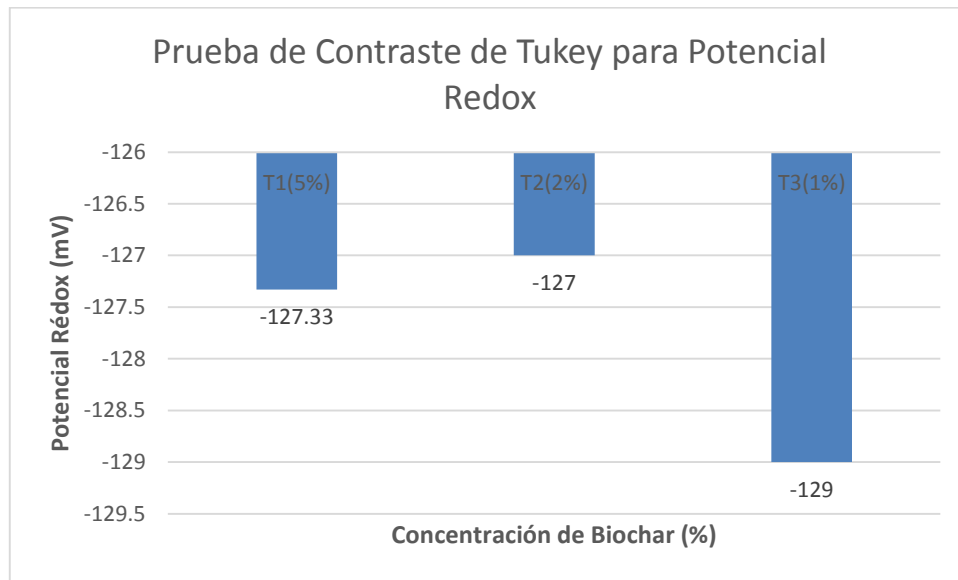
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 1.38, lo cual indica que en el rango de precisión es muy bueno.

Tabla 73. Prueba de Contraste de Tukey para el Potencial Redox en la etapa 2.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	-127.3	A
T2 (2%)	3	-127	A
T3 (1%)	3	-129	A

Gráfico 13: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 2% de biochar, ya que es mayor el potencial redox con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se dio un incremento con respecto a las mediciones iniciales (**Ver tabla 26**), de -130.5 a -127, es decir se tuvo 2.68%.

Conductividad Eléctrica

Tabla 74. Prueba de Anova para la conductividad eléctrica en la etapa 2.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	6386528.66	3193264.333	3.85	0.3697
Error	6	30419.333	5069.889		
Total	8	6416948.00			

a) Prueba de Hipótesis

H₀: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H₁: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$3.85 \leq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.995260	3.719475	71.20315	1914.333

a) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

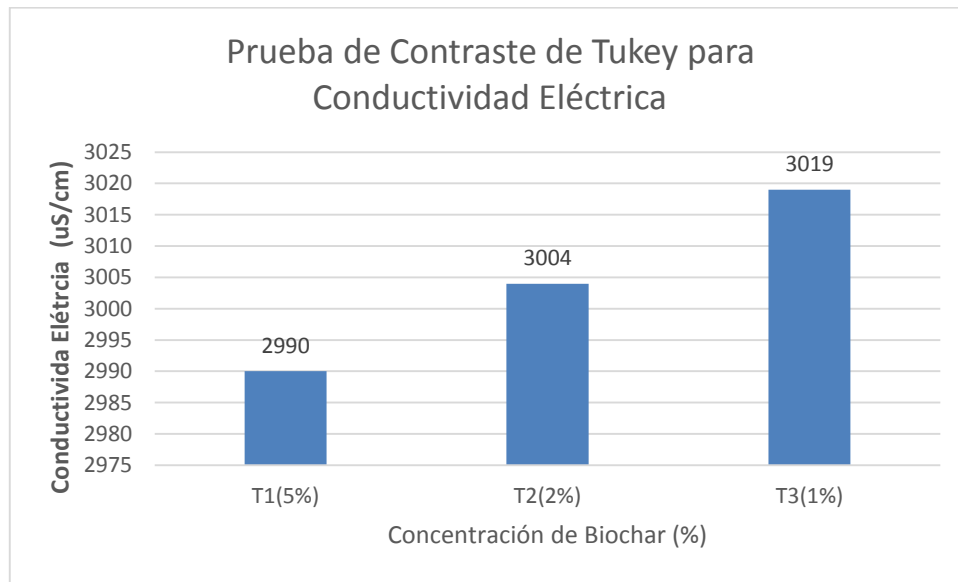
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 1.38, lo cual indica que en el rango de precisión es muy bueno.

Tabla 75. Prueba de Contraste de Tukey para la Conductividad Eléctrica en la etapa 2.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	2990	A
T2 (2%)	3	3004	A
T3 (1%)	3	3019	A

Gráfico 14: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene una menor conductividad eléctrica con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se redujo en comparación a las medidas iniciales (**Ver tabla 26**), de 3070 a 2990, es decir tuvo una eficacia de 2.61%.

ETAPA 3

Tabla 76: Resultados de los parámetros de la muestra 1 del tratamiento con biochar al cabo de 45 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.30	2.36	1.09
2	Agua Disponible	%	3.15	2.008	1.076
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.05	0.02	0.008
4	Relación C:N	adimensional	14.1	14.12	13.86
5	Temperatura	°C	18.2	18.3	18.1
6	pH	Unidad de pH	8.49	8.51	8.50
7	Potencial Redox	mV	-129	-132	-131
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	2840	2870	2864

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 77: Resultados de los parámetros de la muestra 2 del tratamiento con biochar al cabo de 45 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.31	2.38	1.11
2	Agua Disponible	%	3.18	2.09	1.08
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.08	0.03	0.01
4	Relación C:N	adimensional	13.92	14.15	13.82
5	Temperatura	°C	18.8	18.6	19.1
6	pH	Unidad de pH	8.46	8.48	8.48
7	Potencial Redox	mV	-126	-128	-126
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	2878	2871	2868

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 78: Resultados de los parámetros de la muestra 3 del tratamiento con biochar al cabo de 45 días.

ITEM	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
1	Capacidad de Campo	%	4.28	2.62	1.16
2	Agua Disponible	%	3.36	2.12	1.09
3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.09	0.038	0.012
4	Relación C:N	adimensional	13.97	14.02	13.92
5	Temperatura	°C	19.2	19.1	18.9
6	pH	Unidad de pH	8.45	8.51	8.51
7	Potencial Redox	mV	-128	-132	-132
8	Conductividad Eléctrica	uS/cm	2880	2880	2890

Fuente: Elaboración Propia (2018).

El análisis estadístico de los resultados de los parámetros analizados en la etapa 1 de los tratamientos en las ollas de concentración se hicieron mediante el modelo estadístico de análisis de varianza con un factor (ANOVA).

Capacidad de campo

Tabla 79. Prueba de Anova para la Capacidad de campo en la etapa 3.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	26.2868666	13.14343333	1755.0	0.0001
Error	6	0.04493333	0.00748889		
Total	8	26.3318000			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$1755.06 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.998294	3.778968	0.086538	2.290000

a) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

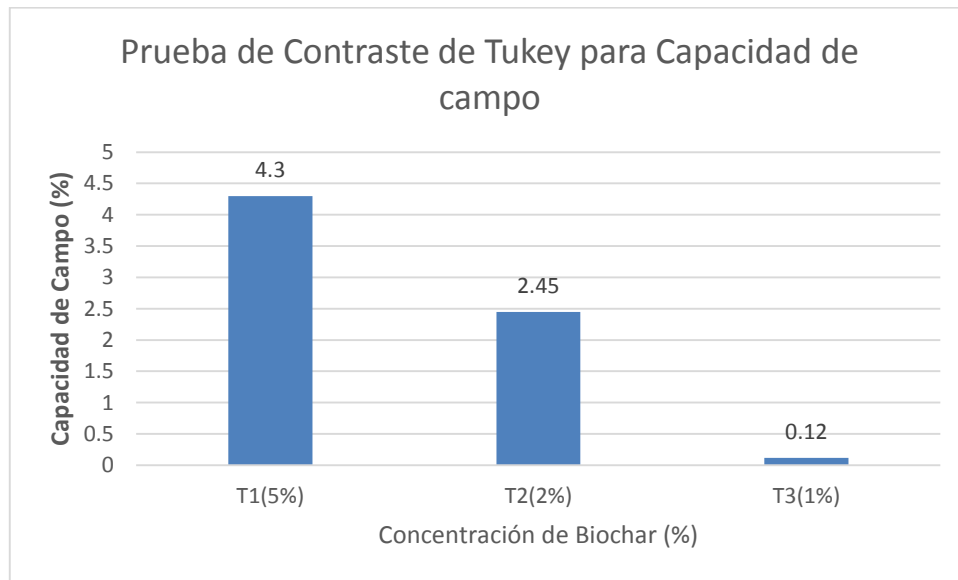
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 3.78, lo cual indica que en el rango de precisión es muy bueno.

Tabla 80. Prueba de contraste de Tukey para la capacidad de campo en la etapa 3.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	4.29667	A
T2 (2%)	3	2.45333	B
T3 (1%)	3	1.10921	C

Gráfico 15: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene una mayor capacidad de campo con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se dio un incremento en comparación con las medidas iniciales (**Ver tabla 39**), de 1.21 a 4.3, es decir tuvo una eficacia 255.37%.

Agua Disponible

Tabla 81. Prueba de Anova para el Agua Disponible en la etapa 3.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	2.32519022	1.16259511	215.49	0.0001
Error	6	0.03237067	0.00539511		
Total	8	2.35756089			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$215. \geq 5.14$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.986269	9.237881	0.073451	0.795111

a) Regla de Decisión

$Coeff Var < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

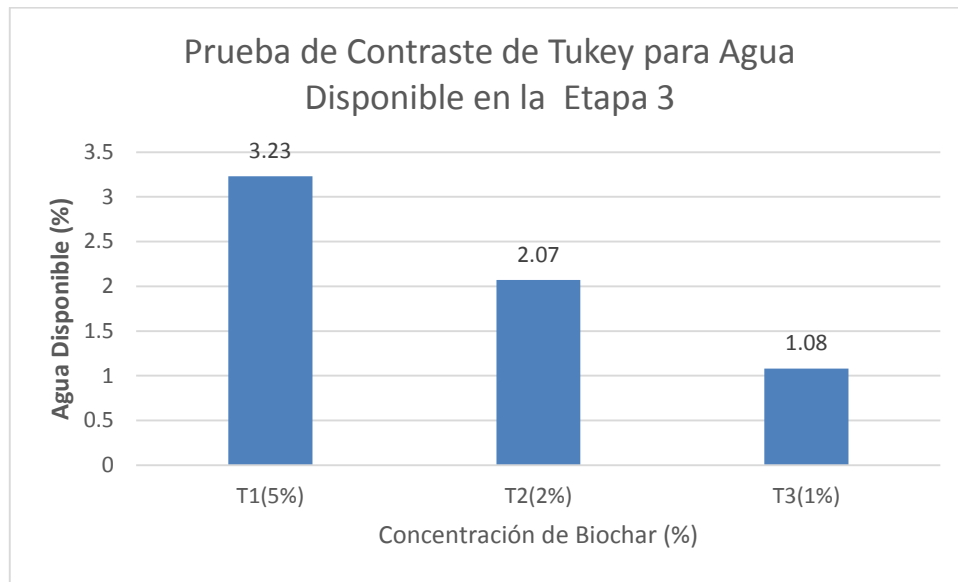
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 9.2, lo cual indica que en el rango de precisión es bueno.

