

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA DE
OLIVO PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL
SUELO EN EL FUNDO SAN ANTONIO”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. ANTONIO ANDRES ARENAS GONZALEZ

TACNA - PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA DE
OLIVO PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL
SUELO EN EL FUNDO SAN ANTONIO”**

**Tesis sustentada y aprobada el 29 de marzo de 2021; estando el jurado
calificador integrado por**

Presidente: Mtra. Milagros Herrera Rejas

Secretaria: Msc. Marisol Mendoza Aquino

Vocal: Dr. Richard Sabino Lazo Ramos

Asesor: Ing. Carmen Roman Arce

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Antonio Andres Arenas Gonzalez, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 70818659

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:
“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE PODA DE OLIVO PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN EL FUNDO SAN ANTONIO”, la misma que presento para optar: El Título de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudiera derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente: asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Privada de Tacna

Tacna, Perú – 04 de mayo del 2021

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Antonio Andres Arenas Gonzalez

70818659

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por guiarme en todo mi camino y darme fortaleza para preservar frente a los obstáculos y dificultades.

A mi madre, Gabriela, por su sacrificio al brindarme la mejor educación posible demostrándome su apoyo incondicional, por su paciencia a lo largo de mi vida, por estar siempre a mi lado en los malos y buenos momentos, y por enseñarme a siempre perseverar frente a cualquier adversidad.

Y a todas las personas involucradas que me apoyaron en el proceso y desarrollo de este proyecto académico.

AGRADECIMIENTO

Mi más grande agradecimiento a mi madre, por todo el apoyo constante dado en todo el proceso de realización de este trabajo quien siempre confió en mí.

Al ingeniero Morales, por permitir realizar mi investigación en su fundo y a todas las demás personas que me brindaron su ayuda en algún momento del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 Descripción del problema.....	16
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1. <i>Problema General</i>	17
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	17
1.3 Justificación e importancia de la investigación	17
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	19
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	19
1.5 Hipótesis	19
1.5.1. Hipótesis general.....	19
1.5.2. Hipótesis específicas.....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1 Antecedentes de la investigación	21
2.2 Bases teóricas	23
2.2.1. <i>Concepto de suelo</i>	23
2.2.2. <i>El suelo y la materia orgánica</i>	24
2.2.3. <i>El suelo y la importancia de la materia orgánica</i>	25
2.2.4. <i>Constitución de la materia orgánica en el suelo</i>	29
2.2.5. <i>Fracción orgánica biodegradable</i>	31
2.2.6. <i>La materia orgánica del suelo</i>	37
2.2.7 <i>Marco Legal</i>	38
2.4.7.1 <i>Ley N°28611 Ley general del ambiente</i>	38
2.4.7.2 <i>Ley N.º 284245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental</i>	39
2.4.7.3 <i>Ley N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos</i>	40

2.3	Definición de términos	41
2.3.1	<i>Análisis del suelo</i>	41
2.3.2	<i>Análisis estadístico</i>	41
2.3.3	<i>Diseño experimental</i>	41
2.3.4	<i>Materia orgánica</i>	41
2.3.5	<i>Restos de poda</i>	42
2.3.6	<i>Mulch</i>	42
2.3.7	<i>Ácidos fúlvicos</i>	42
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		43
3,1	Tipo y diseño de la investigación.....	43
3.1.1.	<i>Tipo de estudio</i>	43
3.1.2.	<i>Nivel de investigación</i>	43
3.2	Población y/o muestra de estudio.....	43
3.3	Operacionalización de variables.....	43
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	44
3.4.1.	Etapa de campo	45
3.4.1.1	<i>Preparación de los restos de poda</i>	45
3.4.1.2.	<i>Aplicación de los restos de poda al suelo</i>	45
3.4.1.3.	<i>Toma de muestras para análisis de suelo</i>	45
3.4.2.	Etapa de laboratorio	46
3.4.2.1	<i>Determinación de carbonatos</i>	46
3.4.2.2	<i>Determinación de la capacidad de intercambio Catiónico (CIC)</i>	47
3.4.2.3	<i>Determinación de fósforo disponible</i>	48
3.4.2.4	<i>Determinación de materia orgánica</i>	48
3.4.2.5	<i>Textura de suelo</i> :.....	49
3.4.2.6	<i>Salinidad: Medida de la conductividad eléctrica y pH</i>	50
3.4.2.7	<i>Nitrógeno total</i>	51
3.5	Procesamiento y análisis de datos	52
3.6	Flujograma	53

CAPÍTULO IV: RESULTADOS	54
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	61
5.1. pH	61
5.2. Conductividad eléctrica	61
5.3. Materia orgánica.....	61
5.4. Fósforo y Potasio	62
5.5. Capacidad de intercambio iónico.....	63
5.6. Nitrógeno	63
5.7. Análisis estadístico.....	63
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis característico del suelo de la Yarada	22
Tabla 2 Composición de la materia orgánica en el suelo.	30
Tabla 3 Operacionalización de variables	44
Tabla 4. Valores de pH del suelo antes y después del tratamiento.	54
Tabla 5 Valores de conductividad eléctrica del suelo antes y después del tratamiento.....	55
Tabla 6. Valores de materia orgánica del suelo antes y después del tratamiento. ..	56
Tabla 7 Valores de fósforo del suelo antes y después del tratamiento.....	57
Tabla 8. Valores de potasio del suelo antes y después del tratamiento	58
Tabla 9. Valores de capacidad de intercambio iónico del suelo antes y después del tratamiento.....	59
Tabla 10. Valores de nitrógeno del suelo antes y después del tratamiento.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Componentes de un suelo franco arcilloso en volumen</i>	24
Figura 2 Transformaciones de los componentes orgánicos en el suelo	32
Figura 3 Flujograma.....	53
Figura 4 Valores de pH del suelo antes y después del tratamiento	54
Figura 5. Valores de conductividad eléctrica del suelo antes y después del tratamiento.....	55
Figura 6 Valores de materia orgánica del suelo antes y después del tratamiento. ..	56
Figura 7. Valores de fósforo del suelo antes y después del tratamiento.....	57
Figura 8. Valores de potasio del suelo antes y después del tratamiento.	58
Figura 9. Valores de capacidad de intercambio iónico del suelo antes y después del tratamiento.....	59
Figura 10 Valores de nitrógeno del suelo antes y después del tratamiento.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	71
Anexo 2 Ubicación satelital del fundo San Antonio.	74
Anexo 3 Mapa topográfico.	75
Anexo 4 Recolección de muestras.....	76
Anexo 5 Comparativa de suelo no tratado/tratado	77
Anexo 6 Suelo tratado con mulch.	78
Anexo 7 Muestras finales.....	79
Anexo 8 Resultado de suelo 1-pre tratamiento.	80
Anexo 9 Resultado de suelo 2-pre tratamiento.	81
Anexo 10 Resultado de suelo 3-pre tratamiento.	82
Anexo 11 Resultado de suelo 4-pre tratamiento.	83
Anexo 12 Resultado de suelo 5-pre tratamiento.	84
Anexo 13 Resultado de suelo 1-post tratamiento.....	85
Anexo 14 Resultado de suelo 2-post tratamiento.....	86
Anexo 15 Resultado de suelo 3-post tratamiento.....	87
Anexo 16 Resultado de suelo 4-post tratamiento.....	88
Anexo 17 Resultado de suelo 5-post tratamiento.....	90
Anexo 18 Métodos y Tabla de interpretaciones.	91
Anexo 19 Triangulo de textura del suelo.....	92

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis “Aprovechamiento de los residuos de poda de olivo para la mejora de las propiedades del suelo en el fundo San Antonio”. Se presenta un estudio de dos etapas: La primera etapa consta de un análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo; la segunda etapa posee los mismos criterios que el primero, con la diferencia de que este cuenta con la adición de los restos de poda tratados en el suelo del fundo “San Antonio” ubicado en el distrito de la Yarada-Los Palos en el departamento de Tacna con el fin de mejorar las propiedades del suelo y encontrar una alternativa a la problemática ambiental que genera la quema de estos restos.

Utilizando una metodología analítica, se describió un diagnóstico después de la realización de las técnicas de estudio del suelo que fueron la realización de toma de muestras en zigzag y de forma aleatoria por el campo de cultivo y luego mandarla al laboratorio por un análisis de suelo completo. Estas variables fueron inspeccionadas y observadas en correlación con el olivo con el fin de enriquecer las propiedades físicas y químicas del suelo y a su vez el bienestar general del olivicultor.

En los resultados se evidenció un cambio significativo en los valores de fósforo que pasó de 12ppm a 155ppm y de nitrógeno que valor es de 0.090ppm a 0.520ppm, mientras que en los valores de materia orgánica aumento de 2.5% a un 4%. la salinidad se redujo de 1.570 a 1.010 mS/cm y en el potasio hubo un cambio ligero de 440ppm a 467.500ppm y la textura tipo franco arcilloso arenoso paso a franco arenoso

La conclusión de la presente investigación es que hubo un cambio significativo en los macronutrientes como el fosforo y potasio. Un aumento en el porcentaje de la materia orgánica y un cambio ligero pero positivo potasio, pH, intercambio iónico y conductividad eléctrica.

Palabras clave: Poda, Olivo, Biorremediación, Mulch

ABSTRACT

In the present thesis work "Use of olive tree pruning residues for the improvement of soil properties in the San Antonio farm". A two-stage study is presented: The first stage consists of an analysis of the physical and chemical properties of the soil; The second stage has the same criteria as the first, with the difference that it includes the addition of pruning remains treated on the soil of the "San Antonio" farm located in the Yarada-Los Palos district in the department of Tacna in order to improve the properties of the soil and find an alternative to the environmental problems generated by the burning of these remains.

Using an analytical methodology, a diagnosis is described after the realization of the soil study techniques that were the realization of zigzag samples and randomly through the cultivation field and then send it to the laboratory for a complete soil analysis. These variables were inspected and observed in correlation with the olive tree in order to enrich the physical and chemical properties of the soil and once again the general well-being of the olive grower.

The results showed a significant change in the phosphorus values that went from 12ppm to 155ppm and of nitrogen, which value is from 0.090ppm to 0.520ppm, while organic matter values increased from 2.5% to 4%, salinity was reduced from 1,570 to 1,010 mS/cm and in potassium there was a slight change from 440ppm to 467,500ppm and the sandy clay loam type texture turned into a sandy loam

The conclusion of the present investigation is that there was a significant change in macronutrients such as phosphorus and potassium. An increase in the percentage of organic matter and a slight but positive change in potassium, pH, ion exchange and electrical conductivity.

Keywords: Pruning, Olive, Bioremediation, Mulch.

INTRODUCCIÓN

España hoy por hoy es la primera potencia mundial en temas de producción de olivo con una superficie dedicada que ronda los 2,5 millones de hectáreas. El resto es producido por otros países europeos, algunos del norte africano, unos pocos del medio oriente y finalmente se encuentra Australia y Sudamérica donde el Perú se encuentra. (Chocano Y Veliz, 2019)

La industria olivícola no deja de crecer en el Perú y sobre todo en Tacna que es el mayor productor de aceitunas del país con el 78 % (MINCETUR, 2019) con cientos de hectáreas ocupadas tanto formal como informalmente, principalmente en los asentamientos de la Yarada.

Estos restos de poda que son de composición orgánica que podrían ser utilizados para los mismos fines del olivicultor y para beneficio de los cultivos se suelen incinerarse generando una problemática ambiental, cuando podrían generar un suelo mucho más fértil convirtiéndose en una capa de materia orgánica suelta, cumpliendo con la función de protección del suelo que rodea los cultivos, esta técnica se le denomina mulch.

La observación y análisis de los estados de fertilidad de los relieves poseen una alta relevancia en el esquema de producción agrícola, por ello los resultados están directamente relacionados con la suficiencia que otorga el factor suelo para proveer al cultivo de los nutrientes que son necesarios para su idóneo desarrollo. El estudio químico permite observar los nutrientes disponibles y es un método de los más eficientes y sencillos que puede ejecutar un ingeniero ambiental, al instante de obtener un análisis confiable del estado de poda del olivo en la utilización de biorremediación.

A través de estos procesos antes mencionados se pueden enumerar los beneficios de nutrición a base de los restos de poda de olivo en un espacio determinado, y ya que posee una base de información significativa se debe considerar al momento de planear un manejo nutricional de los suelos de cultivo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Tacna tiene una participación importante en la producción nacional contando con 7 empresas formales y afiliadas a ProOlive y son las principales productoras de aceituna a lo cual también son generadores de residuos hablando específicamente del caso del fundo San Antonio, estos producen aproximadamente unas 4.000 toneladas de resto de poda.

Actualmente las generaciones de los restos de poda de olivo son sometidas a un proceso de incineración. Esto es debido al alto consumo y a las oportunidades de exportación del olivo, por lo que se ha visualizado un aumento exponencial en su producción, principalmente en la zona de La Yarada contando con aproximadamente 23 000 hectáreas de olivo al menos ocupadas de manera formal

La combustión de los restos de poda aumenta la emanación del dióxido de carbono (CO₂), incinerando las semillas de los cultivos y los nutrientes, se empobrece el suelo produciendo elementos cancerígenos como benzopirenos y el incremento en la erosión, desertificación, y reducción en la retención del agua lo cual magnifica las posibilidades de un incendio forestal. (Mijas, 2019)

Muchas de estas quemadas se producen por la negligencia de quienes trabajan la tierra por una falta de información o una creencia errónea que la quema de estos restos de cosecha beneficia a la tierra de labor, lo cual es totalmente erróneo

El surgimiento de nuevos modelos para la agricultura depende de innovaciones biológicas que permitan la mejora de la productividad y no necesariamente ligada al incremento de otros insumos.

Los restos de poda tratados puede utilizarse como biomasa o un acolchado que aumentaría la fertilidad del suelo. La utilización de la fertilización orgánica, en el cultivo del olivo, tiene gran importancia para obtener rendimientos satisfactorios en beneficio de los agricultores y se comercializará en los mercados productos más apetecibles y saludables para el consumidor, lo que contribuye a una mayor seguridad alimenticia.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida el aprovechamiento de los residuos de poda tratados permite la mejora de las propiedades físicas y química del suelo en el fundo San Antonio?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cómo es la composición física y química del suelo antes y después de la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio?

¿Existe una diferencia significativa en el suelo después de la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio?

¿Cómo mejora las propiedades del suelo con la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

A lo largo de los años en el campo de la agricultura siempre se ha buscado por nuevas formas de incrementar la calidad fértil de los suelos y al mismo tiempo tener un campo con las mejores características para el crecimiento de los cultivos. Una de las prácticas más comunes es la de recortar periódicamente la planta con el fin de evitar plagas o un crecimiento incorrecto como ocupar el lugar de otro cultivo lo que produciría un déficit en la producción final.

En este proyecto lo que se busca es hallar una forma económica y ecológica de no solo mejorar las propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo si no de evitar la problemática ambiental generada por la quema de estos restos de poda y la utilización de herbicidas como el glifosato que es el herbicida más comúnmente utilizado. Por palabras del mismo jefe de campo del fundo se aproxima una reducción del 70 al 80 % al utilizar estos restos de poda como mulch.

Una de las técnicas más positivas ambiental y económicamente es el reciclaje de la poda como abono natural para la tierra y un recurso para la industria. Que

llevaría a la disminución de las dosis de agrotóxicos que se derraman anualmente a la zona destinada al cultivo, y posteriormente van a parar a las aguas subterráneas.

En Tacna, habitan 7 empresas formales y afiliadas a ProOlivo (organización privada sin fines de lucro que facilita y promueve el sector olivícola peruano) que se dedican al procesamiento de aceituna para la obtención de aceite de oliva; existen más empresas dedicadas a este rubro, pero no se encuentran asociadas a ProOlivo o, en su defecto, son informales. Esta situación dificulta la obtención de una cifra exacta de productores de aceite de olivo o el volumen total que aporta la región al mercado local. Sin embargo, si sólo se considera a estas 7 empresas y contemplando que una empresa grande genera 4000 toneladas de alperujo en una campaña (Monetta, 2015), cuando mínimo se generarían 28 000 toneladas de alperujo al año en esta región.

Justificación ambiental

La generación de estos residuos sólidos y su posterior quema produce gases como monóxido y dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, óxidos de azufre y dioxina. A través de esta investigación se busca dar una opción para este residuo que en este caso son los restos de poda que pueden ser reutilizados apoyando económicamente al agricultor y mitigando los efectos de contaminación en el ambiente.

Justificación social

La quema también produce hollín y partículas, de efectos negativos para la salud, sobre todo en el sistema respiratorio y cardiovascular.

