

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**



*Una Institución Adventista*

**Determinación de la concentración óptima de microorganismos  
eficientes (EM) para la restauración de suelos de cultivo de  
manzanos en la Hacienda Casa Blanca de Huaral – Lima**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero  
Ambiental

**Autoras**

**Cenia Noelia Ramos Villafranca**

**Lucero Aylin Mamani Mamani**

**Asesor**

**Jackson Edgardo Pérez Carpio**

**Lima, junio de 2020**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Jackson Edgardo Pérez Carpio de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de ingeniería ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Determinación de la concentración óptima de microorganismos eficientes (EM) para la restauración de suelos de cultivo de manzanos de la Hacienda Casa Blanca de Huaral-Lima”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres Ramos Villafranca Cenia Noelia y Mamani Mamani Lucero para aspirar al título de Profesional de ingeniero ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 11 días del mes de noviembre del año 2020.



Jackson Edgardo Pérez Carpio

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 16 días día(s) del mes de junio del año 2020 siendo las 9:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga, el secretario: Mg. Joel Hugo Fernández Rojas. y los demás miembros: Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez Ing. Nancy Curasi Rafael y el asesor Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Determinación de la concentración optima de microorganismos eficientes (EM) para la restauración de suelos de cultivo de manzanos en la Hacienda Casa Blanca de Huaral - Lima"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **CENIA NOELIA RAMOS VILLAFRANCA** Y b) **LUCERO AYLIN MAMANI MAMANI** .....conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

*(Nombre del Título Profesional)*

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): ..... CENIA NOELIA RAMOS VILLAFRANCA .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>19</b>	<b>A</b>	<b>Excelente</b>	<b>Excelencia</b>

Candidato (b): .....LUCERO AYLIN MAMANI MAMAN.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>17</b>	<b>B+</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Sobresaliente</b>

*(\*) Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente



\_\_\_\_\_  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Asesor

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (a)

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)

## **Dedicatoria**

En memoria de mi hermana. Milagros Ramos Ramires, quien a sus dos años y medio me dejó una lección de vida de perseverancia y amor constante a Dios y a la familia.

A mi padre, Ivan Ramos Espinoza, quien apoyó mis decisiones y supo levantarme en los peores momentos de vida, mi ejemplo de superación, constancia y a pesar de tener el tiempo limitado en su vida me supo escuchar en todo momento.

### **Cenia Ramos**

La presente tesis la dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres. A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindo. A todas las personas que me han

apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

**Lucero Mamani**

## **Agradecimiento**

En agradecimiento a Dios por la oportunidad de vida que me da,  
de seguir surgiendo en bien de la sociedad

Al mi padre por el apoyo económico y emocional que siempre  
me da y por seguir mi trayecto educativo confiando en mí y en  
lo que puedo lograr.

A mi asesor el ingeniero, Jackson Pérez Carpio, quien dirigió y  
apoyo con el proceso de investigación de este proyecto.

Al ingeniero Gilmer Garay Gonzales, por el aporte de terreno,  
insumos, mano de obra y colaboración con este proyecto de  
investigación.

### **Cenia Ramos**

Agradezco a Dios por las bendiciones, por cada una de  
las pruebas puesta en el camino y por ser guía, ser el  
apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y  
de debilidad.

Gracias a mis padres: Gitman y Gregoria; por ser los  
principales promotores de mis sueños, por confiar y

creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

**Lucero Mamani**

## **Contenido**

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>3</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1. Identificación del problema .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>24</b>
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.1. Objetivo general. ....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>27</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1. Legislación aplicable.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2. Antecedentes.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3. Marco teórico.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.1. Suelos.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.2. Degradación de suelo. ....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.3. Restauración de suelo. ....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.4. Aplicación de enmiendas y abonos orgánicos al suelo. ....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.5. Fertilización Orgánica .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.6. Microorganismos Eficientes. ....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.7. Nutrientes de un suelo fértil .....</b>	<b>40</b>
<b>2.3.7.1. Micronutrientes.....</b>	<b>40</b>
<b>2.3.7.2. Macronutrientes.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.8. Agroquímicos usados en manzanos. ....</b>	<b>42</b>