Tabla 82. Prueba de Contraste de Tukey para el Agua Disponible en la etapa 3.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	3.23000	A
T2 (2%)	3	2.07333	B
T3 (1%)	3	1.08200	C

Gráfico 16: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la tercera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene una mayor cantidad de agua disponible con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se dio un incremento en comparación con las medidas iniciales (**Ver tabla 32**), de 0.072 a 1.23, es decir un aumento exponencial.

Punto de Marchitez Permanente

Tabla 83. Prueba de Anova para el Punto de Marchitez Permanente en la Etapa 3.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	0.00632089	0.00316044	18.28	0.0028
Error	6	0.00103733	0.00017289		
Total	8	0.00735822			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$18.28 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.859024	15.01139	0.013149	0.037556

a) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

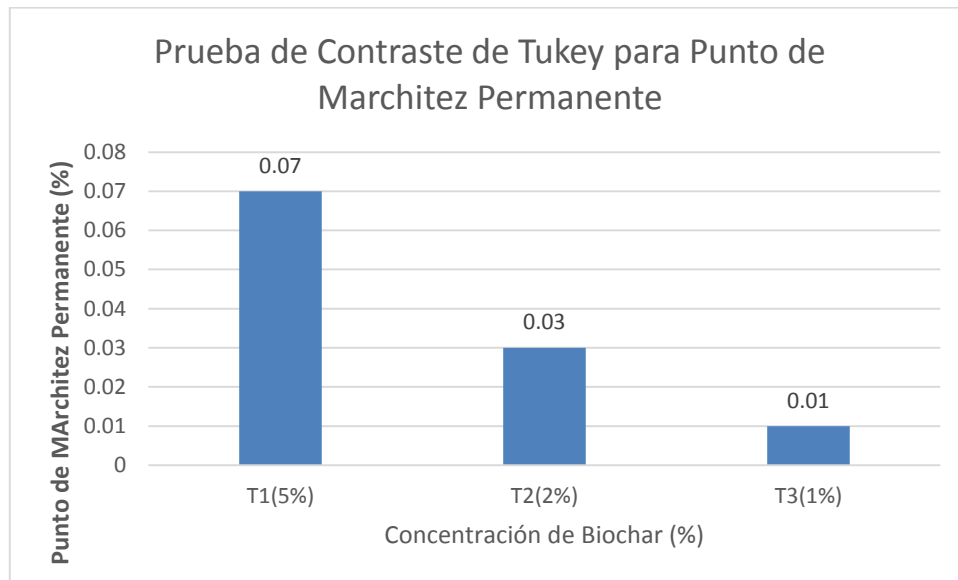
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 15.01, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 84. Prueba de Contraste de Tukey para el Punto de Marchitez Permanente en la etapa 3.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	0.07333	A
T2 (2%)	3	0.02933	A
T3 (1%)	3	0.01000	A

Gráfico 17: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene un mayor punto de marchitez permanente con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se redujo con respecto a las mediciones iniciales (**Ver Tabla 40**), de 0.65 a 0.07, es decir tuvo un porcentaje de 89,23%.

Relación C:N

Tabla 85. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 3.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	0.00002756	0.00001378	0.39	0.6908
Error	6	0.00021000	0.00003500		
Total	8	0.00023756			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$0.39 \leq 5.14$, siendo Fc menor que Fa.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.115996	26.62236	0.005916	0.022222

a) Regla de Decisión

$Coeff Var < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

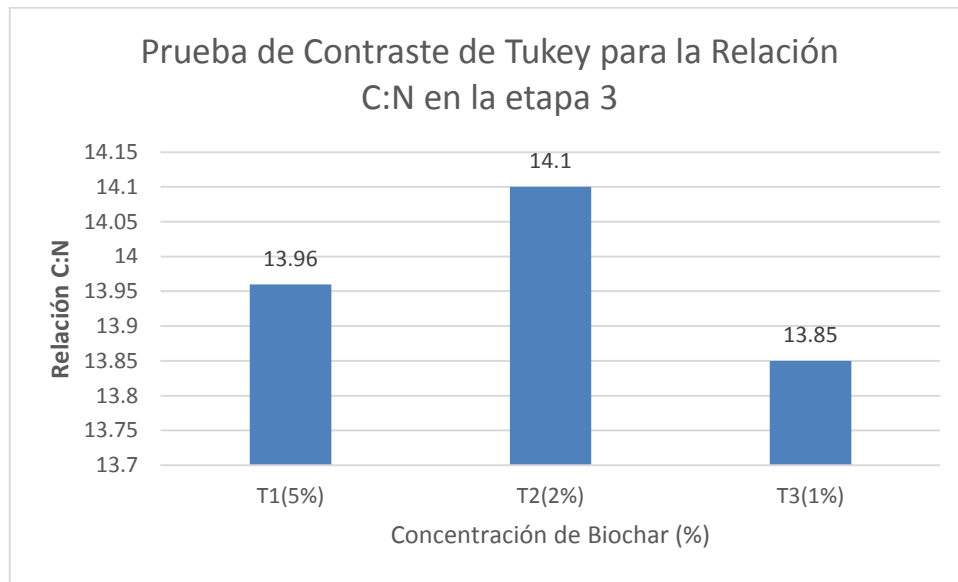
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 15.01, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 86. Prueba de Contraste de Tukey para la Relación C:N en la etapa 3.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	13.9612	A
T2 (2%)	3	14.10623	A
T3 (1%)	3	13.8567	A

Gráfico 18: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 1% de biochar ya que tiene una mayor Relación C:N con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, en este caso se puede observar que para este periodo de tiempo en comparación con las mediciones iniciales (Ver **Tabla 34**), hubo un aumento exponencial en este parámetro.

pH

Tabla 87. Prueba de Anova para el pH en la Etapa 3.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	0.00202222	0.00101111	3.14	0.1168
Error	6	0.00193333	0.00032222		
Total	8	0.00395556			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$3.14 \leq 5.14$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.511236	0.211487	0.017951	8.487778

a) Regla de Decisión

$\text{Coeff Var} < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

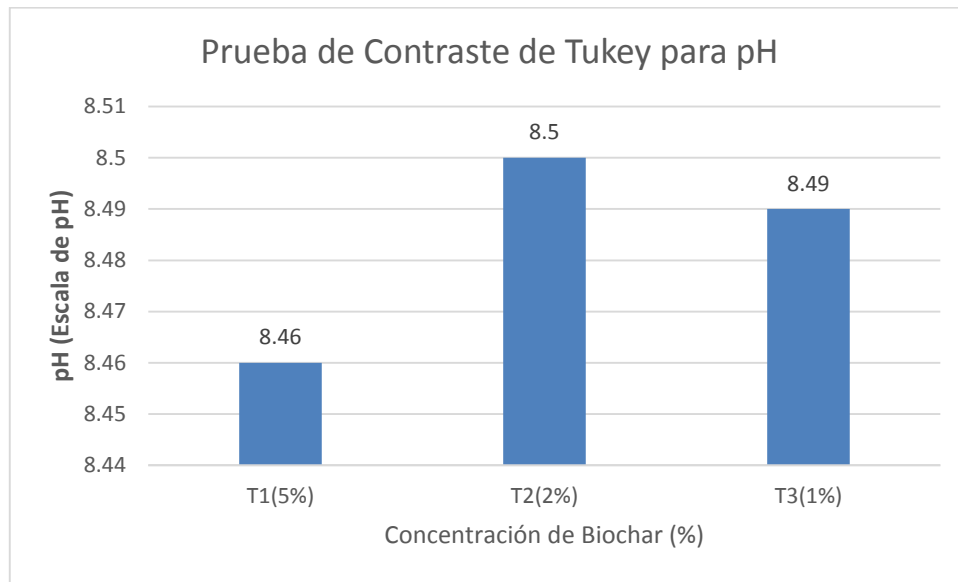
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 15.01, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 88. Prueba de Contraste de Tukey para pH en la etapa 3.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	8.462314	A
T2 (2%)	3	8.521308	A
T3 (1%)	3	8.486792	A

Gráfico 19: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene un menor pH con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se dio una reducción en comparación a las mediciones iniciales (**Ver Tabla 26**), de 8.55 a 8.46 en este caso, es decir se tuvo una eficacia de 1.05%.

Potencial Redox

Tabla 89. Prueba de Anova para Potencial Redox en la etapa 3.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	14.0000000	7.00000000	1.17	0.3732
Error	6	36.0000000	6.00000000		
Total	8	50.0000000			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c: F calculada (F value).

F_a: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$1.17 \leq 5.14$, siendo F_c menor que F_a.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.280000	-1.893935	2.449490	-129.3333

a) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

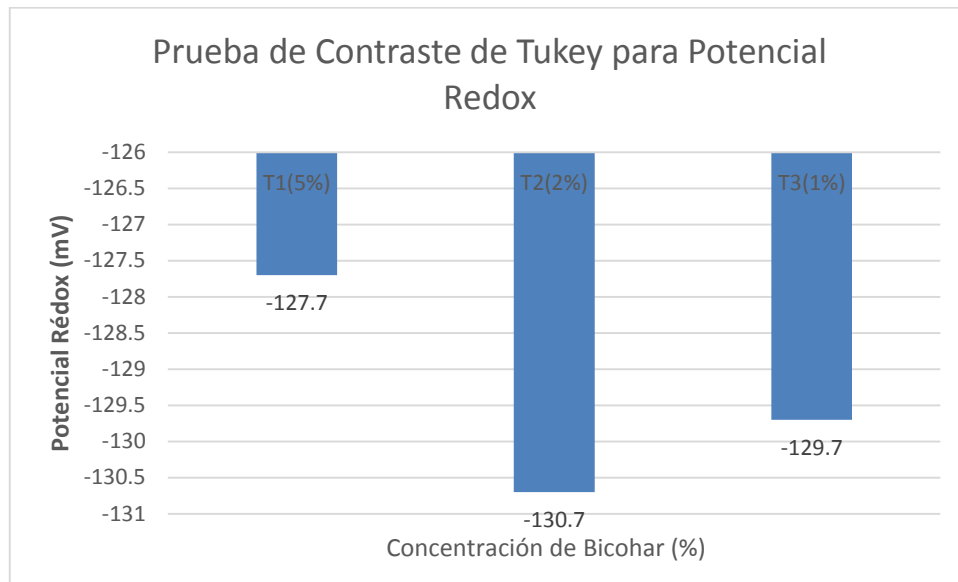
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 1.89, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 90. Prueba de Contraste de Tukey para Potencial Redox en la etapa 3.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	-127.667	A
T3 (1%)	3	-129.667	A
T2 (2%)	3	-130.667	A

Gráfico 20: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene un mayor potencial de hidrógeno con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se dio un incremento en comparación con las medidas iniciales (**Ver Tabla 26**), de -130.5 a -127.7, es decir tuvo una eficacia de 2.15%.