Lo principal es tener al olivicultor sensibilizado en optar por el uso de agricultura ecológica y amigable con el medio ambiente

Justificación económica

Para el enfoque social, reaprovechar los residuos sólidos orgánicos no solo es contribuir con el cuidado del medio ambiente, también es darle un valor agregado e introducir un subproducto al mercado mediante el cual se puede obtener ingresos para sostener la actividad agrícola y disminuir el costo ya que se puede vender lo obtenido no solo localmente si no a mayor escala, se genera una empresa autosustentable.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el aprovechamiento de las mejoras en las propiedades físicas y química del suelo con la adición de restos de poda tratados en el fundo San Antonio

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la composición física y química del suelo antes y después de la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio

Demostrar que sí hay una diferencia sustancial en las propiedades físicas y químicas del suelo después de la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio

Determinar la textura del suelo después de la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio

1.5 Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La adición de los restos de poda tratados en el suelo mejora las propiedades físicas y químicas del suelo en el fundo San Antonio

1.5.2. Hipótesis específicas

La composición del suelo mejora, después de la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio

Existe una diferencia sustancial en las propiedades físicas y químicas del suelo después de la adición de los restos de poda tratados en el fundo San Antonio

Los restos de poda tratados ocasionan un cambio en la textura del suelo en el fundo San Antonio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Nivel internacional:

En el estudio denominado “Residuos de poda compostados y sin compostar: uso potencial como enmienda orgánica en suelo”, se definió que la capacidad de nitrógeno total y de materia orgánica aumentan cuando se emplea un compost en fase madura. (Arriago, Paz, Palma, Benito, y Tortarolo, 2005)

En otra investigación denominada “Secuestro de carbono en olivares andaluces mediante restos de poda”, donde se buscó evaluar la cantidad de carbono que puede ser almacenado en los suelos con el fin de conocer su potencialidad en cuanto a la retirada de CO₂ de la atmósfera, se demostró la incorporación al suelo del carbono contenido en las ramas podadas de los olivos, el cual produce un efecto sumidero del CO₂ atmosférico. (Pérez Y García, 2018)

En el trabajo denominado “producción de plantas de coral (*salvia splendens* L.) En sustratos realizados a base de compost de restos de poda y suelo con diferentes dosis de fertilización”, se demostró que el sustrato elaborado con compost de restos de poda podría reducir un 50 % el uso de suelo o turba. (Barbaro, Morisigue, Karlaniam, Y Buyatti, 2009)

En el estudio denominado “Uso de compost de poda como sustrato único en sistemas de cultivo de plantas ornamentales” se encontró que el compost producido a partir de restos de poda mostró mayor capacidad de retención hídrica. (Vanier, Miguez, Pierini, Y Avedissian, 2011)

Por otro lado, en el estudio “Reciclaje de residuos de la producción de guacamole mediante compostaje” se reportó que los compost obtenidos de residuo de guacamole, en las diferentes mezclas con restos de poda y gallinaza, presentaron, en general, un nivel de calidad medio-alto, con un elevado grado de madurez y ausencia de fitotoxicidad (González-Fernández, et al., 2013)

En el estudio “Sustrato inmaduro en suelo y combustión de biomasa leñosa, a partir del aprovechamiento de residuos de corte de césped y poda de árboles”, demostró que el uso de hojarasca como sustrato para el suelo, se convierte en una posibilidad para ser implementada en suelos degradados y con deficiencia de

material orgánico para su posterior recuperación, por presentar elevadas concentraciones de nutrientes. (Cardona y Laura, 2016)

Asimismo, en la investigación titulada “Utilización de los residuos sólidos en la elaboración de compostaje para el mejoramiento del suelo” se concluye con una propuesta para la utilización de los residuos, entre los que se encuentran los restos de podas, visto que es una alternativa amigable con el ambiente. (Sandra, Chacón, Y Pastas, 2016)

En el estudio “Efecto de la aplicación continuada de restos de cultivo en las propiedades físico-químicas del suelo en una finca de olivar situada en el T.M. de ibros (Jaen)” concluye que la integración seguida de los restos de poda y hojas en el olivar ha ayudado enormemente a las características físico-químicas del suelo. (Reyes F. , 2011)

Tomando en cuenta el manual de fertilidad y evaluación de suelos de la edición 2012 que permitió no solo conocer los parámetros de fertilidad si no también las técnicas agrarias necesarias para la realización de este trabajo. (Quiroga y Bono 2012)

Tabla 1

Análisis característico del suelo de la Yarada

Análisis físicos	Resultados
Arena	86,00 %
Arcilla	2,000 %
Limo	12,00 %
Clase textural	Franco arenoso
Análisis químico	Resultados
CO ₃ Ca	0,00
pH	6,38
Materia orgánica	0,289 mmhos/cm
Nitrógeno	0,93 %
Fósforo	15,90 ppm
Potasio	465,07 ppm

Nota: Fuente el laboratorio de Instituto de Investigación Agraria INIA (2011)

2.2 Bases teóricas

2.2.1. *Concepto de suelo*

La corteza terrestre es llamado suelo, que contiene materia orgánica, el suelo está constituido por el propio suelo y las rocas, la diferencia sustancial entre la roca y el suelo es la presencia del material orgánico presente del suelo. Este es el que mantiene con vida a los microorganismos. El microbiota en especial la microbiología es muy complicada de distinguir a simple vista, como también la emisión de CO₂ en su respiración, es por eso que la manera más sencilla de identificar cuál es el suelo y cuál es roca solamente es la presencia de materia orgánica. La presencia en porcentaje de materia orgánica proporciona cierto color a los suelos mientras más oscuro es más materia orgánica tendrá, en ciertos casos se torna a un color negro evidenciando un alto contenido de esta. Este color negro indica que el suelo y un "Mollisuelo" o un Mollisol es abundante en las sustancias húmicas.

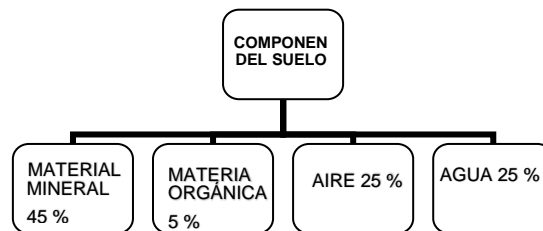
En un corte vertical se pueden ver capas denominadas horizontes. Generalmente, el material orgánico del suelo se concentra en el horizonte superior, salvo en regiones frías, este horizonte es llamando también horizonte A o epipedón y después le siguen otras capas de diversos colores, pero mucho más claros. Estos horizontes son llamados B y C el último es la transición a roca. Solamente el horizonte A es el más rico en materia orgánica. (Buckman, 1991)

La calidad de un suelo se puede ser indicado por la cantidad de materia orgánica en él, cumpliendo funciones agrícolas como funciones ambientales dentro de las cuales está la captura de carbono y la calidad del aire. Es decir que la actividad biológica de un suelo está en la cantidad de materia orgánica, la actividad microbiológica diversa se basa directamente en el porcentaje de la materia orgánica, esta simbiosis entre materia orgánica y actividad microbiológica alteran e influyen en la propiedades fisicoquímicas del suelo, también la materia orgánica le da una estabilidad a la estructura del suelo, por lo cual incrementa en la tasa de infiltración captando más húmedas en él, como también disminuyendo los procesos de erosión hídricos y eólicos. La materia orgánica dinamiza la biodisponibilidad de los nutrientes para las plantas. (Buckman, 1991)

Los suelos están compuestos por cuatro grandes componentes (Figura 1) y cada uno de ellos es importante para el crecimiento vegetal, los cuales según (Buckman, 1991) son: agua, aire, materia mineral y materia orgánica.

Figura 1

Componentes de un suelo franco arcilloso en volumen



Nota: Fuente: (Buckman, 1991)

Los componentes biológicos, químicos y físicos están relacionados directamente (Okalebo, y otros, 2006), e influenciados por la materia orgánica del suelo quien los sostiene. Los funcionamientos de los ecosistemas están ligados a desempeños biológicos y estos procesos cumplen un papel fundamental en la estructura del suelo. Estas actividades intervienen y condicionan el comportamiento del crecimiento de las plantas y la multiplicación de microorganismos, tales hechos condicionan en el movimiento y almacenamiento del agua, los intercambios catiónicos constituyendo una fuente nutricional, entre varios aspectos. (Porta, López-Acevedo, & Raquero, 1994)

2.2.2. El suelo y la materia orgánica

A la materia orgánica del suelo se le atribuye un color oscuro característico que se van a posicionar en el seno del propio suelo y que está asociada a la materia inorgánica (matriz) no reconocible sea vegetal o animal. Es por ello que queda excluido los residuos orgánicos que se encuentran encima del suelo y que son denominados mantillos, hojarasca o si se produce de cosechas o rastrojo (en tal caso por lo general se denominan residuos orgánicos).

Para demostrar que un suelo es rico en materia orgánica estos deben ser integrantes en el seno del propio suelo, la presencia de un arado integra poco a poco el material orgánico esto está bajo criterios de la naturaleza de los residuos orgánicos, de sus características del suelo y, principalmente de las condiciones ambientales; humedad y temperatura que en gran parte favorecen a la incorporación de la materia orgánica al seno del suelo (matriz edáfica) y su pronta transformación en materia orgánica del suelo. (Alberto, Liliana, Raul, & Segundo, 2006)

2.2.3. El suelo y la importancia de la materia orgánica

Hablando del historial de la materia orgánica del suelo como uno de los factores más importantes en la agricultura se pensó que estos eran una de las bases nutricionales de los vegetales. Luego de un estudio de Liebig quien demostró que no son los únicos ya que los materiales inorgánicos que son absorbidos por soluciones a partir de suelo, también son necesarios para el desarrollo de las plantas, a la escasez de dichas sustancias tendrían que aplicarse fertilizantes para satisfacer las demandas nutricionales de los vegetales.

De tal manera que la reconsideración del concepto de materia orgánica del suelo frente a lo demostrado abre nuevas formas de pensar en la intervención de la nutrición vegetal en forma directa. Pero sí se establece como un componente esencial en la configuración de los suelos (edafogénesis o pedogénesis), aportando un fuerte peso en las propiedades físicas, fisicoquímicas y bioquímicas edáficas y, conllevando a un mejor grado de fertilidad. (Navarro, Moral, Gómez, & Mataix, 1995)

En consecuencia, es fundamental por las siguientes razones según Navarro et al. (1995)

- a) Fuente de energía. Es capaz de capturar y almacenar temporalmente calor del Sol. El equilibrio biológico de la materia orgánica del suelo, rescatando que la atmosfera terrestre es en un medio oxidante, todos estos procesos son liberados a partir del almacenamiento de energía en la descomposición que es lenta, a estos procesos se les denomina mineralización (proceso en el cual la materia orgánica se descompone

liberando C en forma de CO_2). Teóricamente, la materia orgánica del suelo es inestable (por estar en un medio oxidante y ser una sustancia reductora) la estabilidad temporal de su estructura le permite un balance a escala geológica (altamente superior a la del ser humano) adeudado a que su proceso de mineralización es lento.

- b) Aumento de la asimilación de la luz solar. La tinción del suelo a consecuencia de la materia orgánica, favorece en la absorción de luz y radiación de los rayos solares en intensidad mucho mayor que suelos con poca tinción, esto favorece a que exista un bajo nivel de reflexión solar (albedo) y un sobre calentamiento edáfico. Estas condiciones favorecen a la actividad microbiana en procesos donde existen heladas (altamente dependiente de las temperaturas edáficas).
- c) Reserva de nutrientes. Los bioelementos y/o nutrientes que necesitan los vegetales para su absorción son almacenados en la materia orgánica que se mantienen englobados en su estructura. Los suelos desde su punto de vista en la materia orgánica pueden ser:
- Un almacén tosco en nutrientes que pueden ser otorgados lentamente a los procesos de mineralización, a su vez que se desprende energía de CO_2 que conllevan a transformaciones bioquímicas. Para tal caso, en la práctica la materia orgánica se comporta como un almacén de nutrientes.
 - Un almacenador temporal de bioelementos, que pueden procesarse relativamente rápido. Que introducen procesos fisicoquímicos, que se comportan en la práctica como fuentes de flujos.
- d) Suministro de nutrientes. La alimentación directa de la fuente de flujos de una planta no sólo se basa en la materia orgánica, pero al contener bioelementos que son almacenados en ella, son liberados rápidamente por cesión, por medio del intercambio iónico, como lentamente al ritmo de la descomposición o mineralización. Por esta razón puede tomar un mayor tiempo, como efecto de su propia mineralización, como se ve en el caso del nitrógeno (N), fósforo (P) o azufre (S), como el proceso relativamente rápido por intercambio iónico, en los casos de elementos catiónicos calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^+), sodio (Na^+) o los llamados micronutrientes hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), cobre (Cu^{2+}), cinc (Zn^{2+}), etc.

- e) Actividad biológica. Las actividades microbianas son favorecidas por la cantidad abundante de energía y nutrientes que aumenta en estos procesos. En conclusión, la actividad microbiana está basada en la cantidad de materia orgánica del suelo. Para lo cual, esta gran diversidad microbiana aumenta la competencia de depredadores incrementando su biodiversidad.
- f) Cementación de partículas y mejoramiento de la estructura. Las propiedades de la materia orgánica del suelo en su mayor dimensión sean formaciones estructurales. La cimentación del suelo directa o indirectamente se basa en la materia orgánica que acopla a la materia inorgánica con tal. Formando agregados. Como resultado los suelos con abundancia de microorganismos conllevan a tener una estructura estable, de abundante porosidad y alta permeabilidad, aumentando positivamente al rendimiento de los cultivos y a la poca erosión del terreno.
- g) Retención de humedad. Una de las propiedades de la materia orgánica del suelo es la hidrófila, donde la capacidad de absorber y retener agua es muy alta, sin embargo, algunas fracciones pueden ser hidrófobas no alteran este proceso de retención que lo realiza en los microporos. La retención del agua en estos microporos los realiza por capilaridad, ayudando a que la difusión del agua sea aun así en forma ascendente.
- h) Alteración de las rocas. El carácter ácido de la materia orgánica suelta cationes de hidrogeno (H^+) que son capaces de hidrolizar materiales como minerales que se conforman de las rocas que están previas en el suelo. Estas alteraciones en la descomposición de las rocas benefician en la liberación de bioelementos, los cuales fortifican y enriquecen el suelo, en casos donde la materia orgánica es suficiente para poder retenerlos.
- i) Aumento de la capacidad de intercambio catiónico. Las estructuras de la materia orgánica al ser una estructura muy pequeña tienen una gran superficie y esta es muy específica con una alta capacidad de retención con carga positiva. Con esto su capacidad de retención es de un tipo reversible, con esto un suelo con abundante materia orgánica del suelo generaría valores altos de CIC.
- j) Disminución de la toxicidad. La inactivación de las sustancias tóxicas de moléculas orgánicas como de metales pesados es una de las propiedades fundamentales de la materia orgánica.

- k) Su alta capacidad de CIC y la actividad promovida por la materia orgánica del suelo proporciona capacidades de resistir a modificaciones en la estabilidad del sistema. Por lo cual, los pequeños y grandes cambios que podrían emerger se restablecen en el equilibrio inicial. Este carácter amortiguador actúa con un concepto contrario al de la fragilidad, denominado resistencia. Los suelos frágiles presentan poco porcentaje de materia orgánica de suelo, en cambio los suelos con alto contenido de materia orgánica del suelo resisten a cambios por su poder amortiguador, estos amortiguadores pueden ser de dos tipos, uno fisicoquímico que deriva del CIC y la otra bioquímica, la cual está regida por la gran actividad microbiológica actuando en diferentes niveles.
- l) Los enfoques agronómicos positivos se basan en que la materia orgánica de los suelos poseen un 45 - 50 % del contenido de carbono que está bioestable en esta materia, la visión del medio ambiente actual recobra mucha importancia por motivos que la bioestabilidad del carbono capturado en la materia orgánica, el cual es retenido y no expuesto a la atmósfera, que causa un deterioro del medio ambiente por las actividades humanas, a su vez la capacidad de los microorganismos en el manejo de estas sustancias crean un impacto positivo al reducir el incremento del CO₂ en la atmósfera y así equilibrar el cambio climático
- m) La gran importancia de la materia orgánica del suelo favorece a acciones secundarias, como efectos positivos en el balance hídrico, nutricional en los vegetales y control de la erosión.

Según (Mustin, 1987), los suelos para cultivo agrícola deben presentar un 5 % de materia orgánica del suelo. En los suelos de secano la materia orgánica del suelo fluctúa entre 1 - 2 % a comparación de los de regadío que están en un 2 - 4 %. En los terrenos áridos y semiáridos el porcentaje de materia orgánica del suelo no supera el 2 % por sus condiciones edafoclimáticas.