2.3.9.	Nutrientes para la planta .....	44
2.3.10.	Información técnica del manzano .....	45
2.3.10.1.	Morfología .....	45
2.3.10.2.	Elemento Función - Efecto de la deficiencia.....	47
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>49</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>		<b>49</b>
3.1.	Lugar de trabajo.....	49
3.2.	Descripciones meteorológicas.....	53
3.3.	Materiales. ....	54
3.4.	Métodos. ....	55
3.4.1.	Toma de muestras inicial. ....	56
3.4.2.	Diseño de método estadístico. ....	59
3.4.3.	Variables .....	60
3.4.3.1.	Variables independientes.....	60
3.4.3.2.	Variables dependientes .....	60
3.5.	Preparación de insumos “Activación de EM”. ....	61
3.6.	Aplicación del método. ....	63
3.6.1.	Toma de muestras post aplicación. ....	67
3.7.	Análisis de propiedades físico químicas de suelo.....	68
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>		<b>70</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>		<b>70</b>
4.	Resultados. ....	70
4.1.	Diagnóstico del suelo de estudio.....	70
4.1.1.	pH inicial.....	70
4.1.2.	Nitrógeno inicial. ....	70
4.1.3.	Fósforo inicial. ....	71
4.1.4.	Potasio inicial.....	71
4.1.5.	Materia orgánica inicial.....	72
4.1.6.	Conductividad eléctrica inicial. ....	72

4.1.7.	Capacidad de intercambio catiónico. ....	73
4.1.8.	Estado de suelo pre-tratamiento.....	74
4.2.	Resultados post aplicación de tratamiento. ....	74
4.2.1.	pH pos-tratamientos.....	74
4.2.2.	Nitrógeno pos-tratamiento.....	78
4.2.3.	Fosforo pos-tratamiento.....	81
4.2.4.	Potasio pos-tratamiento. ....	84
4.2.5.	Materia orgánica pos-tratamiento.....	87
4.2.6.	Conductividad eléctrica pos-tratamiento. ....	90
4.2.7.	Capacidad de intercambio catiónico (CIC) pos-tratamiento.....	94
<b>CAPITULO 5 .....</b>		<b>100</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>100</b>
5.1.	Conclusiones.....	100
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>103</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>107</b>

## Índice de tablas.

Tabla 1 Promedio de la composición elemental de una planta .....	44
Tabla 2 Meteorología de Huaral Agosto-Octubre de 2019 .....	53
Tabla 3 Materiales .....	54
Tabla 4 Porcentaje de ingredientes para activación de EM .....	62
Tabla 5 Tiempo vs. Porcentaje dosis de EM .....	65
Tabla 6 Porcentaje de nitrógeno en el suelo .....	70
Tabla 7 Contenido de potasio en el suelo .....	71
Tabla 8 Materia orgánica según textura de suelo.....	72
Tabla 9 Conductividad eléctrica optima.....	73
Tabla 10 Valores medios de capacidad de intercambio catiónico.....	73
Tabla 11 pH pos-tratamiento .....	74
Tabla 12 Prueba de Shapiro-Wilks para pH .....	75
Tabla 13 ANOVA para pH .....	76
Tabla 14 Nitrógeno total pos-tratamiento .....	78
Tabla 15 Prueba de Shapiro-wilk para nitrógeno .....	78
Tabla 16 ANOVA para Nitrógeno .....	79
Tabla 17 Fósforo pos-tratamiento.....	81
Tabla 18 Prueba de shapiro-wilk para fosforo .....	81

Tabla 19 ANOVA para Fosforo.....	82
Tabla 20 Potasio pos-tratamiento.....	84
Tabla 21 Prueba de shapiro-wilk para fosforo.....	84
Tabla 22 ANOVA para potasio.....	85
Tabla 23 Materia orgánica pos-tratamiento.....	87
Tabla 24 Prueba de shapiro-wilk para materia orgánica.....	88
Tabla 25 ANOVA para Materia Orgánica.....	89
Tabla 26 Conductividad eléctrica pos-tratamiento.....	91
Tabla 27 Prueba de shapiro-wilk para C.E.....	91
Tabla 28 ANOVA para Conductividad Eléctrica.....	92
Tabla 29 Capacidad de intercambio catiónico pos-tratamiento.....	94
Tabla 30 Prueba de shapiro-wilk para C.I.C.....	94
Tabla 31 ANOVA para Conductividad Eléctrica.....	95
Tabla 32 Diferencia de costos entre abono químico y EM.....	98
Tabla 33 resumen de Datos.....	99