Conductividad Eléctrica

Tabla 91. Prueba de Anova para la Conductividad Eléctrica en la etapa 3.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	5952122.88	2976061.444	1215.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	5953591.55			

a) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

b) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

c) Resultado

$12158.2 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

d) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	0.836105	15.64538	1871.222

a) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

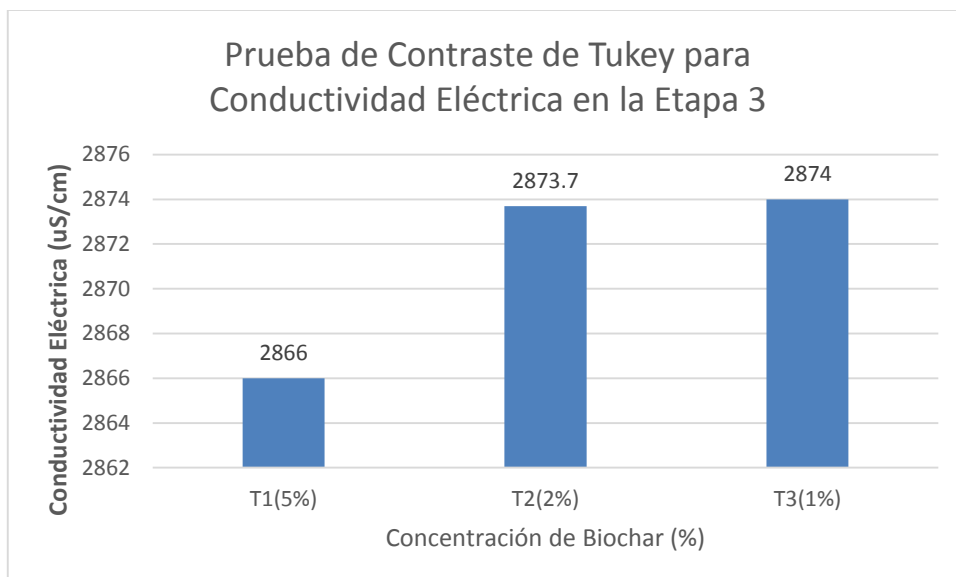
b) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 15.01, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 92. Prueba de Contraste de Tukey para la Conductividad Eléctrica en la etapa 3.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	2866.00	A
T3 (1%)	3	2874.00	A
T2 (2%)	3	2873.67	A

Gráfico 21: Prueba de Contraste de Tukey para elegir el tratamiento más óptimo en la primera etapa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

En la prueba de contraste de Tukey, podemos observar que el tratamiento con una mayor eficiencia es el de concentración de 5% de biochar ya que tiene una menor conductividad eléctrica con respecto a los demás tratamientos. Asimismo, se dio una reducción en comparación con las medidas iniciales (**Ver Tabla 26**), de 3570 a 2866, es decir se redujo en un 19.71%.

3.1.2. Etapa de campo

En la etapa de campo, una vez realizado la plantación de las plantas en el área de estudio delimitada en el parque del AA. HH. “La Arboleda”. Se procedió a hacer el monitoreo de las plantas con el formato que se encuentra en el **Anexo 13, 14 y 15**, las cuales fueron evaluadas en 3 tiempos de 15 días, 30 días y 45 días después de la plantación. Asimismo, se realizó un riego semanal de las plantas con un volumen de 2.5 litros por planta.

Tabla 93: Indicadores iniciales por planta luego de la poda.

CRECIMIENTO DEL LAUREL DE JARDÍN (<i>Nerium Oleander</i>) T= 0 días				
TRATAMIENTOS	PLANTAS	INDICADORES		
		ALTURA	TALLO DAP	Brotes
T1	P1	38	4	0
	P2	30	3	0
	P3	22	4	0
	P4	11	2	0
	P5	14	3	0
	P6	30	2	0
T2	P1	39	4	0
	P2	32	3	0
	P3	29	3	0
	P4	40	3	0
	P5	8	4	0
	P6	6	3	0
T3	P1	35	2	0
	P2	16	2	0
	P3	8	3	0
	P4	21	3	0
	P5	32	4	0
	P6	8	4	0

INDICADORES	UNIDAD
Altura	cm
Número de hojas	unid
Tallo	cm
Edad de corte	días

Tratamientos	Altura	Número de Hojas	Brotes
T1(5%)	24.2	0	0
T2(2%)	25.7	0	0
T1(1%)	20	0	0

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Tabla 94: *Tabla de crecimiento del Laurel de Jardín en 15 días de su plantación.*

CRECIMIENTO DEL LAUREL DE JARDÍN (NERIUM OLEANDER) T= 15 días				
TRATAMIENTOS	PLANTAS	INDICADORES		
		ALTURA	NÚMERO DE HOJAS	NÚMERO DE BROTES
T1(5%)	P1	45	21	2
	P2	38	14	4
	P3	35	12	3
	P4	44	14	6
	P5	12	5	2
	P6	7	8	3
T2(2%)	P1	42	7	3
	P2	35	6	3
	P3	26	11	5
	P4	15	4	2
	P5	19	6	4
	P6	34	9	2
T3(1%)	P1	41	14	4
	P2	21	10	4
	P3	11	15	7
	P4	27	9	2
	P5	40	25	3
	P6	8	6	3

INDICADORES	UNIDAD
Altura	cm
Número de hojas	unid
Tallo	cm
Edad de corte	días

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Altura

Tabla 95. Prueba de Anova para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	122347.889	2976061.444	187.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	5953591.55			

e) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

f) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

g) Resultado

$187.2 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

h) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	0.836105	15.64538	1871.222

c) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

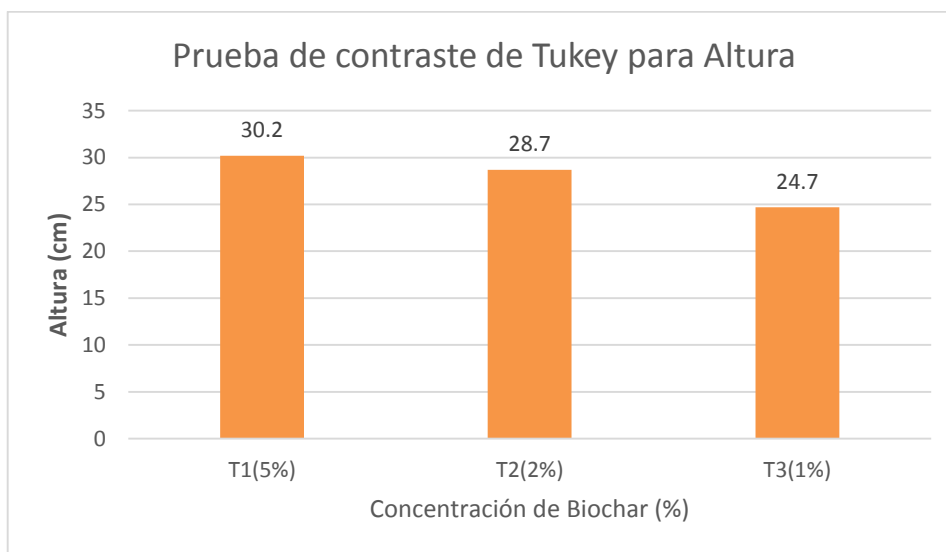
d) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 15.01, lo cual indica que en el rango de precisión es regular.

Tabla 96. Prueba de Contraste de Tukey para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	30.1930	A
T2 (2%)	3	28.7143	B
T3 (1%)	3	24.7234	C

Gráfico 22: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función a la altura de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 15 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 15 días de la plantación es el tratamiento 1 (5%), el cual tiene 30.2 de altura la que es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación a la altura inicial de 24.2, es decir tuvo una eficacia de 24.79%.

Número de Hojas

Tabla 97. Prueba de Anova para en N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	172367689	2976061.444	2136.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	8236263.65			

i) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

j) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

k) Resultado

$2136.2 \geq 5.14$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

l) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	1.46105	15.64538	1871.222

e) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

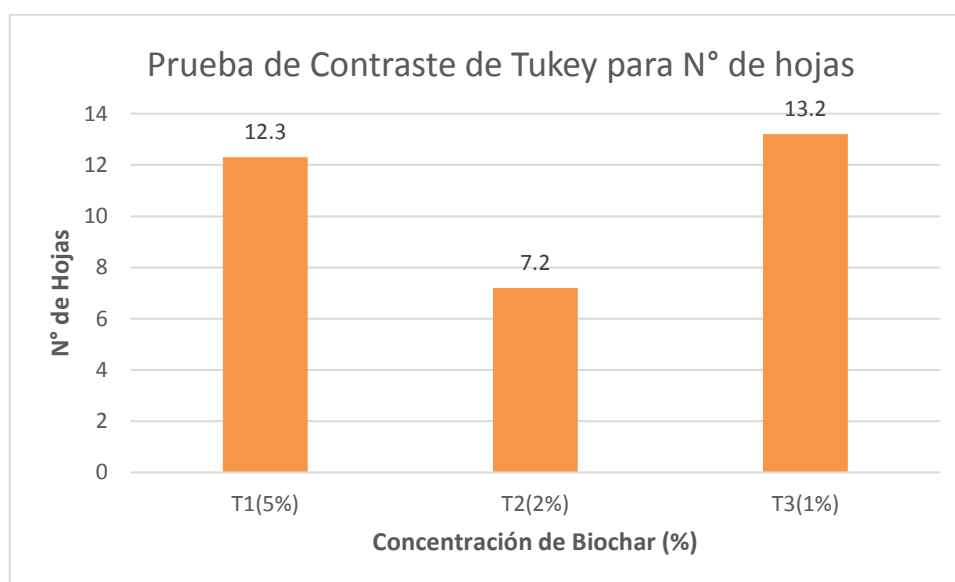
f) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 1.461, lo cual indica que en el rango de precisión es buena.

Tabla 98. Prueba de Contraste de Tukey para N° de Hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3 (1%)	3	13.2030	A
T2 (2%)	3	12.3213	B
T1 (5%)	3	7.21048	C

Gráfico 23: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función al N° de hojas de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 15 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 15 días de la plantación es el tratamiento 3 (1%), el cual tiene 13.2 de N° de hojas la que es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación con el N° de hojas inicial que debido a la poda fue 0, es decir tuvo una eficacia exponencial.

Número de Brotes

Tabla 99. Prueba de Anova para el Número de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	892375.889	2976061.444	15.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	8236263.65			

m) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

n) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

o) Resultado

$15.2 \geq 5.14$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

p) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	3.46105	15.64538	1871.222

g) Regla de Decisión

$\text{Coeff Var} < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

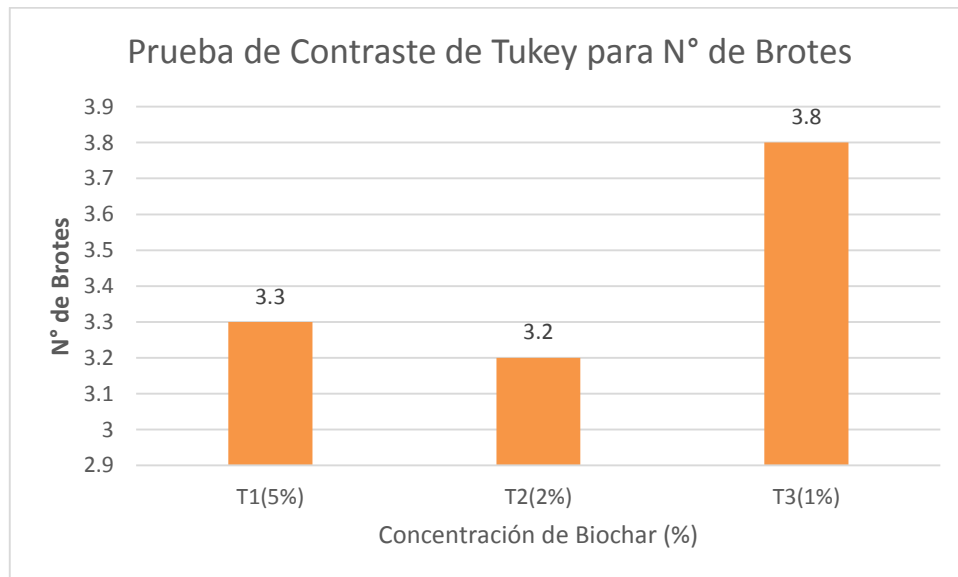
h) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 3.461, lo cual indica que en el rango de precisión es buena.