Una de las características del suelo es filtrar y retener la materia orgánica que está formada principalmente por carbono, esta a su vez se convierte en un almacén natural o artificial de carbono que absorbe el CO₂ contribuyendo a eliminar o reducir en dióxido de carbono del medio ambiente (aire).

La retención de los hidratos de carbono en suelos de cultivo se enfrenta a los procesos de desertificación, así el incremento de la materia orgánica le da un equilibrio de la estructura, resistencia a la erosión eólica e hídrica y a la capacidad de almacenar el agua, como también la presencia de partículas de tejidos vegetales y animales muertos y la cobertura del suelo por las mismas plantas previniendo la erosión e incrementando el almacenamiento y conservación del agua. Otra propiedad de la materia orgánica es aumentar la calidad del suelo que le ofrece una función protectora al retener varios contaminantes orgánicos (pesticidas), metales pesados (Aluminio) disminuyendo su toxicidad. (Agnaldo R. M. Chaves, Angela Ten-Caten, Hugo A. Pinheiro, Aristides Ribeiro & Fábio M. DaMatta, 2008)

El constante rose entre el carbono orgánico terrestre y la atmósfera, son positivos y cruciales por la captura de ellos como también negativos como la emisión de CO₂. Las evoluciones de la materia orgánica engloban a la vegetación ingreso de residuos, composición de las plantas condiciones de humedad y temperatura como factores climáticos, como también de propiedades del suelo, textura, acidez mineralogía y porcentaje de arcilla. Otros bioelementos que se enlazan a la fertilidad de un suelo (N, P, o S) favorecerán a la producción de plantas. El porcentaje de mineralización de la materia orgánica del suelo es dependiente de la temperatura, la disposición de aire (oxígeno), frecuencia de uso del terreno y el manejo de los cultivos y el suelo. El suelo expuesto a prácticas constantes alcanzará un equilibrio entre la materia orgánica del suelo después de 30 a 50 años. (Labrador-Moreno, 1996)

2.2.4. Constitución de la materia orgánica en el suelo

La mezcla heterogénea entre la materia orgánica y componentes orgánicos del suelo es muy compleja, ya sea de forma natural o por la intromisión humana, incorporándolos.

Estos materiales incluyen:

Tabla 2

Composición de la materia orgánica en el suelo.

Materia orgánica no humificada	Biomasa vegetal animal y senescente.
	Biomasa microbiana.
Humus	Sustancias no húmicas.
	Sustancias húmicas.

Fuente: Principios de la química agrícola con especial referencia a las últimas investigaciones realizadas en Inglaterra 2012.

La biomasa vegetal y animal está conformada por los restos vegetales y animales en diversos estados de descomposición.

De la misma forma la biomasa microbiana está constituida por los propios microorganismos y micro faunas del suelo siendo de un volumen por debajo de 5×10^{-3} . Esta biomasa microbiana juega un papel preponderante pues presenta la capacidad de transformar e interrelacionar los procesos de la materia orgánica. (Liebig, 2012)

La palabra humus de origen latín que significa tierra, este humus es una combinación de sustancias orgánicas que por procesos de humificación (descomposición, degradación y síntesis) se convierte en la fase sólida del suelo, y que está compuesta de mezclas de materia orgánica: las no húmicas (que son compuestos de estructura molecular definida) y las húmicas (que están compuestas por una estructura molecular no definida)

Las características de las sustancias no húmicas son identificables como glúcidos, proteínas, grasas, amino ácidos, ceras y ácidos orgánicos que contiene un peso molecular muy bajo. En su mayoría estos compuestos son biodegradables con un tiempo de vida muy corto en presencia de los suelos ya que constituyen sustratos de los microorganismos. Aquí también le corresponde los organismos vivos del suelo (microflora y micro y mesofauna (Porta, López-Acevedo, & Raquero, 1994)

Por el contrario, las características de las sustancias húmicas suelen no presentar especificaciones físicas y químicas. Eventualmente son de color oscuro con carga negativa y acidas. Dentro de su composición suelen presentar compuestos aromáticos, son hidrófilas, son muy complejas y de peso molecular muy alto. Y son bioelementos en algunos casos oxidados (PORTA & LÓPEZ-ACEBEDO, 1994)

2.2.5. Fracción orgánica biodegradable

Los residuos vegetales y animales son los que constituyen una fracción. Como también se debe incluir a las sustancias orgánicas producidas por los microorganismos, como amino acáridos, fitorreguladores, vitaminas y antibióticos, entre otros que producen la putrefacción de los residuos animales y vegetales y la biomasa microbiana, como también de compuestos orgánicos derivados de rizodeposición, como exudados, lisados, secreciones, etc.

Las proteínas, oligopéptidos, ácidos nucleicos, polipéptidos y aminoácidos son la base de los compuestos nitrogenados. Dichos compuestos en casi su totalidad y en condiciones favorables son velozmente mineralizados, pero existen algunos de ellos como los aminoácidos y péptidos que son mineralizados, pero ofrecen cierto criterio de degradación por que se encuentran en espacios interlaminares o unidos a la superficie de la arcilla. (Labrador-Moreno, 1996)

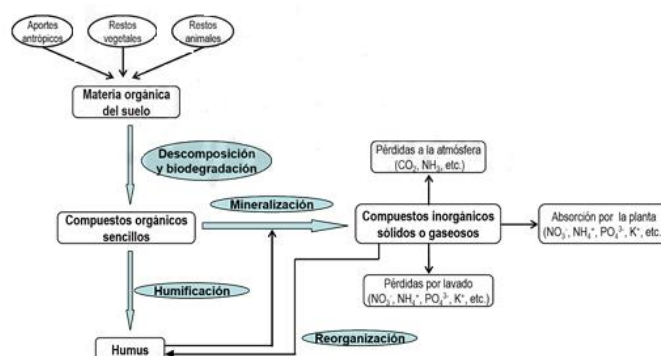
La biodegradación de las fracciones y la descomposición de la materia orgánica se realiza de una forma diferente dependiendo de condiciones químicas como físicas del suelo. Estos variarán dependiendo de la actividad microbiana, pH, potencial Redox, etc. del suelo. Los bioelementos que están en la fracción son compuestos nutritivos para la planta como el N, P, K y S entre otros, como también es fuente de CO₂ para la atmosfera del suelo que a su vez participará en procesos químico – físicos del suelo. Como la degradación, los ciclos biogeoquímicos de algunos elementos, disolución de minerales y las formaciones estables de las estructuras, como también de algunas sustancias bioactivas para los vegetales y microorganismos edáficos. (Labrador Moreno, 1996)

La Figura 2 presenta el esquema de los procesos que siguen los compuestos orgánicos, desde el inicio de la agregación de ellos al suelo y la simbiosis que se dan entre ellos. Al inicio la “materia orgánica fresca” (restos de vegetales y animales) sufren procesos de descomposición y biodegradación, resultados compuestos orgánicos muy simples y solubles como las proteínas, ácidos orgánicos, hidratos de carbono, etc. Es aquí cuando la acción microbiana interviene facilitando un proceso de mineralización que consiste en la transformación de compuestos orgánicos simples a compuestos inorgánicos, bien solubles (NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , etc.) o bien gaseosos (CO_2 , NH_4^+ , etc.), estos productos inorgánicos solubles obtenidos de la mineralización son aprovechados por las plantas como nutrientes, también pueden perderse por acción de lavado o pueden reorganizarse, inmovilizándose temporalmente en la biomasa microbiana.

Por procesos de humificación la materia orgánica no mineralizada es sometida a transformaciones que aumentan su resistencia a la biodegradación. Esta humificación puede tener procesos de condensación, polimineralización, reacciones químicas de oxidación, procesos biológicos de síntesis microbiana y catabolismo, como resultado de estos se generan macromoléculas más o menos policondensadas y que no se forman en las células vivas, y que tipifican al suelo llamándolos sustancias húmicas. Se presenta dos tipos de humificación, una directa a partir de compuestos orgánicos sencillos a sustancia húmicas y el otro es una humificación lenta a partir de la biomasa microbiana a sustancias húmicas. (Labrador-Moreno, 1996)

Figura 2

Transformaciones de los componentes orgánicos en



Nota: Fuente-La materia orgánica en los agrosistemas.

La actividad microbiana dará el equilibrio y la velocidad en los procesos de transformación de la materia orgánica del suelo, pero tendrán factores externos a tomar en cuenta como son el clima, el suelo, la intervención humana, etc., como también de factores internos como la misma materia orgánica. (Labrador-Moreno, 1996). Entre ellos, se debe destacar:

- a) Naturaleza de los residuos orgánicos. La estructura de los restos animales y vegetales, así como los restos añadidos por la intervención del humano es muy variada, lo que determinará la frecuencia de velocidad en la transformación, esta transformación puede ser positiva o negativa sobre la actividad microbiana que es la responsable de la variación de algunos compuestos como el nitrógeno, compuestos hidrosolubles y otros portadores energéticos, ejercen una acción positiva en la transformación de materia orgánica. Por el contrario, los fitotóxicos como lípidos, ceras, resinas y polifenoles detiene los procesos y los vuelven mucho más lentos en la biodegradación.
- b) Temperatura. Uno de los factores en la proliferación microbiana es la temperatura esta a su vez convierte la actividad microbiana en una ultra actividad mejorando y aumentando la transformación, las bacterias tiene una temperatura ideal de 30 a 50 °C mientras que los hongos alcanzan su desarrollo ideal entre los 20 – 25 °C.
- c) Humedad. Una de las condiciones desfavorables para el desarrollo microbiano es la excesiva cantidad de humedad. Tal es así que en lugares con climas húmedos se acumulan mayor cantidad de materia orgánica a diferencia de las regiones áridas. Es así que la multiplicación de la vida microbiana requiere agua, lo absorbe de residuos de tallo, hojas, estiércol fresco, etc., o directamente del suelo. La dinámica correcta se establece en un 60 % de humedad equivalente.
- d) Aireación. Casi en su mayoría de microorganismos son aerobios por lo cual necesitan condiciones de aireación en el suelo (laboreo, drenaje, etc.) los cuales estimularán la actividad de transformación desde los restos vegetales y animales a compuestos mucho más complejos. En condiciones poco aireadas con saturaciones de agua degradación de la estructura, etc. Su transformación y mineralización es mucho más lenta.

- e) Contenido en nitrógeno. Los microorganismos metabolizan los almacenes ricos en nitrógeno en un tiempo mucho más rápido que cuando encuentran resto de ella. Esto resulta contradictorio ya que cuando los residuos son pobres en nitrógeno la actividad microbiana busca en los suelos dejando sin este bioelemento a la planta (Periodo de depresión de nitratos).
- f) Acidez del suelo. Otro de los factores de desarrollo microbiano es la cantidad en su pH los suelos que se encuentra acidificados no favorecen a estos microorganismos que ya ellos actúan en pH que oscilan entre 6 y 7,2. Pero la materia orgánica mejora en condiciones humificada siempre y cuando sea un factor limitante en la actividad microbiana.
- g) Acción humana. Las acciones humanas en la rotación de sistemas de cultivo en el uso agrícola mejora considerablemente en la variación de humus formado. En general, todos los eventos provocados por una acción del humano como la preparación y puesta de cultivo del suelo, pueden alterar la disminución de materia orgánica total, en calidad como en cantidad.
- h) Características minerales del suelo. La relación del humus en un suelo está relacionada con el contenido de coloides minerales y la capacidad de adsorción. Como ejemplo los suelos arenosos con restos orgánicos se descomponen mucho más rápidos. Pero su movilidad de los nutrientes es mayor a lo largo del perfil.

La necesidad de una innovadora agricultura, cuidando del ambiente y conectada con la búsqueda de una producción de alimentos más sanos y orientados a la exportación, ha venido ganando importancia en la agricultura mundial durante las últimas tres décadas. Esta nueva forma de agricultura es conocida como agricultura ecológica. (Orozco, 2006, pág. 9)

Los productores olivareros de Tacna tienen el problema que vienen practicando una agricultura convencional, con el uso de tecnologías de agroquímicos costosos y degradantes del ambiente. Se desconocen las circunstancias que imposibilitan a los productores, tomar la alternativa del uso de tecnologías orgánicas que conserven el ambiente, que les permitiría acceder a mercados internacionales promisorios de alimentos orgánicos. (Bailón, 2013, pág. 22)

La eco-eficiencia se define mediante la ratio “valor económico/impactos ambientales”. En los últimos años se han publicado estudios que destacan el impacto ambiental de los procesos productivos agrarios y la existencia de diversas opciones para reducir estos mismos impactos (Javier Ribal, 2009, págs. 125-148)

Las dehesas sufren un problema generalizado de falta de regeneración natural, habiéndose ensayado hasta ahora métodos de coste elevado difícilmente asumibles por los gestores privados. Por otra parte, las operaciones de poda en estas explotaciones dan lugar a gran cantidad de restos finos (taramas) que a menudo se someten a quemas con coste económico y ambiental. (PULIDO, 2013, págs. 1-13)

Vivimos dentro de sistemas socioeconómicos humanos demasiado grandes en relación con la biosfera que los contiene, por una parte; y sistemas mal adaptados, sistemas humanos que encajan mal en los ecosistemas naturales. El problema de escala reclama un movimiento de autolimitación por parte de las sociedades humanas, que se podría concebir (en términos de economía política) bajo la idea de gestión global de la demanda (Riechmann, 2005, págs. 95-118)

La agricultura orgánica, biológica o ecológica es un sistema de producción basada en la eco-eficiencia de los recursos naturales sin emplear productos químicos, este procedimiento tiene la idea de cumplir con 3 objetivos primordiales que son la obtención de alimentos más saludables, un ingreso mayor para los agricultores y la protección del ambiente a través de técnicas no contaminantes. (Rindermann, 2007, pág. 13)

Una primera mirada al suelo muestra una homogeneidad relativa, sin embargo, existe una comunidad subterránea con cadenas tróficas complejas y diversas. Las raíces son una fuente de complejos recursos que varían química y morfológicamente, en interacción con la microflora y fauna del suelo encargados de la descomposición y mineralización de la materia orgánica. El estudio de los microorganismos en el suelo es un reto, pues son variadas las técnicas y metodologías que se requieren para ello. Este documento presenta una revisión de la fracción orgánica del suelo, su rol y experiencias de la incorporación de materia orgánica al suelo. (Alberto, Liliana, Raul, & Segundo, 2006, págs. 49-61)

En una zona denominada como el cerro de Melchor, próximo a la loma de Ferrer, se registró de nuevo un incendio cuyo origen tuvo lugar a tan solo unos 400 metros de la emblemática olivera milenaria Morruda. Al parecer los hechos ocurrieron a las once de la mañana cuando un vecino de Segorbe, que se encontraba realizando varias quemas de restos de poda de unos campos de olivos, no pudo controlar el fuego. Un golpe de aire fue el causante de la extensión de las llamas que rápidamente se propagaron a la loma próxima de pinar. A ello, se unió la sequedad del terreno y el estado de abandono del monte y las zonas de cultivo aledañas que ayudaron a que el fuego «corriese como la pólvora». (MONLEÓN, 2014)

La utilización de la materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica. No obstante, es erróneo concepcuar a la agricultura orgánica como sencillamente “no usar productos sintéticos”. La agricultura orgánica debe considerar dos aspectos esenciales: (a) la diversidad estructural y de procesos, y (b) el manejo ecológico del suelo y nutrición (Brenes, 2003, págs. 7-18). Por ello, tomando en cuenta la relevancia del suelo en este proceso, este documento presenta una revisión sobre el rol de la fracción orgánica y las experiencias de la aplicación de materia orgánica en los suelos agrícolas.