## Índice de figuras.

Figura 1 Hacienda Casa blanca .....	49
Figura 2 Ubicación geográfica de la provincia de Huaral - Lima .....	50
Figura 3 Plano territorial de la Hacienda Casa Blanca .....	51
Figura 4 Coordenadas de Hacienda Casa Blanca .....	52
Figura 5 Diagrama de proceso .....	55
Figura 6 Toma de muestras.....	57
Figura 7 Cuarteo de la muestra .....	57
Figura 8 Área de muestreo .....	58
Figura 9 Concentrado de EM después de su activación. ....	63
Figura 10 Demarcación de la zona experimental en la hacienda Casa Blanca .....	64
Figura 11 Almacenamiento de EM activado .....	64
Figura 12 Aplicación de EM.....	65
Figura 13 Puntos de Aplicación de EM y Testigo .....	66
Figura 14 Limpieza y adecuación de suelo a muestrear .....	67
Figura 15 Muestras llevadas al laboratorio.....	68
Figura 16 Distribución de datos de pH .....	75
Figura 17 Nivel de pH máximo y mínimo según los tratamientos.....	77
Figura 18 Distribución de datos para nitrógeno.....	79

Figura 19 Nivel de nitrógeno máximo y mínimo por tratamiento .....	80
Figura 20 Distribución de datos para fósforo .....	82
Figura 21 Nivel de fósforo máximo y mínimo por tratamiento .....	83
Figura 22 Distribución de datos para potasio .....	85
Figura 23 Nivel de potasio máximos y mínimos por tratamiento .....	86
Figura 24 Distribución de datos para M.O .....	88
Figura 25 Nivel de M.O máximos y mínimos por tratamiento .....	90
Figura 26 Distribución de datos para conductividad eléctrica .....	92
Figura 27 Nivel de C.E máximos y mínimos por tratamiento.....	93
Figura 28 Diagrama de dispersión para CIC .....	95
Figura 29 Residuos peligrosos, generados por los productos químicos. ....	97

## Índice de anexos.

Anexo 1 Etiqueta de muestra .....	107
Anexo 2 Datos obtenidos cada mes durante tres meses .....	108
Anexo 3 Datos en el programa R .....	109
Anexo 4 EM Activad al 5% .....	110
Anexo 5 EM activado al 7.5%.....	110
Anexo 6 EM activado al 10%.....	111
Anexo 7 Residuos peligrosos generados por agroquímicos .....	111
Anexo 8 Terreno de estudio .....	112
Anexo 9 Rotulado y señalización del terreno de estudio.....	113
Anexo 10 Aplicación de EM.....	114
Anexo 11 Muestreo de suelo para análisis de laboratorio.....	115
Anexo 12 Muestras de suelo para análisis de laboratorio .....	115
Anexo 13 Letrero de identificación .....	116
Anexo 14 análisis inicial de suelo .....	117
Anexo 15 Análisis de suelo primer mes, dosis 1 .....	118
Anexo 16 Análisis de suelo primer mes, dosis 2 .....	119
Anexo 17 Análisis de suelo primer mes, dosis 3 .....	120
Anexo 18 Análisis de suelo segundo mes dosis 1 y 2.....	121
Anexo 19 Análisis de suelo del segundo mes, dosis 2 y 3 .....	122

Anexo 20 Análisis de suelo tercer mes, dosis 1 .....	123
Anexo 21 Análisis de suelo tercer mes, dosis 2 .....	124
Anexo 22 Análisis de suelo tercer mes, dosis 3 .....	125

## RESUMEN

El presente trabajo, tiene como objetivo determinar la dosis óptima de microorganismos eficientes (EM) aplicables a los cultivos de manzanos en la hacienda casa blanca de la provincia de Huaral, en el departamento de Lima, para restaurar los nutrientes básicos como nitrógeno, fósforo, potasio, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico. Para ello realizamos tratamientos de suelo con tres dosis de microorganismos, de 5%, 7,5% y 10% de concentración de EM y en frecuencias de aplicación de cada 7 días, 15 días y 30 días, durante tres meses, las propiedades fisicoquímicas analizados en el laboratorio de suelos, datos que se usaron mediante el método experimental factorial para su análisis de varianza, con el uso del programa estadístico R, como resultado se obtuvo que el tratamiento óptimo para el cultivo de manzanos es mediante la aplicación de 10% de concentración de EM con una frecuencia de cada 15 días, en la que se obtuvo los siguientes resultados: 7.52 pH, 0.13% de nitrógeno, 36.60ppm de fósforo, 203ppm de potasio, en materia orgánica 2.33%, 1.4dS/m de conductividad eléctrica y la capacidad de intercambio catiónico 12.85meq/100g, lo cual indica que este tratamiento orgánico, remplazaría los fertilizantes químicos usados en la producción de manzanos, ayudado de esta manera a reducir la contaminación por residuos peligrosos, reduciría la contaminación de aguas superficiales y subterráneas evitando que agroquímicos lleguen a sus cauces, por ello se recomienda el uso de EM en los cultivos de manzano debido a que también reduciría costos de producción ya que se requiere menor inversión y mejoraría la salud de los productores como de los consumidores.