Tabla 100. Prueba de Contraste de Tukey para el Número de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 15 días

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3 (1%)	3	3.8030	A
T1 (5%)	3	3.3213	A
T2 (2%)	3	3.2104	A

Gráfico 24: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función al N° de brotes de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 15 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 15 días de la plantación es el tratamiento 3 (1%), el cual tiene 3.8 de N° de brotes, lo que es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación con el N° de brotes inicial que debido a la poda fue 0, es decir tuvo una eficacia de 380%.

Tabla 101: Tabla de crecimiento del Laurel de Jardín en 30 días de su plantación.

CRECIMIENTO DEL LAUREL DE JARDÍN (<i>Nerium Oleander</i>) T=30 días				
TRATAMIENTOS	PLANTAS	INDICADORES		
		Altura	Número de hojas	Número de Brotes
T1	P1	45	27	4
	P2	41	21	4
	P3	39	25	4
	P4	48	28	5
	P5	12	22	3
	P6	9	27	5
T2	P1	44	22	4
	P2	35	7	6
	P3	29	28	5
	P4	17	23	4
	P5	20	24	3
	P6	38	28	4
T3	P1	42	21	3
	P2	24	20	4
	P3	14	21	5
	P4	31	22	5
	P5	43	38	4
	P6	8	2	2

INDICADORES	UNIDAD
Altura	cm
Número de hojas	unid
Tallo	cm
Edad de corte	días

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Altura

Tabla 102. Prueba de Anova para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	872353.129	2976061.444	7652.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	7363512.63			

q) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

r) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c: F calculada (F value).

F_a: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

s) Resultado

$7652.2 \geq 5.16$, siendo F_c mayor que F_a.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

t) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	1.34105	15.64538	1871.222

i) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

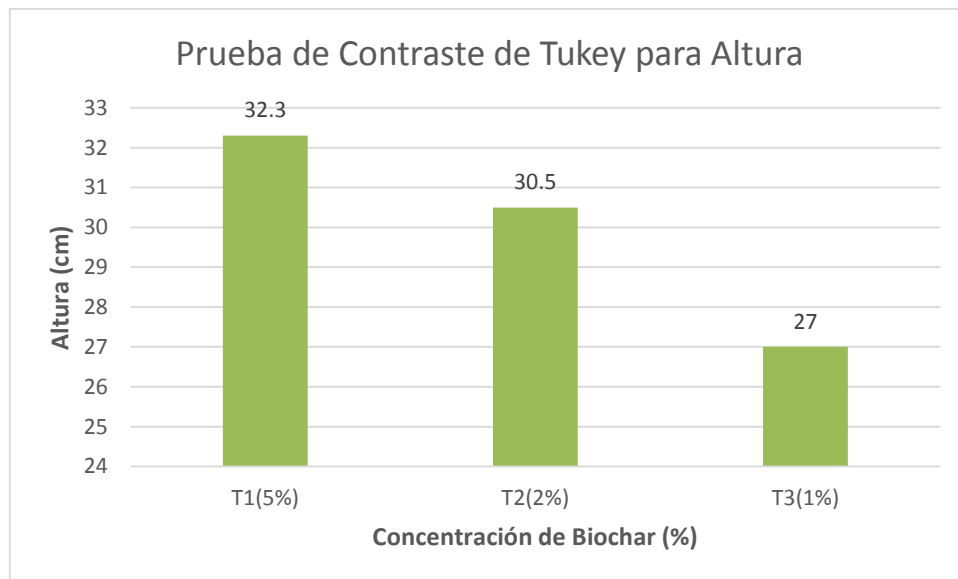
j) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 1.34, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 103. Prueba de Contraste de Tukey para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3 (1%)	3	32.3030	A
T1 (5%)	3	30.5013	B
T2 (2%)	3	27.0004	C

Gráfico 25: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función a la altura de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 30 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 30 días de la plantación es el tratamiento 1 (5%), el cual tiene 32.3 de altura de la planta, la cual es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación a la altura al cabo de 15 días de 28.5 a 32.3, es decir tuvo una eficacia de 13.33%.

N° de hojas

Tabla 104. Prueba de Anova para el Número de Hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	872353.129	2976061.444	3452.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	7363512.63			

u) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

v) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

w) Resultado

$7652.2 \geq 5.16$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

x) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	2.64105	15.64538	1871.222

k) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

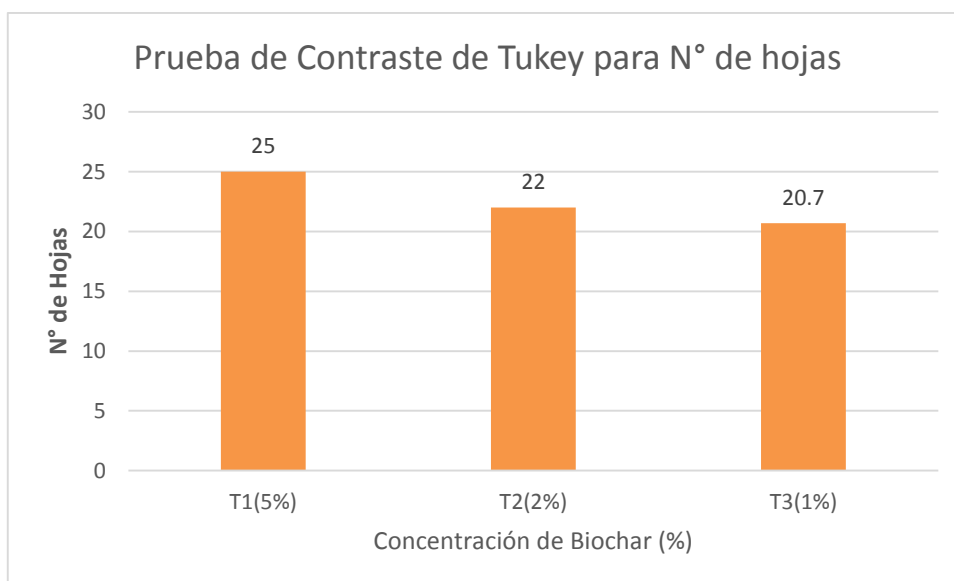
I) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 2.64, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 105. Prueba de Contraste de Tukey para N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	25.0030	A
T1 (2%)	3	22.0013	B
T2 (1%)	3	20.7104	C

Gráfico 26: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función al N° de hojas de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 30 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 30 días de la plantación es el tratamiento 1 (5%), el cual tiene 25 de N° de hojas, lo cual es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación al N° de hojas al cabo de 15 días de 12.3 a 25, es decir tuvo una eficacia de 103.25%.

N° de Brotes

Tabla 106. Prueba de Anova para el N° de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 días.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	872353.129	2976061.444	8.213	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	7363512.63			

y) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

z) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

aa) Resultado

$8.21 \geq 5.16$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

bb) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	8.3235	15.64538	1871.222

m) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

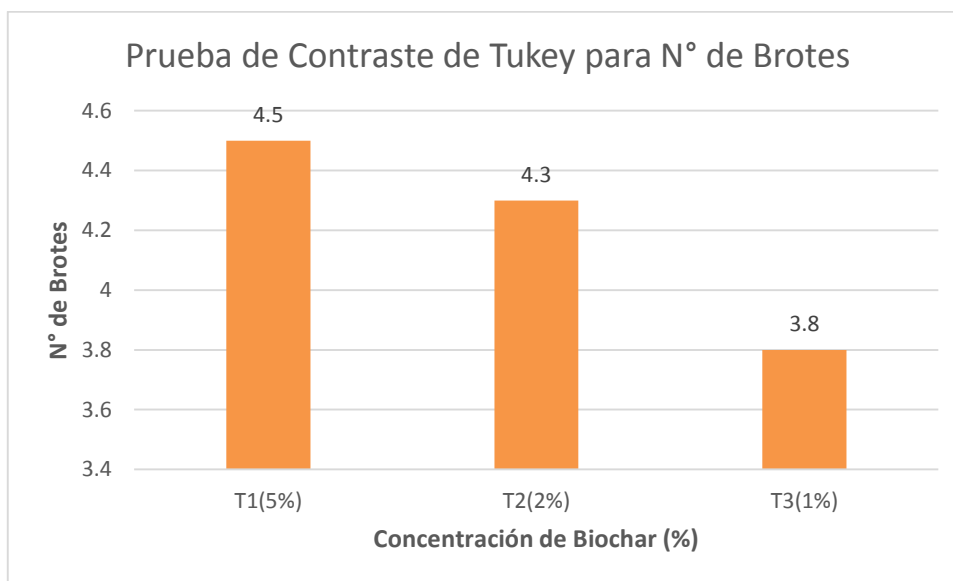
n) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 8.32, lo cual indica que en el rango de precisión es buena.

Tabla 107. Prueba de contraste de tukey para el N° de brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 30 día

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	4.50030	A
T1 (2%)	3	4.30013	B
T2 (1%)	3	3.80104	C

Gráfico 27: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función al N° de hojas de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 30 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 30 días de la plantación es el tratamiento 1 (5%), el cual tiene 4.5 de N° de brotes, lo cual es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación al N° de brotes al cabo de 15 días de 3.3 a 4.5, es decir tuvo una eficacia de 36.36%. En el **Anexo 07**, se evidencia que el tratamiento con biochar está siendo eficiente debido a que las plantas se están desarrollando, lo cual se evidencia la mejora de la regulación hídrica.

Tabla 108: *Tabla de crecimiento del Laurel de Jardín en 45 días de su plantación*

CRECIMIENTO DEL LAUREL DE JARDÍN (NERIUM OLEANDER) T=45 días				
TRATAMIENTOS	PLANTAS	INDICADORES		
		ALTURA	NÚMERO DE HOJAS	Brotes
T1	P1	48	33	7
	P2	45	35	1
	P3	46	30	5
	P4	54	38	6
	P5	17	19	5
	P6	13	34	4
T2	P1	48	29	5
	P2	35	5	4
	P3	36	34	6
	P4	25	29	4
	P5	24	30	5
	P6	43	24	3
T3	P1	54	31	6
	P2	25	41	5
	P3	17	34	5
	P4	34	34	6
	P5	44	45	6
	P6	8	1	1

INDICADORES	UNIDAD
Altura	cm
Número de hojas	unid
Tallo	cm
Edad de corte	días

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Altura

Tabla 109. *Prueba de Anova para la altura de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.*

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	872353.129	2976061.444	3565.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	7363512.63			

cc) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

dd) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

ee) Resultado

$3565.2 \geq 5.16$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

ff) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	2.64457	15.64538	1871.222

o) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

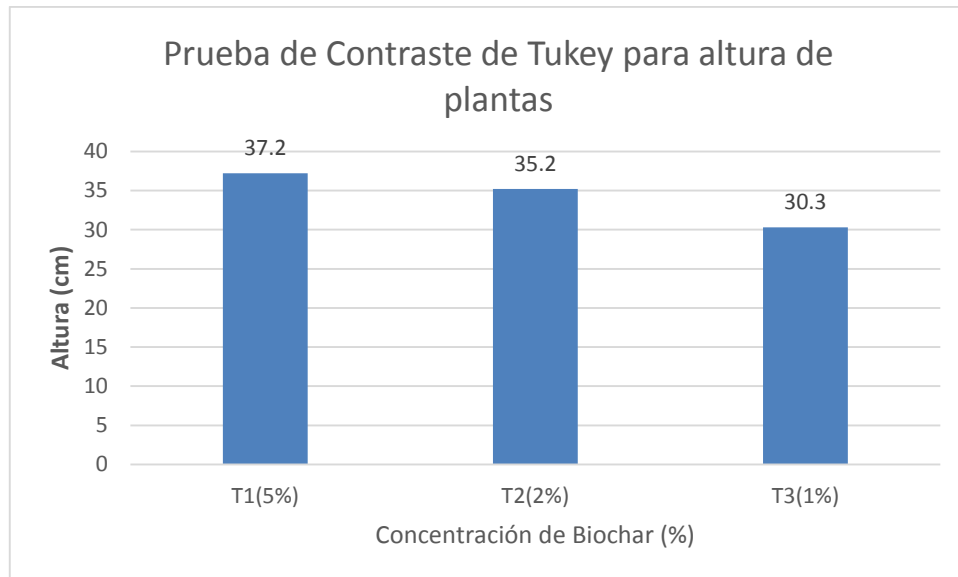
p) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 2.64, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 110. Prueba de Contraste de Tukey para la altura de la especie del Laurel de Jardín al cabo de 45 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	37.2030	A
T1 (2%)	3	35.2013	B
T2 (1%)	3	30.3004	C

Gráfico 28: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función al N° de hojas de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 45 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 45 días de la plantación es el tratamiento 1 (5%), el cual tiene 37.2 de altura, lo cual es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación a la altura al cabo de 30 días de 32.3 a 37.2, es decir tuvo una eficacia de 15.17%.