El hombre ha suministrado diferentes tipos de material orgánico a las zonas de cultivos. Durante 150 años los fisiólogos mantuvieron la teoría húmica, que consideraba que las plantas se nutrían directamente del humus del suelo y la presencia de este material marcaba su fertilidad, Sin embargo, la revolución agrícola promovida en el siglo XIX por Justus von Liebig (1843) demostró que las plantas precisan de agua y sustancias inorgánicas para su nutrición y puso en duda que el humus fuera el principio nutritivo de las plantas. Además, impulsó el desarrollo de los fertilizantes inorgánicos, que son de 20 a 100 veces más concentrados en elementos básicos como N, P, K, que los abonos orgánicos, lo que supuso un indudable efecto positivo en la agricultura, aumentando los rendimientos y provocando el abandono de muchas técnicas antiguas de cultivo, una de las cuales fue el uso de residuos orgánicos como abono de los cultivos

La materia orgánica representa del 95 al 99 % del total del peso seco de los seres vivos, pero su presencia en los suelos suele ser escasa y son contadas las excepciones en las que supera el 2 %, el nivel deseable de

materia orgánica en los suelos arcillosos medios es del 2 %, pudiendo descender a 1,65 % en suelos pesados y llegar a un 2,5 % en los arenosos. (Navarro et al. 1995)

Primero se forma el humus joven, de evolución rápida, que a su vez da paso al humus estable. Ambos productos forman la llamada materia orgánica total del suelo. Al humus joven también se le llama "lábil" o "libre", porque todavía no está fijado o ligado a las partículas del suelo, sino simplemente mezclado con ellas, tiene una relación C/N superior a 15, es sede de una intensa actividad microbiana y se le puede considerar como un elemento fundamental de la fertilidad del suelo. En promedio se estima que es el 20-25 % del humus total y tiene una acción inmediata más importante, desde el punto de vista de la mejora de la estructura y de la actividad microbiana del suelo. El humus estable o "estabilizado" es la materia orgánica ligada al suelo, es decir, sólidamente fijada a los agregados de color oscuro. Su composición es muy compleja (húmina, ácidos húmicos y fúlvicos) y tiene una relación C/N constante entre 9 y 10, y representa en promedio el 75-80 % del humus total. La fase de mineralización es muy lenta, y en ella el humus estable recibe la acción de otros microorganismos que lo destruyen progresivamente (1 al 2 % al año), liberando así los minerales que luego absorberán las plantas. Esta fase presenta dos etapas: la amonificación (paso del N orgánico a amonio) y la nitrificación (paso del amonio a nitrato). (Gros, 1992)

2.2.6. La materia orgánica del suelo

El material orgánico cumple un rol esencial para el suelo. No se encuentra ninguna definición de humus con la que todos los especialistas concuerden; pero, en general, el término humus nombra a las "sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal". Contiene aproximadamente un 5 % de nitrógeno, por lo que su valor en el suelo se puede calcular multiplicando por 20 su contenido en nitrógeno total (Gros, 1992)

¿Existen casos en los que la quema esté justificada?

Seguramente sí, ya que puede haber focos de enfermedades muy contagiosas. El tizón, una micosis debilita y llega a matar a los plantines. Una vez contraída la infección, lo más práctico es una quema ligera que elimine las agujas contagiadas sin dañar la yema terminal o focos de especies vegetales invasoras muy localizadas. Pero son casos muy concretos y que no se pueden utilizar como excusa para la quema indiscriminada de estos restos. (Rico, 2016)

2.2.7 Marco Legal

2.4.7.1 Ley N°28611 Ley general del ambiente.

Artículo 91.- Del recurso suelo. El Estado es responsable de promover y regular el uso sostenible del recurso suelo, buscando prevenir o reducir su pérdida y deterioro por erosión o contaminación. Cualquier actividad económica o de servicios debe evitar el uso de suelos con aptitud agrícola, según lo establezcan las normas correspondientes.

• Artículo 113.- De la calidad ambiental

113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.

b. Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.

c. Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.

d. Prevenir, controlar y mitigar los riesgos y daños ambientales procedentes de la introducción, uso, comercialización y consumo de bienes, productos, servicios o especies de flora y fauna.

e. Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.

f. Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, las actividades de transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de experiencias exitosas y otros medios para el mejoramiento de la calidad ambiental.

2.4.7.2 Ley N.º 284245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental

- Artículo 1.- Del objeto de La presente Ley tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos.
- Artículo 75.- Del manejo integral y prevención en la fuente. 75.1 El titular de operaciones debe adoptar prioritariamente medidas de prevención del riesgo y daño ambiental en la fuente generadora de los mismos, así como las demás medidas de conservación y protección ambiental que corresponda en cada una de las etapas de sus operaciones, bajo el concepto de ciclo de vida de los bienes que produzca o los servicios que provea, de conformidad con los principios establecidos en el Título Preliminar de la presente Ley y las demás normas legales vigentes.
- Artículo 77.- De la promoción de la producción limpia. 77.1 Las autoridades nacionales, sectoriales, regionales y locales promueven, a través de acciones normativas, de fomento de incentivos tributarios, difusión, asesoría y capacitación, la producción limpia en el desarrollo de los proyectos de inversión y las actividades empresariales en general, entendiendo que la producción limpia constituye la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada para los procesos, productos y servicios, con el objetivo de incrementar la eficiencia, manejar racionalmente los recursos y reducir los riesgos sobre la población humana y el ambiente, para lograr el desarrollo sostenible.
- Artículo 119.- Del manejo de los residuos sólidos. 119.1 La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales. 119.2 La gestión de los residuos sólidos distintos a los señalados en el

párrafo precedente son de responsabilidad del generador hasta su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

2.4.7.3 Ley N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Artículo 4.- Material de descarte proveniente de actividades productivas. Se considera material de descarte a todo material resultante de los procesos de las actividades productivas de bienes y servicios, siempre que constituya un insumo directamente aprovechable en la misma actividad, otras actividades productivas, la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales a nivel nacional.

• Artículo 7.- Minimización en la fuente. Los generadores de residuos sólidos orientan el desarrollo de sus actividades a reducir al mínimo posible la generación de residuos sólidos. Los generadores de residuos no municipales deben incluir en su Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos, estrategias preventivas orientadas a alcanzar la minimización en la fuente. Dicho Plan forma parte del IGA. • Artículo 9.- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PLANRES) El PLANRES es un instrumento nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos basados en el cumplimiento de metas establecidas en el Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) y los compromisos internacionales relacionados a la materia. Los objetivos del PLANRES se encuentran dirigidos a contribuir con la protección de la salud de las personas y mejorar la calidad ambiental a nivel nacional. Dicho Plan se aprueba por Decreto Supremo, a propuesta del MINAM, con el refrendo de los sectores involucrados. El PLANRES se actualiza cada cinco (05) años, en base al análisis del cumplimiento de sus objetivos específicos y metas

• Artículo 12.- Acuerdo de Producción Limpia. Los Acuerdos de Producción Limpia son instrumentos de promoción que tienen como objetivo introducir en las actividades productivas un conjunto de acciones que trasciendan el cumplimiento de la legislación vigente, de modo que se mejore las condiciones en las cuales el titular realiza sus actividades, a fin de lograr la prevención o minimización de la generación de los residuos sólidos. Los titulares de las actividades productivas, extractivas y de servicios pueden suscribir voluntariamente Acuerdos de Producción Limpia en materia de residuos sólidos con el MINAM y/o la autoridad competente, de corresponder. Dicho acuerdo no sustituye las obligaciones que establece la normatividad ambiental. Las autoridades sectoriales promueven el otorgamiento de

incentivos para los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios que suscriban estos acuerdos; sin perjuicio de las competencias de las entidades de fiscalización ambiental en la materia. El OEFA, en el marco de la normativa vigente y conforme a sus competencias, puede otorgar incentivos por el cumplimiento de los Acuerdos de Producción Limpia.

- Artículo 51.- Segregación en la fuente Los generadores de residuos sólidos no municipales están obligados a segregar los residuos sólidos en la fuente.

Al no estar realizando un acto de contaminación del suelo si no devolver parte del beneficio que nos ha dado el suelo. No existe normativa que regule el procedimiento realizado

2.3 Definición de términos

2.3.1 Análisis del suelo

Herramienta importante para evaluar o evitar problemas de balance de nutrientes. Los suelos son la fuente de doce de los dieciséis nutrientes vegetales esenciales y pueden ser vistos como proveedores de nutrientes a las plantas. Las plantas absorben los nutrientes disponibles, que pueden ser abastecidos de nuevo mediante la adición de fertilizantes. (Fertilab 2014)

2.3.2 Análisis estadístico

Es un componente del análisis de datos en el contexto de la inteligencia de negocios. (Carpio 2011)

2.3.3 Diseño experimental

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental (Calvo 2001)

2.3.4 Materia orgánica

Conjunto de células animales y vegetales descompuestas total o parcialmente por la acción de microorganismos. (J. Bot 2005)

2.3.5 *Restos de poda*

Son los residuos sólidos que quedan al finalizar la jornada de cosecha. (Agroterra 2003)

2.3.6 *Mulch*

Es la adición de una capa para proteger suelos agrícolas aportando diversos beneficios, esta capa puede ser formada por componentes orgánicos e inorgánicos. (Morales, 2017)

2.3.7 *Ácidos fúlvicos*

Se considera un acondicionador de suelos lo que aumenta la absorción y traslocación de nutrientes a las plantas (Flores, s.f.)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3,1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de estudio

Experimental y de diseño cuasiexperimental dado que se manipula solamente una variable independiente con la finalidad de medir sus efectos en diferentes variables dependientes. Este diseño pertenece a las investigaciones de tipo experimental que proviene de un enfoque cuantitativo.

Para esta investigación el grupo experimental (G_1) serán las unidades de suelo; la variable independiente (X_1) son la adición de restos de poda tratados y las variables dependientes son los parámetros físicos (Y_1) y químicos (Y_2). Por lo tanto, el diseño se puede esquematizar así:

$$G_1 \quad X_1 \quad Y_1 Y_2$$

3.1.2. Nivel de investigación: Aprehensivo

3.2 Población y/o muestra de estudio

Las muestras de estudio para el desarrollo de este proyecto de tesis son las 10 unidades de muestras tomadas en el fundo San Antonio, dichas pruebas han sido separadas en 2 grupos que son con la adición de restos de poda tratados y sin la adición de los restos de poda. Estas se consideran con el grupo experimental.

3.3 Operacionalización de variables

En la tabla 3 podemos ver la operacionalización de variables

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Variable independiente Acción de Restos de poda	Son los residuos sólidos que quedan al finalizar la jornada de cosecha (Agroterra 2003)	Ambiental	Tiempo de aplicación
Variable dependiente La estructura del suelo	Características que favorecen al suelo para una mayor producción (FAO)	Económica	Características físicas que son la arena, arcilla y limo Características químicas: pH, Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Conductividad, eléctrica, Intercambio iónico y materia orgánica.

Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se identificó las 50 hectáreas destinadas para el cultivo del olivo sub divididas en 15 lotes numerados (del 1 al 15). Estas 50 ha generan 350 toneladas de restos de poda de los cuales se suele aprovechar el 40 %.

Se realizó solo un tratamiento con restos de poda tratados para determinar si existían diferencias significativas en las propiedades del suelo. Se utilizó la técnica de mulch y la metodología tomada para el análisis de estas muestras fue del manual de fertilidad y evaluación de suelos (Quiroga y Bono, 2012)

La realización del presente estudio, se dividió el procedimiento en dos etapas:

3.4.1. Etapa de campo

3.4.1.1 Preparación de los restos de poda

- Primeramente, los restos de poda de olivo pasaron por un proceso de selección por tamaño (si su tamaño es mayor a 1 cm o centímetro y medio pasa a triturarse) y color (solo no pasa a triturarse si presenta una coloración negra ya que eso significaría que posee la plaga de orquídea) para determinar cuáles restos serían triturados y cuáles no.
- Luego se dejan secar al sol por aproximadamente 15 días

3.4.1.2. Aplicación de los restos de poda al suelo

- Una vez triturados estos restos se incorporan al suelo en la zona de riego para facilitar su descomposición, se incorpora aproximadamente 37 a 40 kilos de materia seca por planta recordar que al ser un proceso de agricultura no hay tiempos exactos sino periodos aproximados.

3.4.1.3. Toma de muestras para análisis de suelo

- Las muestras de suelo consideradas para los análisis correspondieron a 5 muestras de suelo virgen (suelo sin ningún tipo de fertilizante). De igual forma se tomaron 5 muestras de suelo donde se aplicó el tratamiento con los restos de poda. La profundidad de la calicata que se realizó fue de 3 a 6 cm.

- Ambos tipos de muestras de suelo, que en total cuantifican por el valor de 10 unidades, fueron tomados de forma aleatoria, empleando el método del zigzag.
- Todas las muestras fueron rotuladas con diferentes números, las no tratadas fueron rotuladas con números del 00 al 04 y las tratadas de A0 a A4.
- Seguidamente las muestras fueron transportadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, para que le aplique los análisis respectivos.

3.4.2. Etapa de laboratorio

Para el procesamiento de muestras de suelo se aplicó las técnicas analíticas según el Manual para el Análisis Químico de Suelos, Agua y Plantas (Bazán, 1996), los mismos que fueron desarrollados en el laboratorio de suelos de la universidad Jorge Basadre Grohman

3.4.2.1 Determinación de carbonatos

Método gasto volumétrico utilizando un calcímetro

Los carbonatos de calcio solo existen en suelos con baja precipitación donde el pH es mayor de 7,0. Para su determinación se utiliza el carbonato de calcio con ácido clorhídrico. La reacción produce el desprendimiento de anhídrido carbónico que es medido por la bureta:



Procedimiento:

- Se pesó 5 g de suelo en un frasco de plástico.
- Se humedeció con agua destilada haciendo que el suelo se fije a un costado del frasco.
- Se fijó que el equipo de determinación tenga HCl al 50 %, que la llave de escape de CO₂ este abierta y que la bureta de 200 ml este enrasada a -10 ml.

- Se conectó el frasco con el suelo al equipo de determinación, cerrar la llave de escape de CO₂ y agregar 10 ml de HCL, tratando de que no toque la muestra.
- Se agitó el frasco y anotar el volumen de gas desprendido.
- Si el volumen del gas sobrepasa los 200 ml repetir el procedimiento con 1 g de muestra y la lectura resultante multiplicarla por 5.
- Cálculo:
Porcentaje de carbonatos = Lectura x 0,0952.

3.4.2.2 Determinación de la capacidad de intercambio Catiónico (CIC)

El procedimiento de saturación con acetato amor (CH₃-COONH)₄N: pH 7.0

El CIC es la capacidad del suelo para retener cationes. La concentración de iones cambiales permanece constante en el suelo y es fijada por las cargas negativas, pero la concentración de iones solubles es muy variable

Procedimiento:

Se peso 5 g de la muestra de suelo y colocarla en un embudo con papel filtro.

- Se lavó el suelo con agua destilada.
- Se extrajo los cationes cambiales con acetato de amonio, con dos porciones de 50 ml y recibir el filtrado en frasco de vidrio de 100 ml. Este lavado se realiza para desplazar los cationes cambiales de los coloides del suelo, quienes son reemplazados por el amonio.
- Se Agregó parafinas a las muestras lavadas para eliminar la espuma que se forma al momento de destilar.
- Se lavó el suelo con alcohol etílico para eliminar el exceso de amonio.
- Se destiló el Kjeldahl colocando las muestras con papel filtro en un balón Kjeldahl que contiene aproximadamente 250ml de agua de caño, 10 ml de soda y un trozo de ladrillo para evitar que salte.
- Se recibió el destilado en un matras Erlenmeyer que contiene 25 ml de HCL 0,1 N con 5 a 6 gotas de rojo de metilo y aforado a 100 ml con agua destilada.
- Se destiló hasta 250 ml.
- Titular con NaOH 0.01N hasta amarillo y anotar el gasto.
- Cálculo:

$$\text{CIC} = [\text{HCl } 0,01\text{N}(\text{ml}) - \text{NaOH } 0,1(\text{ml})] \times 2$$

$$\text{CIC meq/ } 100 \text{ g suelo} = 2 [25 \text{ ml} - \text{gasto de titulación (ml)}]$$

3.4.2.3 Determinación de fósforo disponible

El método más usado para determinarlo es el Olsen modificado extracción con NaHCO_3 : 05M, pH 8.5. La concentración de fósforo se expresa en ppm, por encontrarse en pequeña concentración en el suelo.

Procedimiento:

- Se pesó 2 g del suelo en un vaso de plástico.
- Se agregó 0,1 g de carbón activado.
- Se agregó 20 ml de bicarbonato de sodio.
- Se agregó 20 minutos, filtrar.
- Se preparó la solución para el desarrollo de color: A la solución de molibdato de amonio se le agrega agua destilada hasta 1 litro. Luego se le agrega ácido ascórbico a razón de 1 g por litro de solución molibdato, para seguir, tomar alícuota de 3 ml de extracto en un tubo de prueba.
- Se agregó 10 ml de la solución para el desarrollo de color y leer en el espectrofotómetro la absorbancia de una longitud de onda de 660 nm

Cálculos:

Curva estándar:	ppm. p [p]	Lectura	Abs.
	0	0,0	0,0
	1	0,23	0,12

3.4.2.4 Determinación de materia orgánica

El método usado en la práctica es el de Walkley Y Black, Oxidación del carbonato orgánico con dicromato de potasio %M.O. = $C \times 1.724$

Procedimiento:

- Se pesó 1 g de suelo en un matraz Erlenmeyer.