**Palabras clave:** agroquímicos, fertilización orgánica, nutrientes del suelo.

## ABSTRACT

The purpose of this work is to determine the optimal dose of efficient microorganisms (MS) applicable to apple tree crops in the white house of the province of Huaral, in the department of Lima, to restore basic nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, pH, organic matter, electrical conductivity and cation exchange capacity. For this we perform soil treatments with three doses of microorganisms, 5%, 7.5% and 10% concentration of MS and in application frequencies of every 7 days, 15 days and 30 days, for three months, the physicochemical properties analyzed in the soil laboratory, data that were used by means of the experimental factorial method for its analysis of variance, with the use of the statistical program R, as a result it was obtained that the optimal treatment for the cultivation of apple trees is through the application of 10% of concentration of MS with a frequency of every 15 days, in which the following results were obtained: 7.52 pH, 0.13% nitrogen, 36.60ppm phosphorus, 203ppm potassium, in organic matter 2.33%, 1.4dS / m conductivity electrical and cation exchange capacity 12.85meq / 100g, which indicates that this organic treatment would replace the chemical fertilizers used in the production of apple trees, thus helping to reduce pollution tion by hazardous waste, would reduce the contamination of surface and groundwater by preventing agrochemicals from reaching their channels, therefore the use of MS in apple tree crops is recommended because it would also reduce production costs since less investment is required and would improve the health of producers as well as consumers.

**Keywords:** agrochemicals, organic fertilization, soil nutrients.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Identificación del problema

En la cumbre de las naciones unidas ONU el desarrollo sostenible en Sudáfrica se declara que la degradación de la tierra ha sido reconocida como un problema ambiental serio y su manejo sostenible como uno de los retos más importantes para la producción de alimentos y la salud en general (Enseñanza et al. 2016).

(Cabrera 2017) Señala que la contaminación de suelos agrícolas provocados por el uso de agroquímicos en Ecuador manifiesta que, el uso indiscriminado de plaguicidas ha generado numerosos problemas ambientales a nivel mundial, como es la destrucción de ecosistemas naturales, la infertilidad del suelo, perdida de cultivos y contaminación del agua.

Los niveles de desertificación y degradación de la tierra en el país son elevados, comprometiendo el 27% del total de la superficie del territorio nacional, que significa un total de 34'384,796 ha. Este total se distribuye en 3'862,786 ha desertificadas (3% de la superficie total del país) y 30, 522,010 ha en proceso de desertificación (24% del territorio nacional). De acuerdo a la Evaluación Mundial de la Degradación de la Tierra y Manejo Sostenible (GLADA, por sus siglas en inglés), solo entre 1981 y el 2003 en el Perú se degradaron unos 19'271,100 ha, es decir, el 15.3% del territorio. La tasa simple de degradación llegó al 4.5% anual, afectando casi al 11% de la población del país. De continuar este ritmo de degradación, al año 2100, el 64% del territorio del Perú estará afectado por procesos de esta naturaleza, lo que incluye a la Costa y Sierra que

constituye el 38% del territorio nacional, donde se asienta el 88% de la población y se desarrollan actividades agrarias que generan el 9% del PIB, 30% de la PEA, 9% de las exportaciones y casi la totalidad de actividades mineras e industriales (INEI 2015; Plata and Rodríguez-lacherre 2015).

El uso constante de agroquímicos hace que el suelo dependa más de ellos, debido a que deteriora el nivel de productividad del suelo degradando los nutrientes que requieren los microorganismos para su desarrollo, realizando una disminución de materia orgánica que los microorganismos usan como sustrato (alimento) para que generen nutrientes orgánicos que ayudan y fortalecen la productividad sin degradar los suelos (Del Puerto Rodríguez Asela M, Suárez Tamayo, and Estrada 2014).