N° de hojas

Tabla 111. Prueba de Anova para el N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	872353.129	2976061.444	35.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	7363512.63			

gg) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

hh) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

F_c : F calculada (F value).

F_a : F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

ii) Resultado

$35.2 \geq 5.16$, siendo F_c mayor que F_a .

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

jj) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	3.12345	15.64538	1871.222

q) Regla de Decisión

$\text{Coeff Var} < 30$, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

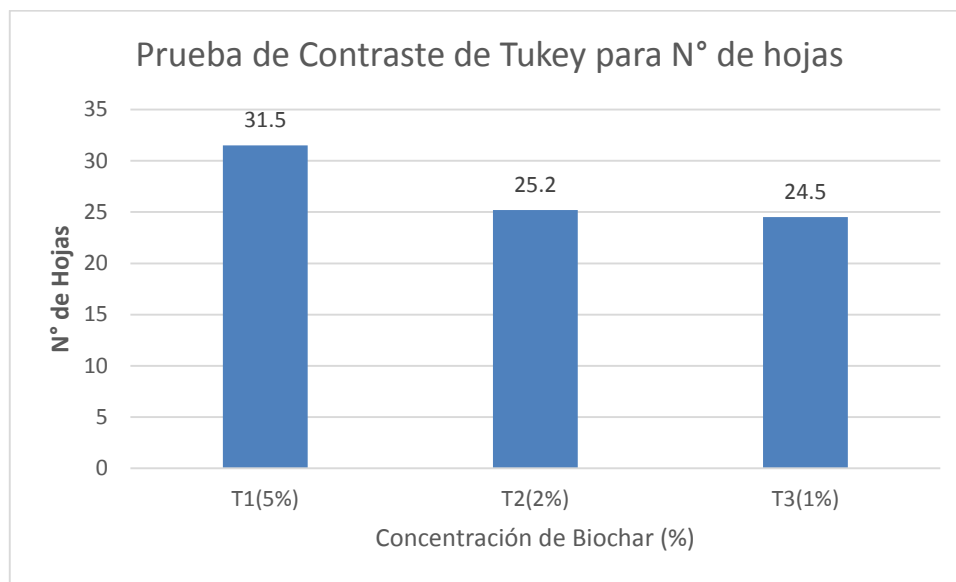
r) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 3.12, lo cual indica que en el rango de precisión es muy buena.

Tabla 112. Prueba de Contraste de Tukey para el N° de hojas de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (5%)	3	31.5030	A
T1 (2%)	3	25.2413	B
T2 (1%)	3	24.5004	C

Gráfico 29: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función al N° de hojas de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 45 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 45 días de la plantación es el tratamiento 1 (5%), el cual tiene 31.5 de N° de hojas, lo cual es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación al N° de hojas al cabo de 30 días de 25 a 31.5, es decir tuvo una eficacia de 26%.

N° de Brotes

Tabla 113. Prueba de Anova para N° de Brotes de la especie Laurel de Jardín al cabo de 45 días.

Fuente	GL	SC. Ajust.	MC. Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	2	872353.129	2976061.444	98.2	0.001
Error	6	1468.667	244.778		
Total	8	7363512.63			

kk) Prueba de Hipótesis

Ho: El biochar de residuos de poda no optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

H1: El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

ll) Regla de Decisión

Si $F_c \geq F_a$, se rechaza la hipótesis nula

Fc: F calculada (F value).

Fa: F crítica se calcula en el programa Excel utilizando la probabilidad (5%), grados de libertad y el Error.

mm) Resultado

$23.2 \geq 5.14$, siendo Fc mayor que Fa.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

nn) Conclusión

El biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VR Mean
0.999753	6.22347	15.64538	1871.222

s) Regla de Decisión

Coeff Var < 30, siendo menor que 30

Se acepta la precisión de los datos, estos tienen una mayor precisión mientras sean más cercanos a 1.

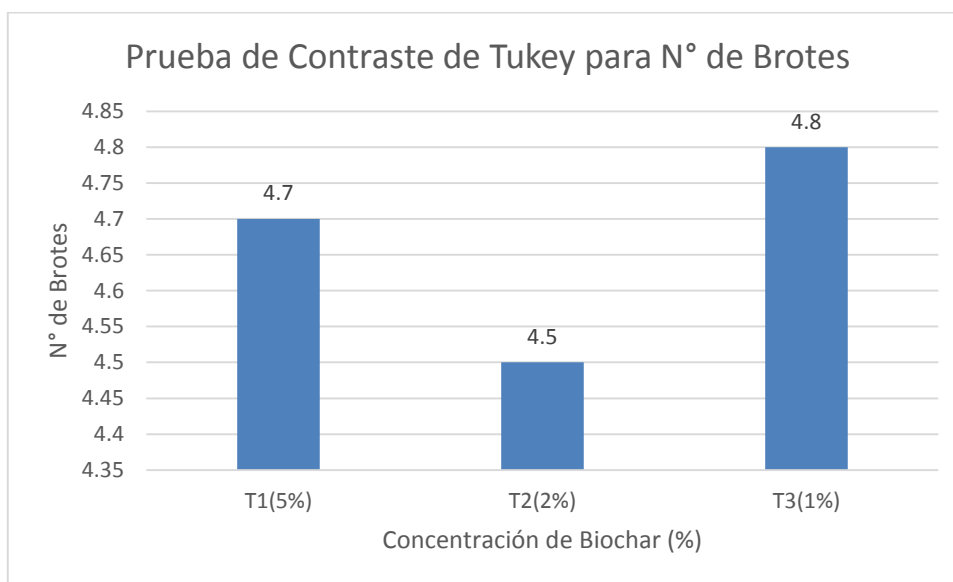
t) Conclusión

El coeficiente de variación de los datos de los resultados obtenidos en laboratorio fue de 6.22, lo cual indica que en el rango de precisión es buena.

Tabla 114. Prueba de Contraste de Tukey para el N° de Hojas del Laurel de Jardín al cabo de 45 días.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3 (1%)	3	4.81121	A
T1 (5%)	3	4.72413	A
T2 (2%)	3	4.52004	A

Gráfico 30: Prueba de contraste de Tukey para comparar la eficiencia de los tratamientos en función al N° de hojas de las plantas de Laurel de Jardín al cabo de 45 días.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Según la prueba de contraste de Tukey el tratamiento con una mayor eficiencia al cabo de 45 días de la plantación es el tratamiento 3 (1%), el cual tiene 4.8 de N° de brotes, lo cual es mayor a la de los otros tratamientos. Asimismo, se tuvo un incremento en comparación al N° de hojas al cabo de 30 días de 3.8 a 4.8, es decir tuvo una eficacia de 26.31%.

IV. DISCUSIÓN

Una vez culminado con los resultados obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que el biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA.HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa.

- El tratamiento más eficiente fue el tratamiento 1 (5%), el de mayor proporción, el cual tuvo una mejora superior en los parámetros medidos tanto el suelo y en la planta de Laurel de Jardín que nos sirvió como indicador de su efectividad, el cual se pudo corroborar de acuerdo a los trabajos previos de Zegarra, S. (2015) en el que se pudo observar la efectividad de las dosis menores como la del 10% en su caso, esto se debe según Paco, D. (2012) que los suelos son capaces de soportar enmiendas orgánicas de biochar hasta el 30%, es decir las menores a esta tienen una mayor efectividad, es por ello que se decidió hacerlas en bajas concentraciones.
- La capacidad de campo (CC), luego de aplicar el tratamiento 1 (5%), siendo el más eficaz, se aumentó la capacidad de campo de 1.21 a 4.3, es decir aumentó en un 255.37% en la etapa 3 es decir en un periodo de 45 días; esto corrobora la afirmación hecha por Aker, C. et al (2017) donde produjo un biochar a partir de árboles (pino, eucalipto, cedro), en el que obtuvo que la capacidad de campo en las enmiendas aplicadas con biocarbón y gallinaza obteniendo una eficacia del 118% en esta siendo el más óptimo de sus tratamientos.
- En el agua disponible, la cual al hacer las mediciones iniciales de la arena fueron ínfimas, pero luego de la aplicación del biochar éstas aumentaron en un 400%, lo que quiere decir que el agua que puede obtener fácilmente la planta aumentó debido a la aplicación del biochar que sirve como un imán que retiene el agua y le puede proporcionar esto a la planta, lo cual, según Rosas, J. (2015), es la función más importante que aporta el biochar a las plantas ya que gracias a esta facilidad la planta puede mantenerse viva y no llegar a un punto de marchitez permanente, el cual según el autor Bermeo, G. (2014), en el que afirma que cuando se deja de dar un riego continuo a las plantas, el agua disponible de la planta se va terminando y cuando esto sucede se llega al punto de marchitez permanente.

- El desarrollo vegetativo de la especie de Laurel de Jardín tuvo una mayor eficacia en el indicador del N° de hojas en el cual tuvo un crecimiento significativo, lo cual corrobora la aseveración del autor Paco, D. (2015), el que afirma que la producción del biochar por pirolisis lenta, aumenta la biomasa aérea de las plantas en desarrollo en los tratamientos de suelos.
- En el caso de los parámetros como la Relación C:N, se obtuvo una mejora en este parámetro debido a que se usaron los compuestos adicionales como el humus y el compost, los cuales aportan a que haya un aumento debido a que cuentan con micro y macro nutrientes, que van a incrementar la capacidad de intercambio catiónico y por lo tanto la materia orgánica, tal y como lo indica en su tesis De la Rosa, J. (2012) en el que el que se da un aumento de la Relación de C:N con la aplicación de su biochar con aditivos orgánicos.
- En el caso de los parámetros como el pH y la conductividad hidráulica, la variación de los datos no fue significativo, lo cual nos indica que el biochar no tiene una relación con el aumento o disminución de los mismos, tal y como lo demuestra en su tesis el autor Zegarra, S. (2015), en el que indica que la conductividad eléctrica no tiene ningún tipo de variación con la aplicación de su biochar, además del autor Rodríguez-Vila (2017), el que muestra que la diferencia del pH que midió inicialmente con respecto al con su tratamiento tuvo una variación mínima.