- Se pesó las curvas (almidón soluble) y hacer un blanco: 0,0; 0,25 g, 0,050 g, 0,095 g y 0,100 g.
- Se agregó 10 ml de dicromato de potasio 2N.
- Se agregó 5 ml de ácido sulfúrico q.p.
- Se homogenizó bien y se deja enfriar por 40 minutos o más.
- Se agregó 25 ml de superfloc.
- Se agitó para homogenizar bien y dejar sedimentar por una hora.
- Se tomó una alícuota de 2 ml en un tubo de prueba.
- Se agregó 10 ml de agua destilada.
- Pasó a leerse la tramitancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 650 nm.
- Cálculos:

Curvas estándar:	[M.O]%	%Tram
0,0	0,0	100
0,025	1,3	93
0,050	2,6	81
0,075	3,9	70
0.100	5,2	65

3.4.2.5 Textura de suelo:

% de arena, limo y arcilla; Método del hidrómetro.

Procedimiento

- Se pesó 50 g de suelo y colocarla en el vaso agitador eléctrico.
- Se agregó aproximadamente 300 ml de agua destilada.
- Se agregó 10 ml de poli fosfato de sodio y agitar por 5 minutos.
- Se trasvasó la suspensión a la probeta Bouyucos ayudándose con una pizeta de agua destilada.
- Se colocó el hidrómetra con cuidado en la suspensión y enrasar con agua destilada hasta la marca de 1130 ml.
- Se retiró el hidrómetro y agitar la suspensión varias veces.

- Inmediatamente después de agitar, se tomó el tiempo y se colocó el hidrómetro para hacer la primera lectura a los 40 segundos (tiempo que demora la arena en sedimentar).
- Si la suspensión presenta burbujas, agregar gotas de alcohol amílico antes de hacer la lectura.
- Se retiró el hidrómetro y medir la temperatura.
- Se dejó reposar por 4 horas (Tiempo que demora el limo para sedimentar), hacer la segunda lectura con el hidrómetro y tomar la temperatura.
- Cálculos:
Formula: $[(1,8 \times ^\circ\text{C} + 32) - 68] = +$ Sumar a lectura/-Restar a lectura.
- Sumar el resultado a las lecturas y multiplicar por dos para llevarlas al 100 %.

3.4.2.6 Salinidad: Medida de la conductividad eléctrica y pH

Medida de la conductividad eléctrica del extracto acuoso en la relación suelo agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación (es) y el pH; medida en el potenciómetro de la suspensión suelo agua en relación 1:1 en suspensión suelo: KCIN relación 1:2.5

- En un mismo procedimiento se puede determinar el pH y la conductividad eléctrica.
- En los vasos de plástico se pesó 20 g de la muestra de suelo.
- Se agregó 20 ml de agua destilada.
- Se agitó por 20 minutos.
- Se calibró el potenciómetro con las soluciones buffer.
- Pasó a medirse el pH colocando el electrodo del potenciómetro, previamente enjuagado con agua destilada, en la solución suelo. La lectura es directa.

- Para medir el pH de la siguiente muestra se enjuagó el electrodo con agua destilada.
- Se dejó que la solución sedimente.
- Se calibró el conductímetro con KCL 0.01N a 1.41 mmhos/cm.
- Se tomó el sobrenadante tratando de que no presente burbujas y que choque los dos polos del Conductímetro y hacer la lectura directa.

3.4.2.7 Nitrógeno total

Método del micro-Kjeldahl que consiste en convertir todo el nitrógeno en amonio mediante la digestión con el ácido sulfúrico, y destilar el amonio para valorarlo luego con acidimetría.

Procedimiento

- Se pesó 0,10 g de muestra foliar, envolverla en papel cebolla y colocarla en el balón Kjeldahl.
- Se agregó una pequeña cantidad de catalizador.
- Se agregó 3 ml de ácido sulfúrico q.p.
- Se agregó agua destilada para hacer volumen.
- Se digestó por 90 a 120 minutos hasta que la solución tome una coloración blanca-transparente.
- Se retiró y dejó enfriar
- Se agregó en micro- Kjeldahl: Se calentó el agua a 200 voltios y una vez que esta ebullicionó, se bajó a 110 voltios; la llave de escape de vapor se dejó abierta, así como la llave del agua del refrigerante. Se conectó el balón, se cerró la llave de escape de vapor y se agregó soda hasta que tome coloración roja.
- Se recibió el destilado en un matraz con 20 ml de ácido bórico.
- Se tomó el tiempo de 3 minutos desde que el ácido bórico se torna de color verde.

- Se anoto el gasto
- Calculo:
$$\%N = \text{Gasto} \times 0,28$$

3.5 Procesamiento y análisis de datos

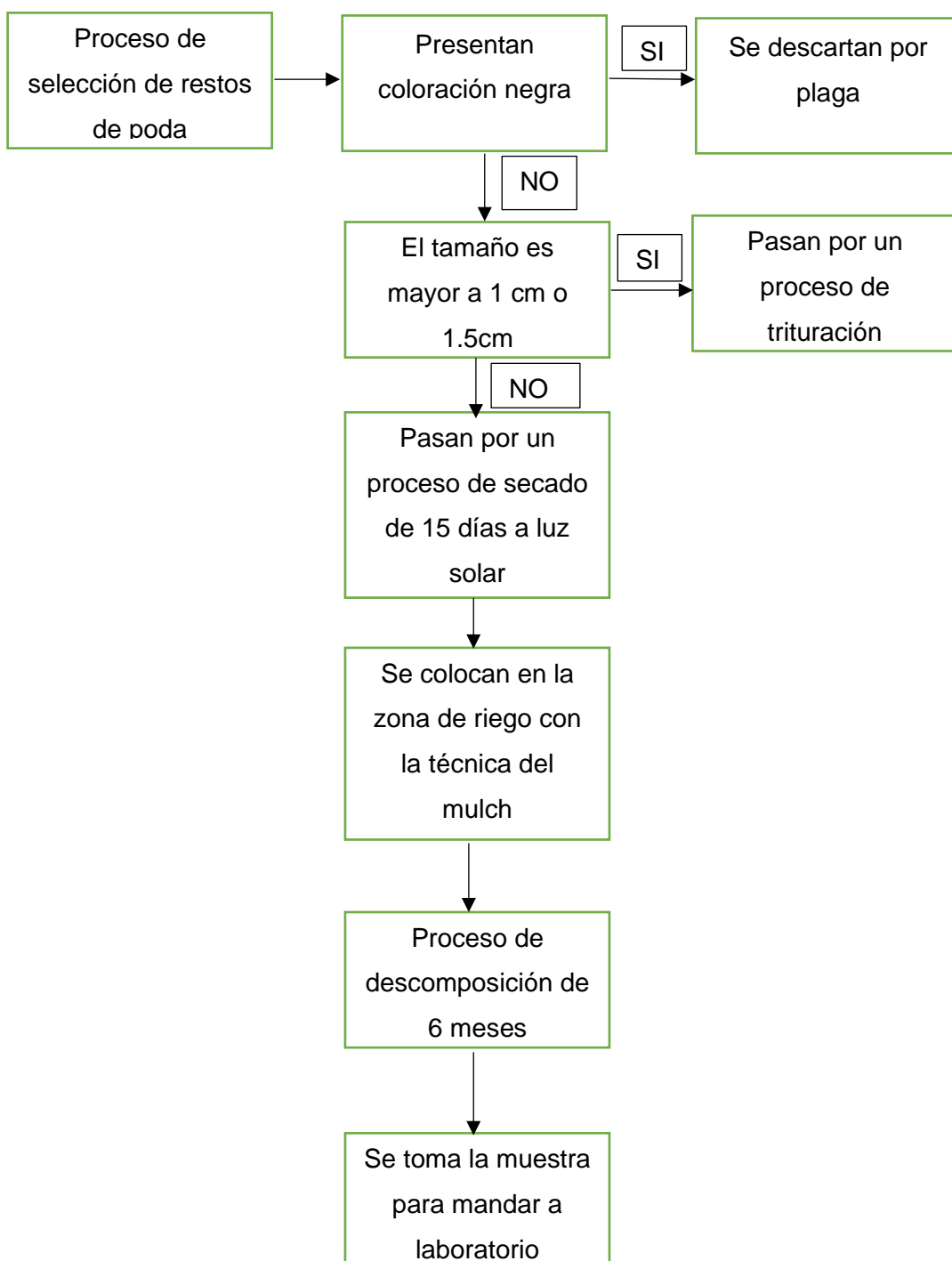
- Los datos obtenidos procedentes de las muestras de suelo fueron recopilados en una libreta de apuntes y subidos a una hoja de cálculo de Excel.
- Estos datos fueron procesados para su determinación de significancia estadística (Prueba de muestras emparejadas) utilizando el software Statistics 25.

3.6 Flujograma

En la figura podemos 4 el flujograma de la tesis

Figura 3

Flujograma



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Tabla 4.

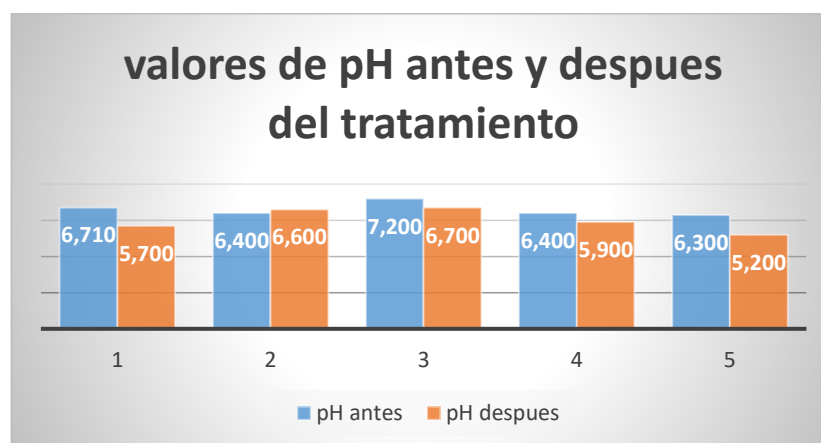
Valores de pH del suelo antes y después del tratamiento.

Valores de pH	Antes	Después
<i>Muestra 1</i>	6,710	5,700
<i>Muestra 2</i>	6,400	6,600
<i>Muestra 3</i>	7,200	6,700
<i>Muestra 4</i>	6,400	5,900
<i>Muestra 5</i>	6,300	5,200
<i>Valores promedios</i>	6,602 00	6,020 00

P = 0,066

Figura 4

Valores de pH del suelo antes y después del tratamiento



Como se puede observar en la Tabla 4, los valores de pH obtenidos son muy similares antes y después del tratamiento ya que mantienen un pH de generalmente neutro siendo el más bajo 5.2 y el más alto 7.2, lo que se puede reafirmar con el análisis de significancia estadística, ya que se obtuvo un valor de $P = 0,066$ lo que indica que es mayor a 0,05; por lo tanto, se dice que no existe diferencia significativa entre los valores de pH antes y después del tratamiento, en otras palabras, no existe diferencias entre las medias obtenidas.

Tabla 5

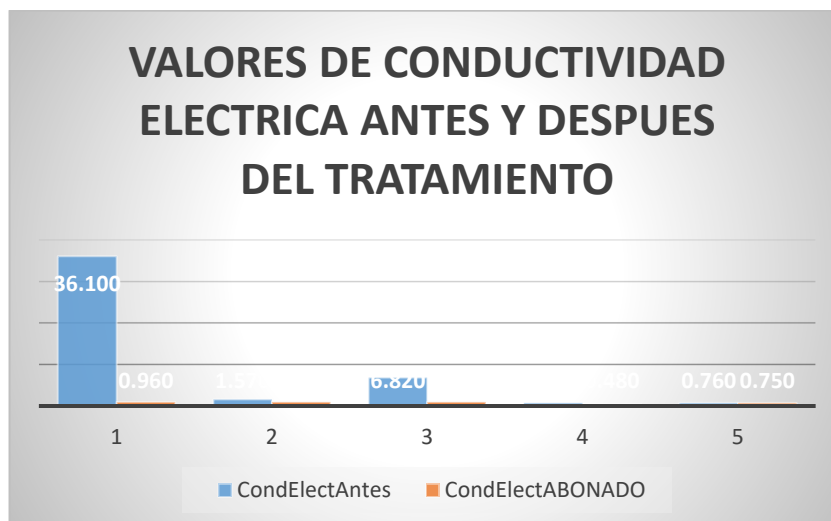
Valores de conductividad eléctrica del suelo antes y después del tratamiento.

Valores de conductividad eléctrica	Antes del tratamiento	Después del tratamiento
<i>Muestra 1</i>	36,100 mS/cm	0,960 mS/cm
<i>Muestra 2</i>	1,570 mS/cm	1,010 mS/cm
<i>Muestra 3</i>	6,820 mS/cm	1,020 mS/cm
<i>Muestra 4</i>	0,730 mS/cm	0,480 mS/cm
<i>Muestra 5</i>	0,760 mS/cm	0,750 mS/cm
<i>Valores promedio</i>	9,196 00	0,844 00

P = 0,286

Figura 5

Valores de conductividad eléctrica del suelo antes y después del tratamiento.



En la Tabla 5, se puede visualizar los valores de conductividad eléctrica del suelo antes y después del tratamiento, los cuales, según el análisis de significancia estadística, se puede decir que no existe diferencia estadística entre ellos. Sin embargo, se puede ver también en estos resultados que se obtuvo un valor elevado en la primera lectura cuyo valor es 36,100mS/cm, el mismo que disminuyó para las siguientes lecturas mientras que en las siguientes lecturas no se observa cambios significativos siendo el valor mas alto 6.820mS/cm y el bajo 0.750%

Tabla 6

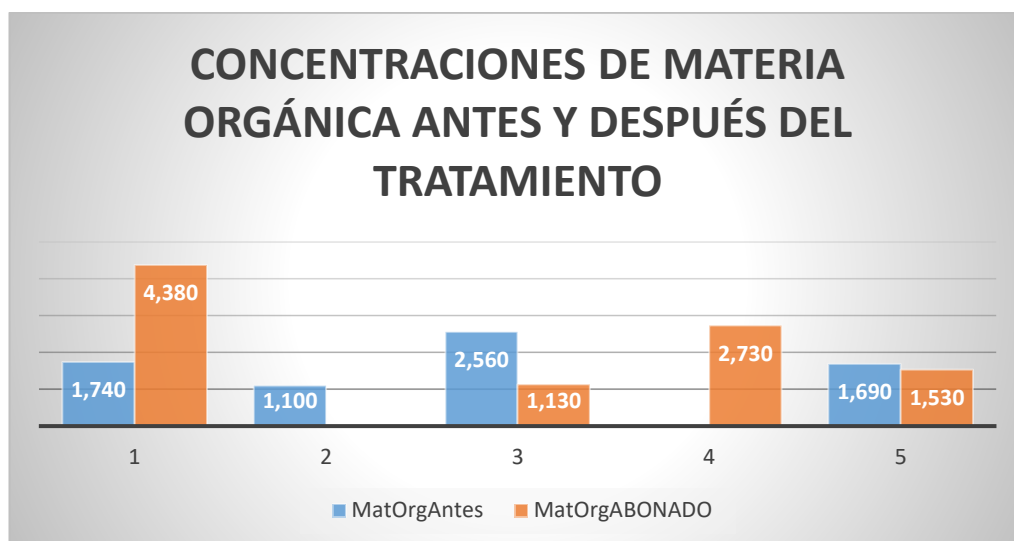
Valores de materia orgánica del suelo antes y después del tratamiento.

Valores de materia orgánica	Antes del tratamiento	Después del tratamiento
Muestra 1	1,740 %	4,380 %
Muestra 2	1,100 %	0,910 %
Muestra 3	2,560 %	1,130 %
Muestra 4	0,980 %	2,730 %
Muestra 5	1,690 %	1,530 %
Valores promedios	1,614 00	2,136 00

P= 0,516

Figura 6

Valores de materia orgánica del suelo antes y después del tratamiento.



En la Tabla 6 y Figura 6 se tiene los valores de materia orgánica que están presentes en el suelo antes y después del tratamiento donde se puede observar, que los valores son aproximadamente el doble con respecto al suelo sin tratamiento donde se puede observar un aumento general del 2% en material orgánico, sin embargo, cuando se le hizo los análisis de significancia estadística se puede ver que esas diferencias no son significativas ya que el valor de $P = 0,516$, el cual es mayor a un valor de 0,05.