V. CONCLUSIONES

- La proporción adecuada para la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos en el parque AA. HH. “La Arboleda”, fue el del tratamiento 1 (5%), lo cual se ve reflejado de la mejora de los parámetros medidos con una eficacia de: 255.37% de capacidad de campo, de 400% de agua disponible y 73% de punto de marchitez permanente, como los que mayor eficiencia tuvieron y que están más estrechamente relacionados con la regulación hídrica.
- Los parámetros físicoquímicos del suelo tuvieron una mejora con respecto a las mediciones iniciales ya que tuvieron una mejora en algunas cosas unas más significativas que otras, pero se llegó a mejorar estos parámetros como, por ejemplo

de los ya mencionados anteriormente la Relación C: N mejoró exponencialmente debido a la presencia de compost, la Conductividad Eléctrica no tuvo una variación entre 2 y 3 %, el pH en un 5% asimismo el potencial redox que va de la mano con el potencial de hidrógeno.

- El desarrollo vegetativo como indicador de la eficiencia de la aplicación del tratamiento con biochar, se dio de manera exitosa dándose una mayor eficiencia en el periodo de tiempo de 45 días como era de esperarse, en el que el N° de Hojas que tuvo un crecimiento significativo con respecto a la poda y el transcurso de los días, asimismo con los otros indicadores como la altura de la planta y el número de brotes que también tuvieron una mejora pero no tan considerable como el del número de hojas.
- De acuerdo a las precitadas conclusiones, se afirma que el biochar de residuos de poda optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de biol, al cabo de 3 meses, ya que este cuenta con un alto contenido de materia orgánica, además de que este es de rápida absorción ya que es soluble, y con esto incrementar la Relación C:N, ya que los compuestos como el humus y el compost que contienen los micro y macro nutrientes para las plantas dejen de aportarlos y la planta carezca de estos.
- Se recomienda el biochar, para terrenos con características áridas, debido a que el principal problema en estos casos es la falta de agua, ya sea por factores como las sequías. Es decir, la demanda de agua es menor a la que necesitan para sus necesidades básicas como pasan en muchos asentamientos humanos en nuestro país. Por ello, es importante conocer acerca del uso como enmienda del biochar para estas condiciones y cumplir con tener áreas verdes para un ambiente saludable.

- Se recomienda tener cuidado en el transporte de las plantas, debido a que como en el caso del presente estudio, dos de ellas no tuvo los resultados previstos debido a que en el momento del transporte se dañó la raíz de la planta, motivo por el cual se cree que no se pueden desarrollar de la misma manera que las demás plantas de la especie del Laurel de Jardín (*Nerium Oleander*).
- Se recomienda el uso de compost y humus como complementos de las enmiendas de biochar, debido a que estos aportan nutrientes que el biochar no tiene. Además del rastrojo que se puede utilizar como una capa en la cubierta de cada planta de la especie que se utilice, para así poder evitar que se evapore el agua de riego y poder retener la humedad en la olla de concentración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKER, Carlos, y otros. *Efecto de la aplicación con biocarbón, gallinaza y fertilizantes sintéticos en la retención de humedad y otras características del suelo en el rendimiento del maíz.* León : Terra Latinoamericana, 2017.

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n3/2395-8030-tl-36-03-221.pdf>.

ISSN: 01875779

ALI, Marisol. *Efecto del biochar y la inoculación con micorriza y trichoderma en el mejoramiento de la calidad del suelo y el crecimiento de pasto King grass.* Zamorano : Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 2013.

Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1716/1/IAD-2013-T002.pdf>.

ANGULO, Oscar. *Ecosistema servicios ecosistémicos hídricos unidad análisis de cuenca.* Huamanga : CONDESAN, 2015.

Disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.paccperu.org.pe/images/diplomados_cursos/50.pdf.

BASAURE, Patricio. *Manuel de Lombricultura.* [En línea] 25 de Noviembre de 2015. [Citado el: 24 de Junio de 2018.] Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/wwwboard/messages/10524.html> .

BERMEO, Glyder y Córdoba, Byron. *Diseño y construcción de un reactor de pirólisis de combustión lenta con una capacidad de 10 kg a escala laboratorio para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables.* Loja : Universidad Nacional de Loja, 2014.

Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11957/1/Bermeo%20Tene%2c%20Glyder%20Arturo%2c%20C%3b3rdova%20Balc%3a%20Byron%20Efra%3adn.pdf>.

BURGOS, Gabriela y Jaramillo, Jomayra. *Aprovechamiento de los residuos de cacao y coco para la obtención de carbón activado, en el cantón milagro, provincia del guayas.* Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2015.

Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8941/1/BCIEQ-T-0114%20Burgos%20Campuzano%20Gabriela%20Elizabeth%3b%20%20Jaramillo%20Quiroz%20Jomayra%20Lorena.pdf>.

CASTRO, Rodrigo y Scioli, Melina. *Reciclario.* [En línea] 12 de Setiembre de 2017. [Citado el: 16 de Octubre de 2018.]

<http://reciclario.com.ar/quienes-somos/>.

DATA CLIMATE. Climate Data. *Climate Data*. [En línea] 30 de Junio de 2018. [Citado el: 30 de Junio de 2018.]

Disponible en: <https://es.climate-data.org/location/875442/> .

DE LA ROSA, José y Knicker, Heike. Efectos rápidos de la enmienda de suelos con biochar en la dinámica de C y N, la disponibilidad de nutrientes y fertilidad en condiciones controladas. *FuegoRED*. 2012, Vol. III, 2.

Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/71918/1/Efectos%20r%C3%A1pidos%20de%20la%20enmienda%20de%20suelos%20con%20biochar.pdf>.

DE LA ROSA, José, y otros. *Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in biochar and biochar-amended agricultural soil from Southern Spain*. 2016.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/36210073.pdf>.

ISBN: 14390108.

FAJARDO, Antonio. *Diseño y Construcción de una Unidad de Investigación en Pirólisis Continua de Biomasa*. Santiago de Cali : Universidad del Valle, 2011.

Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/4139/4/CB-0439074.pdf>.

FERNÁNDEZ, Jesús. Recursos Naturales. *Recursos Naturales*. [En línea] 14 de Noviembre de 2016. [Citado el: 28 de Junio de 2018.] Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/29768/18/fernandez.pdf> .

GUÍA DE JARDINERÍA. Guía de Jardinería. *Guía de Jardinería*. [En línea] 18 de Enero de 2016. [Citado el: 21 de Setiembre de 2018.] Disponible en: <https://www.guiadejardineria.com/arbustos-el-laurel-de-flor/> .

HAI PENG, wu y Cui, Lai. *Las interacciones del compostaje y biochar y sus implicaciones para la enmienda del suelo y la remediación de la contaminación*. Hon Kong : Revisiones críticas en biotecnología, 2016.

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=d12b1f1a-4dd4-411b-b45e-ced44cbc2fba%40pdc-v-sessmgr03>.

ISSN: 0738-8551.

IBARRA, Julian y Rueda, Yesid. *Biomasa para el aprovechamiento energético uan revisión de la caracterización y los modelos por descomposición termoquímica*. Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, 2017.

Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Yesid_Rueda-Ordenez/publication/324223970_Biomasa_para_el_aprovechamiento_energetico_Una_revision_de_la_caracterizacion_y_los_modelos_por_descomposicion_termoquimica/links/5ac6

[2fc6a6fdcc051db05568/Biomasa-para-el-aprovechamiento-energetico-Una-revision-de-la-caracterizacion-y-los-modelos-por-descomposicion-termoquimica.pdf](https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2017-07-01-10000).

LÓPEZ, Inés. *Agricultural and environmental evaluation of biochar obtained by pyrolysis from different organic wastes.* Murcia : Tesis Doctorales en Red, 2016.

Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/51124/1/In%c3%a9s%20L%c3%b3pez%20Cano%20Tesis%20Doctoral.pdf>.

ISSN: 708C-1B4F.

LEHMAN, Johannes y Stephen, Joseph. *Biochar for environmental mangement: an introduction.* Londres: Routledge, 2015.

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=38243706-2569-4d40-932b-50f67b1b593e%40pdc-v-sessionmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtYGl2ZQ%3d%3d#AN=958695&db=e-dsebk>.

ISBN: 9780415704151

MARIÑO, Miguel, y otros. *Evaluación del Punto de Marchitez Permanente Bajo Condiciones de Invernadero como Variable para la Asignación de clones de Gmeli arborea.* Bogota : Pontificia Universidad Javeriana, 2016.

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=59620716-ecf2-44c5-9d1f-df09f59bfb5d%40sessionmgr103&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtYGl2ZQ%3d%3d#AN=edsbas.ABBE1B29&db=edsbas>.

MARTINEZ, María, y otros. *Effect of Eucalyptus globulus biochar addition on the availability of phosphorus in acidic soil.* Bogotá : Agronomía Colombiana, 2017.

Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/58671/60401>.

ISSN: 0120-9965.

MEIER, Sebastián, y otros. *Effects of biochar on copper immobilization and soil microbial.* Berlin: Journal of Soils and Sediments, 2017.

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=270a60de-2c43-4fd5-862b-47a79f9145f1%40pdc-v-sessionmgr03>.

ISSN: 1439-0108

MOLISOLES. Molisol. *Molisol.* [En línea] 30 de Julio de 2017. [Citado el: 24 de Junio de 2018.]

Disponible en: <http://www.molisol.com/menu/archivos/Flujosdeconductividadelectrica.pdf>.

PABLO, Manuel. *Diseño de un Reactor de Pirólisis Experimental para pruebas de biomasa agroforestal.* Guayaquil : Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2016.

Disponibilidad: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/36933> .

PACO, Daniel. *Evaluación de varios tipos de biochar en suelo y planta.* Bellaterra : Universidad Autónoma de Barcelona, 2012.

Disponible en:

https://ddd.uab.cat/pub/trerepro/2012/hdl_2072_202695/PFC_DanielPacoAbenza.pdf.

PEINADO, Héctor y otros. *Estimación de Conductividad Hidráulica y Cotenido de Finos a partir de leyes experimentales que relacionen los parámetros hidráulicos y eléctricos.* El Fuerte : Ra Ximbai, 2010, Vol. VI. 1665-0441.

Disponible en: <http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-18articulosPDF/14-CoductividadHidraulica.pdf>.

ISSN: 1665-0441

PLANTAS&JARDÍN. *Plantas&Jardín. Plantas&Jardín.* [En línea] 13 de Agosto de 2013. [Citado el: 22 de Setiembre de 2018.] Disponible en: <http://plantasyjardin.com/2011/08/nerium-oleander-adelfa-laurel-de-jardin-laurel-rosa-laurel-de-flor/>.

RIVAS , Rosa. *MÓDULO SOBRE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN, DIRIGIDO A LOS ALUMNOS DE LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA ALDEA PACHALY, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.* Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010.

Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_0779.pdf.

RODRÍGUEZ-VILA, Alfonso, y otros. *Nutrient phytoavailability in a mine soil amended with technosol and biochar and vegetated with Brassica juncea.* Berlin : Journal of Soils and Sediments, 2017.

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=eb540830-6fb0-4171-b29f-7e7099193713%40sessionmgr102>.

ISSN: 1439-0108

ROMERO, Longwell. *Eficiencia en la Inmovilización de Plomo en el Suelo Mediante la Aplicación de Cantidades de Biocarbón en el Distrito San Mateo, Lima.* Lima : Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3598>.

ROSAS, José. *Producción de Biochar a partir de viñas agotadas mediante pirólisis en reactor a escala piloto y en reactor móvil energéticamente sostenible.* Leon : Universidad de León, 2015.