Tabla 7

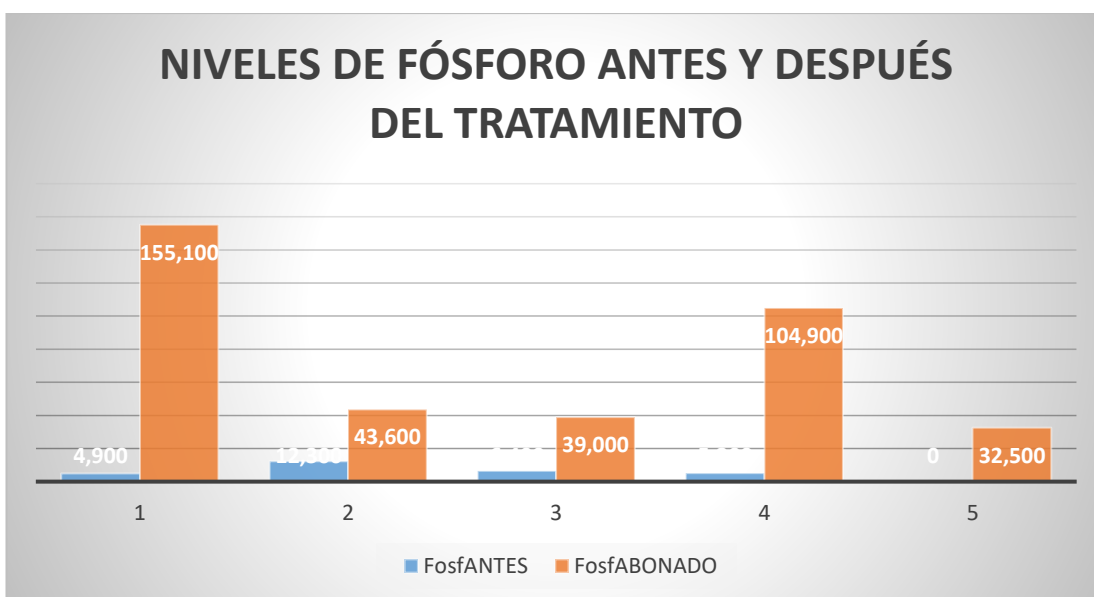
Valores de fósforo del suelo antes y después del tratamiento.

Valores de fósforo	de Antes del tratamiento	Después del tratamiento
Muestra 1	4,900 ppm	155,100 ppm
Muestra 2	12,300 ppm	43,600 ppm
Muestra 3	6,400 ppm	39,000 ppm
Muestra 4	5,200 ppm	104,900 ppm
Muestra 5	0,600 ppm	32,500 ppm
Valores promedios	5,880 00	75,020 00

P= 0,046

Figura 7

Valores de fósforo del suelo antes y después del tratamiento.



En la Figura 7, se puede evidenciar que los valores de fósforo se ven incrementados por el efecto del tratamiento ya que todos ellos están por encima de las lecturas donde no se aplicó el tratamiento. Además, que este incremento permanece durante todo el tiempo que duró el experimento. Donde sus valores aumentan de 4.900ppm a 155,100 ppm y al realizar un análisis de significación podemos observar que al ser el valor p menos a 0.05 (0.046) podemos afirmar que si hay diferencia significativa

Tabla 8

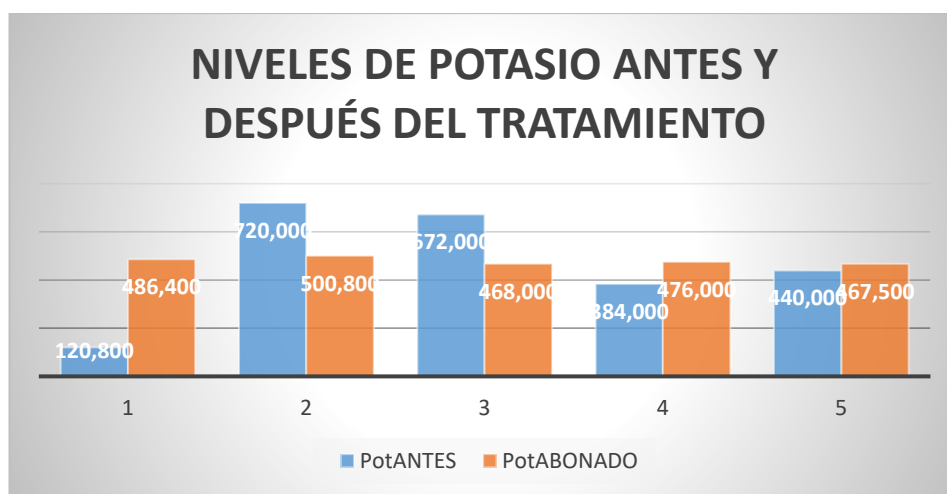
Valores de potasio del suelo antes y después del tratamiento

Valores de potasio	de Antes del tratamiento	Después del tratamiento
Muestra 1	120,800 ppm	486,400 ppm
Muestra 2	720,000 ppm	500,800 ppm
Muestra 3	672,000 ppm	468,000 ppm
Muestra 4	384,000 ppm	476,000 ppm
Muestra 5	440,000 ppm	467,500 ppm
Valores promedio	467,36000	479,74000

P = 0,914

Figura 8

Valores de potasio del suelo antes y después del tratamiento.



Con respecto a los valores de potasio reportados en la Tabla 8, se puede mencionar que los valores encontrados antes y después del tratamiento se encuentran elevados y como se puede ver en la Figura 8 donde los valores van desde 120.800ppm a 486.400ppm donde podemos visualizar un ligero aumento después del tratamiento, estos permanecen sin mayores cambios a lo largo del tiempo que duró el experimento. Además, se puede mencionar que entre los valores de potasio antes y después del tratamiento no existe diferencias significativas, ya que el valor p encontrado está por encima del 0,05.

Tabla 9

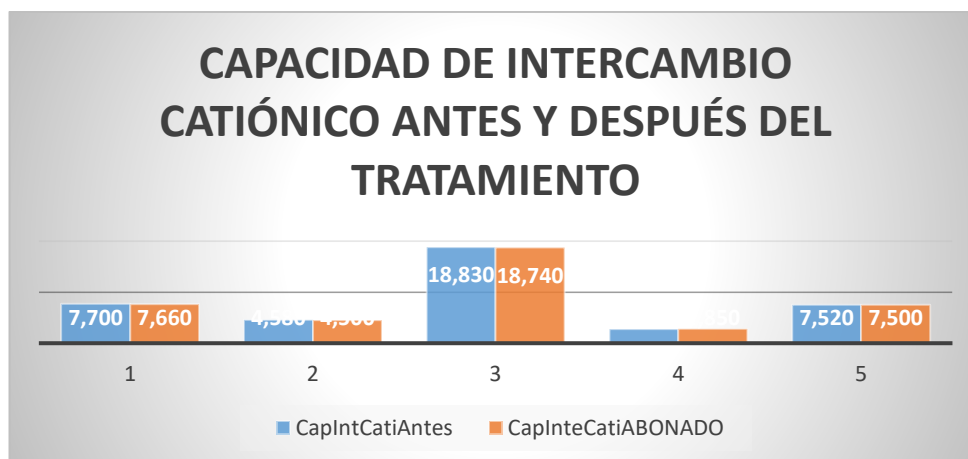
Valores de capacidad de intercambio iónico del suelo antes y después del tratamiento.

Valores de capacidad de intercambio iónico	Antes del tratamiento	Después del tratamiento
<i>Muestra 1</i>	7,700 meq/100gs	7,660 meq/100gs
<i>Muestra 2</i>	4,580 meq/100gs	4,500 meq/100gs
<i>Muestra 3</i>	18,830 meq/100gs	18,740 meq/100gs
<i>Muestra 4</i>	2,790 meq/100gs	2,850 meq/100gs
<i>Muestra 5</i>	7,520 meq/100gs	7,500 meq/100gs
<i>Valores promedios</i>	8,284 00	8,250 00

P=0,273

Figura 9

Valores de capacidad de intercambio iónico del suelo antes y después del tratamiento.



En la Tabla 9, se puede observar que el tratamiento no tuvo ningún efecto en el suelo con respecto a su capacidad de intercambio iónico, porque como se puede evidenciar en esta tabla sus valores promedios son muy similares. Donde el mayor cambio fue de 18.830meq/100gs a 18.740meq/100gs y cómo podemos ver gracias a nuestro análisis de significación el valor P al ser mayor a 0.05(0.273) podemos afirmar que no hay cambio significativo

Tabla 10

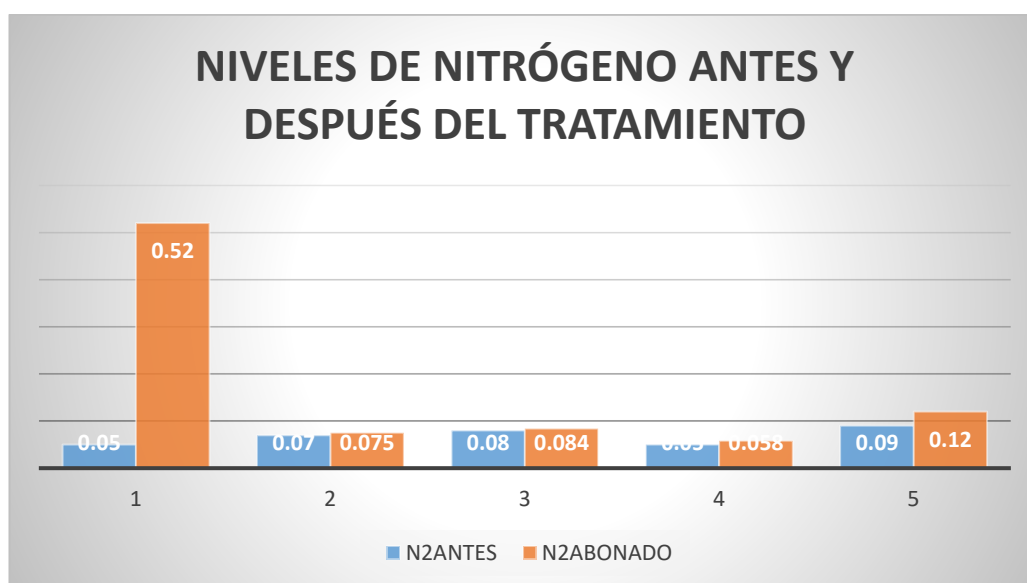
Valores de nitrógeno del suelo antes y después del tratamiento.

Valores de nitrógeno	Antes del tratamiento	Después del tratamiento
Muestra 1	,050 %N	,520 %N
Muestra 2	,070 %N	,075 %N
Muestra 3	,080 %N	,084 %N
Muestra 4	,050 %N	,058 %N
Muestra 5	,090 %N	,120 %N
Valores promedios	0,068	0,171 4

P=0,043

Figura 10

Valores de nitrógeno del suelo antes y después del tratamiento.



Al igual que en otros parámetros, la aplicación del tratamiento provocó mayores cambios en los valores de nitrógeno en el suelo, lo que se puede evidenciar en los datos reportados en la Tabla 9. Donde que en la primera lectura hay un gran cambio ya que van de valores de 0.05%N a 0.52%N y en el resto los cambios, aunque no sean tan grandes si son significativos ya que nuestro valor P es menor a 0.05 (0.043)

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. pH

Con respecto a los valores de pH encontrados antes y después del tratamiento reportados en la Tabla 3, no presentan diferencias significativas ya que los valores pasaron de 6,6 a 6,02, esto hace notar que el tratamiento empleado no produce cambios significativos en el suelo con respecto a su pH; lo que resulta positivo para el cultivo. según el manual de fertilidad y evaluación de suelos (Quiroga y Bono, 2012) el pH influye en las propiedades físicas y químicas del suelo. Las propiedades físicas resultan más estables a un pH neutro como el obtenido en esta investigación. Ya que en los pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. Y los pH muy alcalinos destruyen la estructura y existen malas condiciones desde un punto de vista físico.

5.2. Conductividad eléctrica

Con respecto a conductividad eléctrica, se sabe que mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. La conductividad eléctrica indica el grado de salinidad que presenta un suelo, para el presente caso la conductividad eléctrica no sufrió cambios significativos, con respecto al suelo no tratado, ya que se mantuvo con valores muy bajos, lo que es positivo para la fertilidad del suelo. Como se sabe valores elevados de conductividad eléctrica desfavorecerían el crecimiento de las plantas por la falta de agua disponible. En este mismo trabajo y según Quiroga y Bono, (2012) la conductividad eléctrica o salinidad va muy de la mano del pH y como en el pH en este trabajo no sufre de variaciones y sigue siendo un pH neutro, la salinidad tampoco sufrió cambios significativos.

5.3. Materia orgánica

Por otro lado, si bien no existe diferencias significativas, en el contenido de materia orgánica después del tratamiento, se puede observar que existe un aumento ligero, lo que hace que el suelo mantenga su estado favorable para los cultivos ya que

valores mayores al 2 % de materia orgánica, son valores deseables para realizar cultivos. La materia orgánica (M.O.) se expresa en porcentaje. Se refiere a la cantidad de restos orgánicos que se encuentran alterados y que, por lo tanto, pueden dar lugar a aumentar el contenido en nutrientes del suelo. La materia orgánica tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico, esto es una gran capacidad para retener cationes en el suelo. Además, favorece la microestructura del suelo siendo un elemento muy positivo en la lucha contra la erosión de los suelos. Y en general, favorece también el desarrollo de microfauna edáfica. Todos estos factores hacen que este parámetro sea muy útil para conocer de forma indirecta la fertilidad de un suelo determinado.

Según (Cardona & Laura, 2016, págs. 8-70) un porcentaje de 2 a 4 significa que la materia orgánica presente es aceptable para un suelo de uso agrícola, en otras palabras, que es un suelo fértil.

5.4. Fósforo y Potasio

Así mismo, cuando se determinó la concentración de fósforo, se pudo notar que el tratamiento aplicado influye en la concentración de este, ya que existe diferencias significativas en las medias obtenidas, así lo indica el valor del Fósforo que es menor de 0,05 (0,046). Debido a que existe un aumento significativo de la concentración de fósforo luego de aplicar el tratamiento, esto es favorable para la fertilización del suelo ya que como se sabe este es uno de los nutrientes que se necesitan en grandes cantidades para que sea aprovechado por las plantas.

Fósforo y Potasio son dos de los tres macronutrientes (el otro es nitrógeno) requeridos por las plantas para un crecimiento óptimo. Estos nutrientes son requeridos en cantidades grandes en comparación con los micronutrientes (Ej., Zinc, Hierro, Boro, etc.). La respuesta a la fertilización con fósforo no es común cuando los niveles de fósforo en los suelos son ≥ 36 ppm (72 lb/acre) para cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 25 ppm (50 lb/acre) para frutales y arriba de 75 ppm (150 lb/acre) para vegetales. Las respuestas a la fertilización con potasio no se observan comúnmente cuando los análisis de suelos dan resultados arriba de 175 ppm (350 lb/acre) para vegetales, cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 90 ppm (180 lb/acre) para frutales. (Quiroga y Bono, 2012)

5.5. Capacidad de intercambio iónico

Otro parámetro determinado fue la capacidad de intercambio iónico del suelo, el cual es importante porque le permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas, que de otra forma estarían con la solución del suelo fácilmente disponibles para su lavado en profundidad. Así, cuanto mayor sea esta «capacidad» mayor será la fertilidad natural del suelo. La C.I.C. es también un indicador de la textura del suelo y del contenido de materia orgánica. Según los valores encontrados se puede observar que se está frente a un suelo arenoso. Los resultados aquí casi no variaron ya que el proceso de mulch no afecta la C.I.C. y como se puede ver en el trabajo “Producción de plantas de coral en sustratos realizados a base de compost de restos de poda y suelo con diferentes dosis de fertilización” por (Buyatti et 2009) los restos de poda no afectaron en casi nada el C.I.C al igual que en esta ocasión.

5.6. Nitrógeno

Con respecto al nitrógeno encontrado en este trabajo se puede mencionar que al parecer la forma de muestreo del suelo no fue la adecuada para este tipo de análisis, sin embargo, la medida analítica de nitrógeno no expresa la cantidad realmente disponible por las plantas. Por ello es difícil llegar de esta forma a hacer un cálculo real de las necesidades de los cultivos. En el trabajo “Uso de compost de poda como sustrato único en sistema de cultivo de plantas ornamentales” (Vainer et al, 2011) se aprecia un aumento en las cantidades de nitrógeno que son un componente vital para el desarrollo de la planta. Aunque no se puede comparar los resultados obtenidos en este trabajo, la expectativa puede ser positiva en el parámetro del nitrógeno.

5.7. Análisis estadístico

Después de realizar la prueba t de student para llegar al resultado de nuestro valor estadístico P que también se le conoce como valor significativo podemos comprobar que mientras hubo cambios ligeros, positivos, pero no significamos en parámetros como el intercambio iónico o en la conductividad eléctrica) porque su valor p es mayor a 0.05). También podemos probar que si hubo cambios significativos en parámetros como el fosforo y nitrógeno ya que su valor P es menos a 0.05

CONCLUSIONES

Luego de determinar los resultados obtenidos de los análisis de suelo de las muestras sin tratar y tratadas, se puede concluir que efectivamente la adición de estos restos de poda tratados en el suelo tiene un impacto positivo en la estructura del suelo

Se determinó que la composición física y química del suelo después del tratamiento influye principalmente en la concentración de fósforo ya que aumenta de 4.900ppm a 155.100ppm, nitrógeno que aumenta de 0.05%N a 0.52%N y que se notó que existe una diferencia significativa con respecto a los valores en el suelo sin tratamiento; mientras que en la composición de potasio no hubo un cambio significativo ya que sus valores pasaron de 440ppm a 467.500ppm, en la conductividad eléctrica aunque en una lectura hubo un aumento en el resto se mantuvieron muy similares de 0.760mS/cm a 0.750mS/cm y en la materia orgánica una leve mejora de 2% en algunas lecturas. Existiendo una diferencia ligera pero positiva gracias a la adición de estos restos de poda tratados.