Disponible en: <http://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/4246/Guillermo%20Rosas%20Tesis%20repositorio%20digital%20ULE%2030032015.pdf?sequence=1>.

RUCKS, Leonardo, y otros. *Propiedades Físicas del suelo*. Montevideo : Universidad de la República, 2015.

Disponible en: <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>.

SUÁREZ, Laura, y otros. *Caracterización morfológica y fisico-química de biocarbones producidos por la gasificación de especies forestales seleccionadas*. Antioquía: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017.

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-11292017000300123&lng=en&tlng=en.

ISSN: 0121-1129.

UNESCO. *Desarrollo de Tierras Áridas y Semiáridas*. Barcelona : Romanya Valls, 1992.

Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000024592_spa.

ISBN: 9233014843.

VERDE GUÍA. Guía Verde. *Guía Verde*. [En línea] 6 de Noviembre de 2015. [Citado el: 21 de Setiembre de 2018.] Disponible en: <https://www.guiaverde.com/guia-de-plantas/nerium-oleander-1034/>.

ZEGARRA, Stalin. *Uso del biocarbón elaborado con vísceras de pescados y lodos de laguna de oxidación para el mejoramiento de suelos áridos del distrito de Ancón-Lima-Perú*. Lima : Unicersidad César Vallejo, 2015.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/119>.

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Problema General -¿De qué manera se optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda- Santa Rosa 2018?</p> <p>Problemas Específicos - ¿Cuál es la proporción adecuada de biochar de residuos de poda para la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda”- Santa Rosa?</p> <p>- ¿Cuál es la optimización hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa, en función de las propiedades fisicoquímicas del suelo, ¿luego de la aplicación del biochar de residuos de poda?</p> <p>- ¿Cuál es el desarrollo vegetativo de las plantas laurel de jardín (<i>Nerium Oleander</i>), luego de la aplicación de biochar de residuos de poda, como indicador de la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa?</p>	<p>Objetivo General - Optimizar la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda- Santa Rosa 2018.</p> <p>Objetivos Específicos - Determinar la proporción adecuada de biochar de residuos de poda para la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa. - Determinar la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa, en función a la variación de los parámetros fisicoquímicos del suelo, luego de la aplicación de biochar de residuos de poda. - Determinar el desarrollo vegetativo de las plantas Laurel de Jardín, luego de la aplicación de biochar de residuos de poda, como indicador de la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos.</p>	<p>Hipótesis General - El biochar optimiza la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque AA. HH. “La Arboleda” en el distrito de Santa Rosa 2018.</p> <p>Hipótesis Específicas - La proporción adecuada de biochar de residuos de poda para la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa. - La optimización hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa, en función a la variación de los parámetros fisicoquímicos del suelo, luego de la aplicación del biochar de residuos de poda. -El desarrollo vegetativo de las plantas Laurel de Jardín, luego de la aplicación de biochar de residuos de poda, como indicador de la optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda” Santa Rosa.</p>	Biochar de residuos de poda V.I.	El biochar se define como un material carbonizado obtenido a partir de biomasa con alto contenido de carbono que se ha pirolizado en un entorno de oxígeno nulo o muy bajo y mediante procesos sostenibles, que contribuye a la fertilidad del suelo (Rosas Mayoral, 2015).	El tratamiento con Biochar de residuos de poda, se realizarán evaluaciones fisicoquímicas para determinar su calidad. Este biocarbón se va incorporar en cuadrantes de control con diferentes proporciones de aplicación: 10%, 20% y 30%..	Características del Biochar	Ganulometría
						Concentración	Peso
							Peso 1
							Peso 2
						Propiedades Físicas	Peso 3
							Temperatura
							Humedad Gravimétrica
			Secado				
			Propiedades Físicas	Tamaño de Poda			
				Peso de Poda			
				Capacidad de campo			
				Punto de Marchitez Permanente			
				Agua Disponible			
				Punto de saturación			
pH							
Propiedades Químicas	Potencial Rédox						
	Cloruros						
	Nitrógeno						
	Materia Orgánica						
	Relación C:N						
	Conductividad Eléctrica						
	% Gravimétrico						
Propiedades Físicas	Peso Gravimétrico						
	Ganulometría						
	Conductividad Hidráulica						
	Estructura						
	Textura						
Regulación Hídrica de los suelos arenosos del parque “La Arboleda”. V.D.	La regulación Hídrica es la capacidad del ecosistema de almacenar agua en periodos de precipitaciones, para luego liberar lentamente durante periodo seco o estiaje (ANGULO NUÑEZ, 2015)	La variación de la regulación hídrica en el parque AA.HH. “La Arboleda” se va determinar con la aplicación del biochar de residuos de poda.	Se medirán las propiedades fisicoquímicas del suelo, tanto inicialmente como cuando se haya aplicado el biochar para comprobar que haya incrementado la fertilidad del suelo.	Los suelos arenosos se denominan suelos sueltos. Se caracterizan por tener una elevada permeabilidad del agua y por tanto una escasa retención de agua y nutrientes (Rucks, y otros, 2014).			

Anexo N° 2: Suelos arenosos del distrito de Santa Rosa.



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Anexo N° 3: Diagnóstico del problema



Fuente: Elaboración Propia (2018).

Anexo N°4: Instrumento de recolección de datos

Etapas	Tratamientos	Repetición	Capacidad de campo	Tratamientos	Repetición	Agua Disponible	Tratamientos	Repetición	Punto de Marchitez Permanente	Tratamientos	Repetición	Relación C:N	Tratamientos	Repetición	pH	Tratamientos	Repetición	Potencial Rédox	Tratamientos	Repetición	Conductividad Eléctrica
Etap a 1	T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1	
	T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2	
	T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3	
	T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1	
	T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2	
	T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3	
	T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1	
	T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2	
	T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3	
Etap a 2	T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1	
	T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2	
	T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3	
	T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1	
	T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2	
	T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3	
	T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1	
	T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2	
	T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3	
Etap a 3	T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1		T1(5%)	1	
	T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2		T1(5%)	2	
	T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3		T1(5%)	3	
	T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1		T2(2%)	1	
	T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2		T2(2%)	2	
	T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3		T2(2%)	3	
	T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1		T3(1%)	1	
	T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2		T3(1%)	2	
	T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3		T3(1%)	3	

Anexo N° 5: Ficha de Crecimiento

FICHA DE CRECIMIENTO DEL LAUREL DE JARDÍN (NERIUM OLEANDER)				
TRATAMIENTOS	PLANTAS	INDICADORES		
		ALTURA	NÚMERO DE HOJAS	Brotes
T1	P1			
	P2			
	P3			
	P4			
	P5			
	P6			
T2	P1			
	P2			
	P3			
	P4			
	P5			
	P6			
T3	P1			
	P2			
	P3			
	P4			
	P5			
	P6			

INDICADORES	UNIDAD
Altura	cm
Número de hojas	unid
Tallo	cm
Edad de corte	días

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Anexo N° 6: Ficha de Producción de Biochar

Producción de Biocarbón			
Operario			
Fecha de inicio		Fecha de Terminación	
Hora de carga:	Inicio:	Hora de descarga	Inicio:
	Fin:		Fin:
Hora de encendido		Tiempo de Combustión	
Cerrado del horno			
Material de Producción			
Temperatura		Ganulometría	
Rendimiento			

Peso Biocarbón(kg)		Peso Total(kg)	
Observaciones:			

Fuente: Elaboración Propia 2018.

Anexo N° 7: Ficha de Muestreo de Suelos

Datos Generales			
Nombre del sitio de estudio			Departamento
Razón Social			Provincia
Uso Principal			Dirección del Predio
Datos del punto de muestreo			
Nombre del punto de muestreo			Operador
Código del punto de muestreo			Instrumentos usados
Coordenadas (UTM,WGS849)	X:	Y:	
Temperatura (°C)			Descripción de la Superficie
Técnica del Muestreo			Precipitación
Profundidad Final			Napa Freática
Instalación de un pozo en el agujero			Relleno del agujero después del muestreo
Datos de las muestras			
Clave de la muestra			Textura:
Fecha			Compactación/Consistencia:
Hora			Humedad:
Profundidad desde			Componentes Atropogénicos
Profundidad hasta			Cantidad de la muestra
Características organolépticas			Tipo de Muestra
Color			
Área de muestreo (m2)			Número de Sub-muestras
Comentarios		Croquis	

Anexo N° 8: Validación de Ficha de Crecimiento de los expertos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ SALVEZ, JUAN TULIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOLENSE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Crecimiento
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escalante Abril

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 09/06 de 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 8900305 Telf.: 520666



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Inga Díaz Abel Filomeno
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Cuestionario
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escalante Abail

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 09 de Julio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

[Handwritten Signature]
CIP 40000

DNI No. 7212838 Telf.: 84566285



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... CASTRO TENALUCERO KATHERINE
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Ficha de Consenso
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Daniel Escalante Abril

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

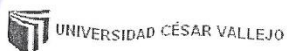
95 %

Lima,.....08.....de.....Junio..... del 2018

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 7087735 Telf.: 979705110
 CEP: 162994

Anexo N° 9: Validación de Ficha de Producción de Biochar por los expertos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

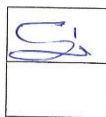
- 1.1. Apellidos y Nombres: DORON PZ SANCHEZ, Juan Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Producción del Biochar
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escalante Abril

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 07 de Agosto del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 8091000 Telf.: 501646



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Inga Diaz Abel Flomero
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Producción del Biotchar
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escalante Abril

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 09 de Junio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 40000

DNI No. 1991817 Telf. 945662855

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena Luzero Katherine
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Producción de Biochar
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escalante Abril

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 08 de Septiembre del 2018

KATHERINE
CASTRO TENA
 INGENIERA AMBIENTAL
 FIRMA DEL EXPERTO FORMANTE

DNI No. 70837735 Telf.: 999709710.

Anexo N° 10: Validación de Ficha de Muestreo de Suelos por expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDOÑEZ, SAUCO, JUAN JOLIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Muestreo de Suelos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escalante Aball

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 09/10/2018 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 8044300 Telf.: 525140

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Inga Diaz Abel Flomano
 2. Cargo e institución donde labora: Docente
 3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Muestras de suelos
 4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escalante Abxill

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 09 de Junio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 40000

DNI No. 19912837 Telf.: 94766 2855



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tama Lucero Katherine
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Muestras de Suelo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Daniel Escobar Aball

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, del 2018

INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 162994

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 7083735 Telf. 999705110

Anexo N° 11: Resultados Iniciales de la muestra de suelo arenoso del parque “La Arboleda”.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

Solicitado por: DANIEL ESCALANTE ABRILL

PROCEDENCIA: PARQUE A.A.H.H."LA ARBOLEDA" – DISTRITO DE SANTA ROSA

FECHA: 12/SEPTIEMBRE/2018

Análisis de Muestra de Suelo Arenoso

Código	Temperatura °C	pH	Ce (µS/cm)	Eh (mv)
PAAHH – IN SITU	22.4	8.9	3520	-130.5

Código	CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺
PAAHH	0.09	0.098	0.008	0.969	0.07

Método EPA 350- Espectrometría de Absorción Atómica

Código	Conductividad hidraulica Cm/seg	Densidad relativa Gr/cm ³	Porcentaje gravimétrico %HG	Porcentaje materia orgánica (%)	Relación C/N
PAAHH	0.35	1.69	0.097	0.28	1.68

Método Kjeldahl – Método de volumetría

Malla N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	%Retenido	% Acumulado	
				+ Retenido	- Pasa
5*	12.5 mm	0 g	0 %	0	100 %
10	2.00 mm	46 g	9.2 %	9.2 %	90.8 %
18	1.00 mm	12 g	2.4 %	11.6 %	88.4 %
30	0.6 mm	15 g	3 %	14.6 %	85.4 %
50	0.3 mm	83 g	16.6 %	31.2 %	68.8 %
60	0.250mm	78 g	15.6 %	46.8 %	53.2 %
100	0.150 mm	187 g	37.4 %	84.2 %	15.8 %
200	0.075 mm	62 g	12.4 %	96.6 %	3.4%
-200	-0.075 mm	17 g	3.4 %	100%	0%

Método ASTM –D422 – Análisis granulométrico

Código	Tamaño de Corte	Tiempo de Secado	% Gravimétrico	W Gravimétrico	Temperatura
PAAHH - B	80 cm	90 minutos	5.7	0.09 gr.	500 °C

Lima, 20 Junio 2019

MSc. Adolfo Mendoza A.
Jefe Laboratorio Espectrometría

Anexo N° 12: Resultados de las etapas de tratamiento con biochar de los suelos arenosos en el parque “La Arboleda”.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

Solicitado por: DANIEL ESCALANTE ABRILL

PROCEDENCIA: PARQUE A.A.H.H."LA ARBOLEDA" – DISTRITO DE SANTA ROSA

FECHA: 12/SEPTIEMBRE/2018

ETAPAS DEL TRATAMIENTO DEL SUELO ARENOSO – BIOCHAR

PRIMERA ETAPA 15 DIAS

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B1	Capacidad de Campo	%	4.21	2.15	1.76
PAAHH- B1	Agua Disponible	%	3.41	2.74	1.27
PAAHH- B1	Punto de Marchitez Permanente	%	0.043	0.061	0.12
PAAHH- B1	Relación C:N	adimensional	14.195	13.87	14.32
PAAHH- B1	Temperatura	°C	18.5	18.6	18.4
PAAHH- B1	pH	Acido/base	8.55	8.50	8.52
PAAHH- B1	Potencial Redox	mv	-130.5	-129.5	-130
PAAHH- B1	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3205	3187	3186

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B2	Capacidad de Campo	%	4.23	2.05	1.77
PAAHH- B2	Agua Disponible	%	3.18	2.76	1.28
PAAHH- B2	Punto de Marchitez Permanente	%	0.041	0.057	0.11
PAAHH- B2	Relación C:N	adimensional	14.19	13.86	14.13
PAAHH- B2	Temperatura	°C	19	19	19
PAAHH- B2	pH	Acido/base	8.56	8.49	8.45
PAAHH- B2	Potencial Redox	mv	-131	-127	-128
PAAHH- B2	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3201	3186	3191

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B3	Capacidad de Campo	%	4.24	2.11	1.79
PAAHH- B3	Agua Disponible	%	3.30	2.80	1.31
PAAHH- B3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.038	0.064	0.114
PAAHH- B3	Relación C:N	adimensional	14.21	13.92	14.15
PAAHH- B3	Temperatura	°C	19.2	19.2	19.2
PAAHH- B3	pH	Unidad de pH	8.48	8.40	8.35
PAAHH- B3	Potencial Redox	My	-129.3	-120	-116
PAAHH- B3	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3209	3198	3179

SEGUNDA ETAPA 30 DIAS

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B1	Capacidad de Campo	%	4.18	2.05	1.17
PAAHH- B1	Agua Disponible	%	3.28	1.65	1.30
PAAHH- B1	Punto de Marchitez Permanente	%	0.136	0.36	0.40
PAAHH- B1	Relación C:N	adimensional	14.13	13.86	14.14
PAAHH- B1	Temperatura	°C	18.7	18.7	18.7
PAAHH- B1	pH	Acido/base	8.45	8.48	8.51
PAAHH- B1	Potencial Redox	mv	-128	-126	-130
PAAHH- B1	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3186	3204	3193

Método EPA 350	Técnica Espectrofotometría de AA
Método ASTM - D422	Técnica mallas
Potenciometría	Técnica multiparámetro
Método Kjeldahl	Técnica volumetría

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B2	Capacidad de Campo	%	4.20	2.08	1.09
PAAHH- B2	Agua Disponible	%	3.33	1.70	1.32
PAAHH- B2	Punto de Marchitez Permanente	%	1.08	0.31	0.34
PAAHH- B2	Relación C:N	adimensional	14.18	13.88	14.11
PAAHH- B2	Temperatura	°C	18.6	18	18.2
PAAHH- B2	pH	Acido/base	8.4	8.46	8.49
PAAHH- B2	Potencial Redox	mv	-126	-125	-128
PAAHH- B2	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3189	3207	3188

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B3	Capacidad de Campo	%	4.24	2.11	1.15
PAAHH- B3	Agua Disponible	%	3.4	1.78	1.33
PAAHH- B3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.134	0.34	0.41
PAAHH- B3	Relación C:N	adimensional	14.09	13.86	14.08
PAAHH- B3	Temperatura	°C	19	18.7	19
PAAHH- B3	pH	Unidad de pH	8.48	8.49	8.46
PAAHH- B3	Potencial Redox	My	-128	-130	-129
PAAHH- B3	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3195	3201	3185

Método EPA 350	Técnica Espectrofotometría de AA
Método ASTM - D422	Técnica mallas
Potenciometría	Técnica multiparámetro
Método Kjeldahl	Técnica volumetría

TERCERA ETAPA 45 DIAS

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B1	Capacidad de Campo	%	4,30	2,36	1,09
PAAHH- B1	Agua Disponible	%	3,15	2,008	1,076
PAAHH- B1	Punto de Marchitez Permanente	%	0,05	0,02	0,008
PAAHH- B1	Relación C:N	adimensional	14,1	14,12	13,86
PAAHH- B1	Temperatura	°C	18,2	18,3	18,1
PAAHH- B1	pH	Unidad de pH	8,49	8,51	8,50
PAAHH- B1	Potencial Redox	My	-129	-132	-131
PAAHH- B1	Conductividad Eléctrica	uS/cm	2840	2870	2864

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B2	Capacidad de Campo	%	4,31	2,38	1,11
PAAHH- B2	Agua Disponible	%	3,18	2,09	1,08
PAAHH- B2	Punto de Marchitez Permanente	%	0,08	0,03	0,01
PAAHH- B2	Relación C:N	adimensional	13,92	14,15	13,82
PAAHH- B2	Temperatura	°C	18,8	18,6	19,1
PAAHH- B2	pH	Unidad de pH	8,46	8,48	8,48
PAAHH- B2	Potencial Redox	My	-126	-128	-126
PAAHH- B2	Conductividad Eléctrica	uS/cm	2878	2871	2868

Método EPA 350	Técnica Espectrofotometría de AA
Método ASTM - D422	Técnica mallas
Potenciometría	Técnica multiparámetro
Método Kjeldahl	Técnica volumetría

Código	PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD	OLLAS DE CONCENTRACIÓN DE BIOCHAR		
			5%	2%	1%
PAAHH- B3	Capacidad de Campo	%	4.28	2.62	1.16
PAAHH- B3	Agua Disponible	%	3.36	2.12	1.09
PAAHH- B3	Punto de Marchitez Permanente	%	0.09	0.038	0.012
PAAHH- B3	Relación C:N	adimensional	13.97	14.02	13.92
PAAHH- B3	Temperatura	°C	19.2	19.1	18.9
PAAHH- B3	pH	Unidad de pH	8.45	8.51	8.51
PAAHH- B3	Potencial Redox	My	-128	-132	-132
PAAHH- B3	Conductividad Eléctrica	uS/cm	2880	2880	2890

Método EPA 350	Técnica Espectrofotometría de AA
Método ASTM - D422	Técnica mallas
Potenciometría	Técnica multiparámetro
Método Kjeldahl	Técnica volumetría

Lima, 20 Junio 2019



MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Laboratorio Espectrometría

Anexo N° 13: Evidencia fotográfica de las plantas al cabo de 15 días.

Tratamiento con biochar al 5%



Tratamiento con biochar al 2%



Tratamiento con biochar al 1%



Anexo N° 14: Evidencia fotográfica de las plantas al cabo de 30 días.

Tratamiento con biochar al 5%



Tratamiento con biochar al 2%



Tratamiento con biochar al 1%



Anexo N° 15: Evidencia fotográfica de las plantas al cabo de 45 días.

Tratamiento con biochar al 5%



Tratamiento con biochar al 2%



Tratamiento con biochar al 1%



Anexo N° 16: Permiso de la Municipalidad Distrital de Santa Rosa para la aplicación del desarrollo de investigación.



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

Santa Rosa, 30 de Octubre del año 2018.

CARTA N° 003-2018-GSC/MDSR

Señor:
Daniel Escalante Abrill

De mi consideración:

Es grato por medio de la presente, saludarles y exponerles lo siguiente:

Que en respuesta a su solicitud se le otorga, el permiso de realizar su proyecto de investigación denominado "Biochar generado con residuos de poda para incrementar la capacidad de campo del parque AA.HH. "La Arboleda 2018" a desarrollarse en el parque de AA.HH."La Arboleda", durante el periodo del 30 de Octubre hasta el 03 de Diciembre.

Por ultimo sin otro particular me despido de usted

Atentamente



JMVR

Av. Alejandro Bertello N° 304, Urb. Country Club
Teléfono: 552-1868 Anexo 220

Anexo N° 17. Pantallazo del Turnitin

Feedback: Josue Escobar Abril

OPINACION DE LA RESERVA DE MATERIA DE LOS JUECES APLICACION DEL TERCERA LA MATERIA DEL QUE SABEMOS PORQUE SE RESERVA SE PUEDE SABER EN LA...

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

Presentación de este documento en la base de datos de Turnitin para la detección de similitud y plagio. Este documento ha sido evaluado por el sistema de Turnitin.

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EVALUADO POR EL SISTEMA DE TURNITIN

ACTIVIDAD

INFORMACION GENERAL DEL ALUMNO

ALUMNO

M. Sc. Cesar Vallejo

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Química

Turnitin

22%

Integración de los datos 16% >

operaciones unitarias 2% >

operaciones unitarias 1% >

Operaciones unitarias 1% >

Operaciones unitarias 1% >

Operaciones unitarias 1% >


Operaciones unitarias 1% >

Operaciones unitarias 1% >

Operaciones unitarias 1% >

Operaciones unitarias 1% >

Anexo N° 18. Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Elmer Benites Alfaro.....
docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada


" Optimización de la Regulación Hídrica de los canales arroyales del parque "La Arbolada" empleando brochar de residuos de poda - Santa Rosa 2018 "

del (de la) estudiante Daniel Jesus Escalante Abril.....

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha... 15/10/19.....



[Firma]
Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:
Elmer Benites Alfaro.....

DNI: 03863215.....

Anexo N° 19. Autorización de Publicación de Tesis en Repositorio Institucional Ucv

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Daniel Josue Escalante Abril.....

identificado con DNI N.º 73003578..... egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X). No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

"Optimización de la Regulación Hídrica de los suelos arenosos del parque "La Arbolada" empleando biocar de residuos de papa - Santa Rosa 2018....."

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 73003578.....

FECHA: 15 de Octubre..... de 2019..

Anexo N° 20. Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

DANIEL JOSUE ESCALANTE ABRILL

INFORME TÍTULADO:

**“Optimización de la regulación hídrica de los suelos arenosos del
parque “La Arboleda” empleando biochar de residuos de poda - Santa
Rosa 2018”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 15/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 16



[Handwritten signature in blue ink]

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro

NRO...10-19/II