En cuanto a la textura del suelo, este pasó de ser un suelo franco arcilloso arenoso a un suelo franco arenoso.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros trabajos de esta índole contar con un mayor número de personas ya que uno de los mayores problemas que se presentaron al realizar esta investigación fue el realizar todo el trabajo de campo por cuenta propia y trabajar de la mano de un laboratorio o un profesional de ese campo ya que puede facilitar no solo la exactitud de la muestra si no el proceso en general.

Se sugiere a futuros investigadores la elaboración de una estructura detallada de costos que permitiría a los emprendedores del área de agricultura tener una herramienta más con el fin de volverse sostenibles.

Se recomienda la técnica de trituración para la fabricación de mulch, debido a que no requiere mucho tiempo ni provoca gastos innecesarios al empresario, porque estos restos son de un sub producto.

Se recomienda aplicar un pre tratamiento extra a los restos de poda antes de su adición al suelo para así poder mejorar de forma más completa las propiedades del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnaldo R. M. Chaves, Angela Ten-Caten, Hugo A. Pinheiro, Aristides Ribeiro & Fábio M. DaMatta. (2008). *SpringerLink*, 351-361.
- Agroterra. (s.f.). *Agroterra*. Obtenido de Agroterra: <https://www.agroterra.com/blog/descubrir/compostaje-de-restos-de-poda-un-valor-anadido-a-nuestro-trabajo/76812/>
- Alberto, J.-O., Liliana, M.-F., Raul, B.-S., & Segundo, B.-A. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Scielo*, 49-61.
- Arriago, N., Paz, M. d., Palma, R., Benito, M., & Tortarolo, M. (2005). Residuos de poda compostados y sin compostar: uso potencial como enmienda orgánica en suelo. *Scielo*, 87-92.
- Bailón, G. F. (2013). Factores que influyen en la adopción de tecnologías orgánicas por los productores olivareros de la yarada-tacna. Tacna, Tacna, Perú.
- Barbaro, L. A., Morisigue, D., Karlaniam, M., & Buyatti, M. A. (2009). Producción de plantas de coral (salvia splendens L.) en sustratos realizados a base de compost de restos de poda y suelo con diferentes dosis de fertilización. *fave*, 13.
- Barranco, D. F. (Enero de 2008). El cultivo del olivo sexta edición. Madrid, España.
- Bazán, R. (1996). *Manual para el Análisis Químico de Suelos, Agua y Plantas*. Lima: Universidad Nacional Agraria.
- Bernal, G. (2006). Las buenas practicas agricolas (BPA) desde la perspectiva de la microbiología de suelos. Ecuador. Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/1.-Gustavo-Bernal.-Buenas-Practicas-manejo.-Ecuador.-ESPE.pdf>
- Brenes, L. (2003). Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. *Manejo integrado de plagas y agroecología*, 7-18.
- Buckman, B. (1991). *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Valencia: Omega.
- Calvo, J. (s.f.). Obtenido de <https://aulavirtual.um.es/access/content/group/COLLAB-x5vsnmqzqac8cs9edm6rhxm/DISE%C3%91O%20EXPERIMENTAL%20Y%20AN%C3%81LISIS%20DE%20DATOS/DEyAE%20presentaci%C3%B3n.pdf>

- Cardona, A., & Laura, S. (2016). Sustrato inmaduro en suelo y combustión de biomasa leñosa, a partir del aprovechamiento de residuos de corte de césped y poda de árboles. (*Tesis de pregrado*). Corporación Universitaria Lasallista.
- Carpio, A. D. (s.f.). Obtenido de http://www.urp.edu.pe/pdf/clase_AnalisisEstadistico.13Feb.pdf
- Chavez, A. R., Ten-Caten, A., Pinheiro, H. A., Ribeiro, A., & DaMatta, F. M. (2008). Seasonal changes in photoprotective mechanisms of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) trees. *SpringerLink*, 351-361.
- Chocano, D. Y. (2019). <http://repositorio.upt.edu.pe/>. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/>: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1249>
- Espitia, A. J. (Julio de 2008). Estrategias para el manejo agroecológico de los suelos para un uso agrícola sostenible en el municipio de san juan. Sucre, Sucre, Bolivia. Obtenido de <http://unisucro-repositorio.metabiblioteca.org/bitstream/001/215/2/631.4786113A448.pdf>
- Fertilab*. (s.f.). Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/analisis-de-suelos>
- Flores, V. M. (s.f.). *Fitochem*. Obtenido de https://fitochem.com/2019/06/10/beneficios-efectos-de-acidos-fulvicos-para-agricultura-mexico/?gclid=Cj0KCQjwn7j2BRDrARIsAHJkxmw_Zh6JgdaTRi6LJbhYwILErZh-xhh8ugvE-WTAy9AFoUQzp00Xs14aAi4SEALw_wcB
- García, F. P. (21 al 26 de Septiembre de 1998). Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. *Actas del III congreso de la sociedad española de agricultura ecológica*. Valencia, Valencia, España.
- Glosario. (s.f.). Obtenido de <http://ciencia.glosario.net/agricultura/fundo-11295.html>
- González, V. (30 de Diciembre de 2008). La fertilización y el balance de nutrientes en el sistema agroecológicos. Valencia, Catarroja, España: Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Obtenido de <http://www.agroecologia.net/recursos/documentos/manuales/manual-fertilizacion-fpomares.pdf>
- González-Fernández, J., J.M, A., Galea, Z., Guirado, E., Hermoso, J., Hormanza, I., & López, R. (2013). Reciclaje de residuos de la producción de guacamole mediante compostaje. *ReachGate*, 26-29.

- Gros, A. (1992). *Abonos: Guía práctica de la fertilización 8va edición*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Gutiérrez, A. B. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores . *Ecosistemas*, 1-8.
- J.Bot. (s.f.). Obtenido de http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/ba/organic_matter.pdf
- Javier Ribal, N. S. (2009). Medición de la ecoeficiencia en procesos productivos en el sector agrario. Caso de estudio. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 125-148.
- Labrador Moreno, J. (1996). *La Materia Organica en Los Agrosistemas*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Labrador-Moreno, J. (1996). *La materia orgánica en los agrosistemas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Liebig, J. V. (2012). *Principios de la química agrícola con especial referencia a las últimas investigaciones realizadas en Inglaterra*. Tennessee: General Books.
- LIEBIG, J. V. (s.f.). *Residuos orgánicos y agricultura*.
- Mijas. (15 de Febrero de 2019). *Advierten sobre la contaminación producida por las quemas de poda en el municipio*. Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/>:
<https://www.ecologistasenaccion.org/115224/advierten-sobre-la-contaminacion-producida-por-las-quemas-de-poda-en-el-municipio/#:~:text=La%20organizaci%C3%B3n%20recuerda%20que%20la,el%20sistema%20respiratorio%20y%20cardiovascular>.
- MINCETUR. (2019). *mincetur.gob.pe*. Obtenido de https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/reporte_regional/RCR_Tacna_Isem_2019.pdf
- Molina, I. E. (2012). *Análisis de suelos*. obtenido de amino grow internacional: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>
- Monetta, P. (8 de Abril de 2015). *insta.gob.ar*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_aprovechamiento_de_ro_pmonetta.pdf

- MONLEÓN, A. (03 de Mayo de 2014). La quema de restos de poda causa otro incendio que arrasa 1,8 ha en la Calderona. *Levante*.
- Morales, C. G. (15 de Mayo de 2017). *Portalfruticola*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/05/15/consiste-la-tecnica-del-mulch-factores-cuenta-buen-uso/>
- Mustin, M. (1987). *Gestion de la matière organique*. Paris: François Dubusc.
- Navarro, P., Herrero, M., Gómez, L., & Mataix, B. (1995). *Residuos Orgánicos y Agricultura*. España: Univesidad de Alicante.
- Navarro, P., Moral, H., Gómez, L., & Mataix, B. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Alicante: Compobell, S.L. Murcia.
- Okalebo, J. R., Othieno, C. O., Woomer, P. L., Karanja, N. R., Semoka, J. R., Bekunda, M. A., . . . Mukhwama, E. J. (2006). Available technologies to replenish soil fertility in East Africa. *SpringerLnk*, 156-170.
- Orozco, M. (2006). Fomento de la agricultura sostenible mediante el establecimiento de un sistema de garantías de calidad en los procesos productivos y de ocomunicacion a los consumidores. *Tesis Doctorial*. Barcelona, España.
- Pérez, A. F., & García, J. M. (2018). *Creando Redes Doctorales: La generación del conocimiento*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Raquero, C. (1994). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- PULIDO, F. C. (2013). Utilización de restos de poda como refugio de la regeneración en dehesas de encina. *6to Congreso Forestal Español* (págs. 1-13). Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Quiroga, A. Y. (2012). *Manual de fertilidad y evaluación de suelos*. San Luis: Ediciones INTA.
- Quispe, J. T. (2014). Efectos del cambio climático sobre la producción de aceituna en Yarada, Región Tacna. *SciELO*, 1-8.
- Reyes, F. (2011). Efecto de la aplicación continuada de restos de cultivo en las propiedades físico-químicas del suelo en una finca de olivar situada en el t.m. de ibros(jaen). (*Tesis*). Universidad de Almería, Almería.

- Reyes, F. R. (Octubre de 2011). Efecto de la aplicación continuada de restos de cultivo en las propiedades físico-químicas del suelo en una finca de olivar situada en el T.M. de Ibrós. Almería, Almería, España: Universidad de Almería.
- Rico, J. C. (20 de Noviembre de 2016). <http://avila.partidoequo.es>. Obtenido de <http://avila.partidoequo.es/2016/11/20/la-quema-de-rastrojos-y-restos-de-poda-constituye-una-practica-destructiva-que-debemos-abandonar/>
- Riechmann, J. (2005). ¿Cómo cambiar hacia sociedad sostenible? Reflexiones sobre biomimesis y autolimitación. *Isegoría*, 95-118.
- Rindermann, R. S. (2007). *México orgánico: experiencias, reflexiones, propuestas*. México: Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial.
- Sandra, A., Chacón, R., & Pastas, J. (2016). Utilización de los residuos sólidos en la elaboración de compostaje para el mejoramiento del suelo. (Tesis). Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Vanier, M., Miguez, S. E., Pierini, V. I., & Avedissian, F. (2011). Uso de compost de poda como sustrato único en sistemas de cultivo de plantas ornamentales. *Core*, 8.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Método	Problemas
<p>General: ¿En qué medida la adición de los restos de poda de olivo en el suelo mejora su estructura?</p> <p>Específico: ¿Cómo es la composición físico-química del suelo luego antes y después de la adición de</p>	<p>General: Realizar mejoras en la estructura del suelo con la adición de restos de poda.</p> <p>Específicos: Determinar la composición del suelo antes y después de la adición de los</p>	<p>General: La adición de los restos de poda de olivo en el suelo mejora la estructura del suelo.</p> <p>Específicos: La composición del suelo después de la</p>	<p>Variable independiente: Acción de Restos de poda.</p> <p>Variable Dependiente La estructura del suelo.</p>	<p>Variable independiente: Tiempo de aplicación.</p> <p>Variable dependiente: Características físicoquímicas del suelo. (Textura, pH, Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Materia orgánica distribución de cationes, y salinidad).</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Variable dependiente: Determinación de carbonatos: se utilizó el método gasovolumetrico.</p> <p>Determinación de la capacidad de intercambio Catiónico (CIC).</p> <p>Determinación de fósforo disponible: El método más usado para determinarlo es el Olsen modificado.</p>	<p>General: ¿En qué medida la adición de los restos de poda de olivo en el suelo mejora su estructura?</p> <p>Específico: ¿Cómo es la composición físico-química del suelo luego antes y después de la adición de restos de poda de olivo?</p>

<p>restos de poda de olivo?</p> <p>¿Existe una diferencia sustancial en el suelo después de la adición de los restos de poda?</p> <p>¿Qué cambios provoca la adición de restos de poda de olivo en la textura del suelo?</p>	<p>restos de poda de olivo.</p> <p>Demostrar que sí hay una diferencia sustancial en la estructura del suelo después de la adición de los restos de poda.</p> <p>Determinar la textura del suelo después de la adición de los restos de poda de olivo.</p>	<p>adición mejora su estructura.</p> <p>Existe una diferencia sustancial en las características del suelo después de la adición de los restos de poda.</p> <p>Los restos de poda de olivo ocasionan un cambio en la textura del suelo.</p>			<p>Determinación de materia orgánica: El método usado en la práctica es el de Walkley Y Black (Colorimetría)</p> <p>Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; Método del hidrómetro.</p> <p>Salinidad: Medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación es</p> <p>pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo agua relación 1:1 en suspensión suelo: KCIN relación 1:2:5.</p> <p>Calcáreo total (CaCO₃): Método gasto volumétrico utilizando un calcímetro.</p> <p>Materia orgánica: método de Walkley y Black, Oxidación del</p>	<p>¿Existe una diferencia sustancial en el suelo después de la adición de los restos de poda?</p> <p>¿Qué cambios provoca la adición de restos de poda de olivo en la textura del suelo?</p>
--	--	--	--	--	--	--

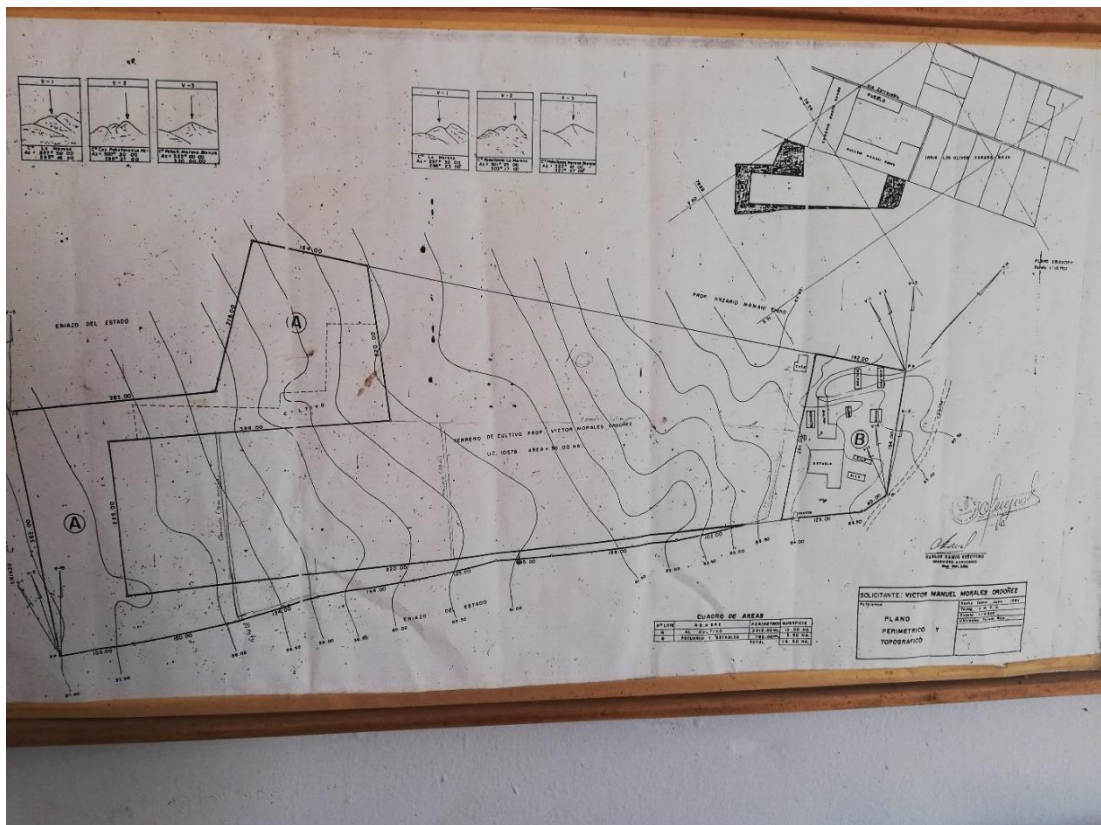
					<p>carbono orgánico con dicrometro de potasio: %M.O.=$\%C \times 1,724$</p> <p>Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl</p> <p>Fosforo disponible: Método del olse modificado extracción con NaHCO_3: 05M, pH 8,5.</p> <p>Potasio disponible: extracción con $(\text{CH}_3\text{-COONH})$ N pH 07.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

Anexo 2 Ubicación satelital del fundo San Antonio.



Fuente: Google Earth 2020.

Anexo 3 Mapa topográfico.



Mapa topográfico del área de cultivo del fundo "San Antonio" que pertenece a la empresa Santa Maria EIRL.

Anexo 4 Recolección de muestras.



Recojo de muestras del suelo.

Anexo 5 Comparativa de suelo no tratado/tratado



Diferencia del color entre un suelo virgen(izquierda) y otro afectado por los nutrientes de los restos de poda (derecha).

Anexo 6 Suelo tratado con mulch.



Para tomar la muestra se debe retirar parte del material orgánico (mulch).

Anexo 7 Muestras finales.



Muestras embolsas y rotadas mandadas para el análisis completo de suelo. Se aprecia que son de diferente color ya que uno posee los nutrientes ganados por la adición de los restos de poda y la otra muestra es de suelo virgen.

Anexo 8 Resultado de suelo 1-pre tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°063-019 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE :Antonio Andres Arenas Gonzalez DEPARTAMENTO :TACNA
DIRECCION :— PROVINCIA :TACNA
TIPO DE MUESTRA :Suelo N° M 00 DISTRITO :TACNA
SERVICIO SOLICITADO :Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO :19 cd Septiembre-2019
ZONA DE MUESTREO :Fundo " San Antonio " Distrito La Yarada los Palos - Tacna
PRESENTACION :Bolsa de polietileno
FECHA DE RECEPCION :Tacna 19 de Septiembre 2019
FECHA DE ANALISIS :Del 19-Septiembre al 04 de Octubre 2019

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. dS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
063.019	64	20	16	Fr.Ar.Aren	0.18	6.71	36.10	1.74	0.05	4.9	1208

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Eléctrica mS/m = milisiemens por cm=mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
063.019	2.79	2.27	1.03	0.46	1.16	7.7	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
063.019	Deficiente	Neutro	Muy Salino	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 04 de Octubre 2019

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Ing. Químico Analista ESAG.

Anexo 9 Resultado de suelo 2-pre tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°059-019 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE :Antonio Andres Arenas Gonzalez DEPARTAMENTO :TACNA
DIRECCION : -- PROVINCIA :TACNA
TIPO DE MUESTRA :Suelo N° M 01 DISTRITO :TACNA
SERVICIO SOLICITADO :Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO :19 cd Septiembre-2019
ZONA DE MUESTREO :Fundo " San Antonio " Distrito La Yarada los Palos - Tacna
PRESENTACION :Bolsa de polietileno
FECHA DE RECEPCION :Tacna 19 de Septiembre 2019
FECHA DE ANALISIS :Del 19-Septiembre al 04 de Octubre 2019

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
059.019	84	14	2	Fr.Arenoso	0.00	6.40	1.57	1.10	0.07	12.3	720

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Eléctrica mS/m = milisiemens por cm=mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
059.019	1.83	0.28	0.32	0.20	1.95	4.56	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = mliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
059.019	Deficiente	Moder.Acido	Salino	Deficiente	Bajo	Normal	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna,04 de Octubre 2019

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Ing. Químico Analista ESAG.

Anexo 10 Resultado de suelo 3-pre tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°060-019 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE :Antonio Andres Arenas Gonzalez DEPARTAMENTO :TACNA
DIRECCION : --- PROVINCIA :TACNA
TIPO DE MUESTRA :Suelo N° M 02 DISTRITO :TACNA
SERVICIO SOLICITADO :Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO :19 cd Septiembre-2019
ZONA DE MUESTREO :Fundo " San Antonio " Distrito La Yarada los Palos - Tacna
PRESENTACION :Bolsa de plolietileno
FECHA DE RECEPCION :Tacna 19 de Septiembre 2019
FECHA DE ANALISIS :Del 19-Septiembre al 04 de Octubre 2019

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
060.019	72	16	12	Fr.Arenoso	0.32	7.2	6.82	2.56	0.08	6.4	672

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Electrica mS/m = milisiemens por cm=mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
060.019	14.80	0.71	1.27	0.91	1.14	18.83	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo

PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
060.019	Deficiente	Neutro	Muy Salino	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna,04 de Octubre 2019

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Ing. Químico Analista ESAG.

Anexo 11 Resultado de suelo 4-pre tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°061-019 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE :Antonio Andres Arenas Gonzalez DEPARTAMENTO :TACNA
DIRECCION : — PROVINCIA :TACNA
TIPO DE MUESTRA :Suelo N° M 03 DISTRITO :TACNA
SERVICIO SOLICITADO :Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO :19 cd Septiembre-2019
ZONA DE MUESTREO :Fundo " San Antonio " Distrito La Yarada los Palos - Tacna
PRESENTACION :Bolsa de plolietileno
FECHA DE RECEPCION :Tacna 19 de Septiembre 2019
FECHA DE ANALISIS :Del 19-Septiembre al 04 de Octubre 2019

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
061.019	84	14	2	Arena Fr.	0.00	6.40	0.73	0.98	0.05	5.2	384

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Eléctrica mS/m = milisiemens por cm=mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
061.019	1.12	0.17	0.36	0.17	0.97	2.79	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
061.019	Deficiente	Moder Acido	Deblim.salino	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 04 de Octubre 2019

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Ing. Químico Analista ESAG.

Anexo 12 Resultado de suelo 5-pre tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°062-019 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : Antonio Andres Arenas Gonzalez DEPARTAMENTO : TACNA
DIRECCION : - PROVINCIA : TACNA
TIPO DE MUESTRA : Suelo N° M 04 DISTRITO : TACNA
SERVICIO SOLICITADO : Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO : 19 de Septiembre-2019
ZONA DE MUESTREO : Fundo " San Antonio " Distrito La Yarada los Palos - Tacna
PRESENTACION : Bolsa de pliofileno
FECHA DE RECEPCION : Tacna 19 de Septiembre 2019
FECHA DE ANALISIS : Del 19-Septiembre al 04 de Octubre 2019

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
062.019	74	16	10	Fr.Arenoso	0.00	6.30	0.76	1.69	0.09	0.6	440

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C. E. = Conductividad Eléctrica mS/m = milisiemens por cm=mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
062.019	4.62	0.63	0.69	0.26	1.32	7.52	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
062.019	Deficiente	Moder Acido	Debilm.salino	Bajo	Bajo	Deficiente	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 04 de Octubre 2019

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Ing. Químico Analista ESAG.

Anexo 13 Resultado de suelo 1-post tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°005-020 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : ANTONIO ANDRES ARENAS GONZALES DEPARTAMENTO : TACNA
DIRECCION : --- PROVINCIA : TACNA
TIPO DE MUESTRA : Suelo N° A - 0 DISTRITO : YARADA LOS PALOS
SERVICIO SOLICITADO : Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO : 07-Enero de 2020
ZONA DE MUESTREO : Localidad Distrito La Yarada los Palos, Fundo "San Antonio" - Región Tacna
PRESENTACION : Bolsa de polietileno
FECHA DE RECEPCION : Tacna 07 de Enero de 2020
FECHA DE ANALISIS : Del 07 al 22 de Enero de 2020

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO				ELEMENTOS DISPONIBLES		
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFORO ppm P	POTASIO ppm K
005.020	68	14	18	Fr.arenoso	0.00	5.70	0.96	4.38	0.62	155.1	486.4

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E. = Conductividad Eléctrica mS/m = milisiemens por cm=mmho
Por cm % = Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. = extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca = Carbonato de Calcio

COD.LAB.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
005.020	2.76	2.28	1.05	0.43	1.14	7.66	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
005.020	Deficiente	Moder.ácido	Débilm.salino	Alto	Excesivo	Excesivo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 22 de Enero de 2020

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Analista Químico ESAG.

Anexo 14 Resultado de suelo 2-post tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°006-020 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : ANTONIO ANDRES ARENAS GONZALES DEPARTAMENTO : TACNA
DIRECCION : --- PROVINCIA : TACNA
TIPO DE MUESTRA : Suelo N° A- 1 DISTRITO : YARADA LOS PALOS
SERVICIO SOLICITADO : Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO : 07-Enero de 2020
ZONA DE MUESTREO : Localidad Distrito La Yarada los Palos, Fundo "San Antonio" - Región Tacna
PRESENTACION : Bolsa de polietileno
FECHA DE RECEPCION : Tacna 07 de Enero de 2020
FECHA DE ANALISIS : Del 07 al 22 de Enero de 2020

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
006.020	88	12	2	Arena.Fran	0.00	6.60	1.01	0.91	0.075	43.6	500.8

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Electrica mS/m = milisiemens por cm=mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
006.020	1.81	0.28	0.36	0.20	1.85	4.5	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
006.020	Deficientes	Neutro	Moder.salino	Deficiente	Deficiente	Excesivo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 22 de Enero de 2020

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Analista Químico ESAG.

Anexo 15 Resultado de suelo 3-post tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°007-020 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : ANTONIO ANDRES ARENAS GONZALES DEPARTAMENTO : TACNA
DIRECCION : --- PROVINCIA : TACNA
TIPO DE MUESTRA : Suelo N° A - 2 DISTRITO : YARADA LOS PALOS
SERVICIO SOLICITADO : Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO : 07-Enero de 2020
ZONA DE MUESTREO : Localidad Distrito La Yarada los Palos, Fundo "San Antonio" - Región Tacna
PRESENTACION : Bolsa de polietileno
FECHA DE RECEPCION : Tacna 07 de Enero de 2020
FECHA DE ANALISIS : Del 07 al 22 de Enero de 2020

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
007.020	80	12	8	Fr.Arenoso	0.12	6.70	1.02	1.13	0.084	39	468

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Eléctrica mS/m = miliemens por cm=mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
007.020	14.68	0.74	1.32	0.84	1.16	18.74	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
007.020	Deficiente	Neutro	Moder,salino	Deficiente	Deficiente	Excesivo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 22 de Enero de 2020

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Analista Químico ESAG.

Anexo 16 Resultado de suelo 4-post tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°008-020 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : ANTONIO ANDRES ARENAS GONZALES DEPARTAMENTO : TACNA
DIRECCION : --- PROVINCIA : TACNA
TIPO DE MUESTRA : Suelo N° A - 3 DISTRITO : YARADA LOS PALOS
SERVICIO SOLICITADO : Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO : 07-Enero de 2020
ZONA DE MUESTREO : Localidad Distrito La Yarada los Palos, Fundo "San Antonio" - Región Tacna
PRESENTACION : Bolsa de polietileno
FECHA DE RECEPCION : Tacna 07 de Enero de 2020
FECHA DE ANALISIS : Del 07 al 22 de Enero de 2020

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
008.020	66	14	20	Fr.Arenoso	0.00	5.90	0.48	2.73	0.058	104.9	476

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Eléctrica mS/m = milisiemens por cm-mmho
Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
008.020	1.14	0.18	0.39	0.16	0.98	2.85	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = mliequivalentes x 100gs de suelo
PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
008.020	Deficiente	Moder.Acido	No Salino	Bajo	Deficiente	Excesivo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 22 de Enero de 2020

Realizado por:



Wilfredo Arnaldo Miranda
Analista Químico ESAG.

Anexo 17 Resultado de suelo 5-post tratamiento.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

INFORME DE ANALISIS N°009-020 LCA-ESAG

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : ANTONIO ANDRES ARENAS GONZALES DEPARTAMENTO : TACNA
DIRECCION : --- PROVINCIA : TACNA
TIPO DE MUESTRA : Suelo N° A - 4 DISTRITO : YARADA LOS PALOS
SERVICIO SOLICITADO : Análisis Caracterización de Suelo
FECHA DE MUESTREO : 07-Enero de 2020
ZONA DE MUESTREO : Localidad Distrito La Yarada los Palos, Fundo "San Antonio" - Región Tacna
PRESENTACION : Bolsa de polietileno
FECHA DE RECEPCION : Tacna 07 de Enero de 2020
FECHA DE ANALISIS : Del 07 al 22 de Enero de 2020

II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

COD.LAB.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CO3Ca %	pH	C.E. mS/cm	MAT.ORG. %	NITROG. %N.	FOSFOR ppm P	POTASIO ppm K
009.020	80	12	8	Fr.Arenoso	0.00	5.20	0.75	1.53	0.12	32.5	467.5

Abreviaturas: Fr. Arenoso = Franco Arenoso C.E.= Conductividad Eléctrica mS/m = milisiemens por cm=mmho

Por cm %=Porcentaje ppm = partes por millón pH Y C.E. =extracto/suelo 1:2.5 CO3Ca =Carbonato de Calcio

COD.LAB.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs	PSI Porcentaje de sodio Intercambiable %
	Ca++ meq/100gs	Mg++ meq/100gs	K+ meq/100gs	Na+ meq/100gs	Acidez Cambiable H+ +Al+++		
009.020	4.64	0.66	0.68	0.24	1.28	7.5	

Abreviaturas: CIC=capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo

PSI= Porcentaje de sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

COD. LAB	CO3Ca	Ph	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
009.020	Deficiente	Fuert.Acido	Debiln.salino	Bajo	Bajo	Excesivo	Alto
COD. LAB	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca++	Mg++	K+	Na+			

Tacna, 22 de Enero de 2020

Realizado por



Wilfredo Arnaldo Miranda
Analista Químico ESAG.

Anexo 18 Métodos y Tabla de interpretaciones.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
 LABORATORIO CENTRAL DE ANALISIS

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1	Textura de suelo :% de arena limo y arcilla :metodo del hidrometro	(CH ₃ -COONH)N pH 7.0 cuantificación por fotometria de llama y/o absorcion atomica
2	Salinidad: Medida de la conductividad electrica (CE)del extracto acuoso en la relacion suelo agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturacion (es)	11 Al ³⁺ + H metodo de Yuan Extraccion con KCl, N
3	pH:medida en el potenciometro de la suspension suelo agua relacion 1:1 en suspension suelo :KCN relacion 1:2.5	12 Iones solubles a) Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺ solubles : fotometria de llama y/o absorcion atomica
4	Calcareao total (CaCO ₃): metodo gasto volumetrico utilizando un calcimetro	b) Cl, Co ₃ = HCO ₃ =NO ₃ solubles: volumetria y colorimetria, SO ₄ , tubidimetria con cloruro de Bario
5	Materia organica metodo de Walkley y Black, Oxidacion del Carbono organico con dicromato de potasio %M.O. =%Cx1.724	c) Boro soluble: extraccion con agua ,cuantificacion con curcumina
6	Nitrogeno Total :metodo de micro-Kjeldahl	d) Yeso soluble: solubilizacion con agua y precipitacion con acetona
7	Fosforo disponible : metodo del olse modificado extraccion con NaHCO ₃ :05M, pH 8.5	Equivalencias 1ppm= mg/kilogramo
8	Potasio disponible: extraccion co (CH ₃ -COONH)N pH 07	1mmhmo (mmho/cm)=1decSiemens/metro
9	Capacidad de intercambio cationico (CIC) saturacion con acetato amor (CH ₃ -COONH)N :pH 7.0	1milliequivalente /100g =1 cmol (+)/kg
10	Ca ²⁺ Mg ²⁺ Na ⁺ K ⁺ cambiabiles :reemplazamiento con cetato de amonio	Salas solubles totales (TDS)en ppm o mg/kg =640 x CE es CE [1:1] mmho/cm x2>CE(es)mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Organica	Fosforo Disponible	disponible	Relaciones Cationicas			
clasificacion del suelo	CE(es)	CLASIFICACION	%	ppm P	ppm K	Clasificadon	k/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*Bajo	<2.0	<7.0	<100	*normal	0.2 - 0.3	5-0
*ligeramente salino	2-4	*medio	2- 4	7.0 - 14.0	100 - 200	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4-8	*alto	>4.0	>14,0	>240	*defc.K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10

Reaccion o pH		CLASES TEXTURALES				Distribucion de Cationes %		
Clasificacion del suelo	pH	A	= Arena	Fr. Ar.A	= franco Arcilla Arenosa	Ca	=	60-75
*fuertemente acido	<5.5	A.Fr	= Arena Franca	Fr. Ar.	= Franco Arcilloso	Mg	=	15- 20
*moderadamente acido	5.6 - 6.0	Fr.A.	= Franco Arenoso	Fr.Ar.L.	= Franco Arcilloso Limoso	K	=	3-7
*ligeramente acido	6.1 - 6.5	Fr.	= Franco	Ar.A.	= Arcilloso Arenoso	Na	=	<15
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L.	= Franco Limoso	Ar.L.	= Arcilloso limoso			
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L	= Limoso	Ar	= Arcilloso			
*fuertemente alcalino	>8.5							



Anexo 19 Triangulo de textura del suelo