El Perú es uno de los países con mayor diversidad de productos agrícolas, la agricultura es una de las fuentes de principal ingreso económico, por lo que los productores se enfrentan a problemas constantes en la realización del cultivo. Los productores buscan alternativas de mejora para su producción de manera rápida y más factible, viendo que los agroquímicos les dan efectos favorables a corto tiempo en sus cultivos, la utilización de estos se incrementa ya que ven en ello una solución más factible, no teniendo en conocimiento los efectos negativos que conlleva el uso de productos químicos en sus producciones, tampoco tienen conocimiento de los beneficios de una agricultura orgánica, basada en compostaje y los beneficios de los EM (microorganismos eficientes) en la producción, por lo que les lleva a no aprovechar los recursos que tienen y degradar la ecología por medio de la utilización de agroquímicos en sus cultivos (Junta interamericana de agricultura JIA, 2015).

(Fundación para la innovación agraria FIA, 2018) Indica que existen problemas tecnológicos críticos o principales dentro del sistema productivo de los cultivos, los cuales están definidos como el uso excesivo de plaguicidas, agroquímicos y el mal manejo de la materia orgánica para la fertilización del cultivo. Los cuales tienen sus propias causas, ausencia de asistencia técnica, la poca credibilidad que tienen los productores de ella. Los limitantes que más afectan el cultivo están relacionadas con las plagas, los recursos genéticos, la degradación de los recursos naturales y el manejo de los suelos, que afectan los rendimientos y la calidad de la producción (Montiel 2015).

Las investigaciones y los trabajos de campo en todos los continentes han demostrado que la inoculación de cultivos de EM al ecosistema suelo/planta mejora la calidad de los suelos, el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos (L. P. Garzón 2015).

(PROSAAMER 2008) Huaral llamada también "Capital de la Agricultura" ha sido considerada una de las despensas de Lima, en la actualidad la mitad del total de su área están dedicadas al cultivo de algodón, maíz amarillo duro, le siguen en importancia las hortalizas, los cereales y los tubérculos. Las frutas que cultiva permanente son el manzano, mandarina, palto, mango.

(Gestión 2016) El Programa Nacional de Frutales de la entidad pública, informó que en el Perú se cultivan 11,000 Has. de manzana, de las cuales el 70% corresponde a la variedad "Delicias de Viscas" y el resto se distribuye entre "Ana de Israel", "Winter" y "San Antonio", sin embargo, la utilización de agroquímicos es una de las prácticas con mayor utilización en esta ciudad.

La hacienda "Casa Blanca" que se encuentra en el distrito de Huaral y pertenece al ingeniero Gilmer Garay Gonzales, cuenta con cultivos de paltos y manzanos en su

mayor producción, la que genera mayor rentabilidad desde el 2014, para la cual la utilización de agroquímicos es la alternativa que se ha venido utilizando para acelerar el proceso de crecimiento de la planta y la mayor producción de frutos, sin embargo, esto genera la degradación e infertilidad en los suelos. (TRABAJO FIN DE GRADO : Autor : Cristina Vega Oliva Tutor : María Teresa Cruz Caravaca 2017) El uso de agroquímicos trae como consecuencia la pérdida de la diversidad y la alteración de los ciclos biológicos, como es el caso del uso de agroquímicos nitrogenados que alteran el nitrógeno orgánico disponible para la producción, por lo mismo se ha propuesto buscar alternativas ecológicas y sostenibles para evitar la contaminación de suelos, una mayor rentabilidad, y evitar la degradación de los suelos que permitan mayores cosechas en un prolongado tiempo como la utilización de microorganismos eficientes. Lo cual beneficia a los consumidores obteniendo productos libres de sustancias tóxicas tanto para el suelo como para la vegetación producida, a los agricultores mejorando su producción a bajo costo, y sin dañar al ambiente.

La agricultura es una fuente económica muy marcada en nuestro país, la cual ha sido afectada por el uso de productos químicos que conlleva a que cada producción requiera de más insumos agrícolas de contenido químico (agroquímicos) afectando de esta manera la economía de los mismos productores. El desconocimiento de parte de los agricultores hace que este problema siga su curso, por ello creen que los insumos que usan y los métodos que usan son los correctos ya que su producción al parecer es de mejor calidad, no obstante traen como consecuencia la alteración de la producción la cual es casi invisible a los ojos de la población que no tienen conocimiento de las consecuencias del uso de agroquímicos en sus productos, que genera la degradación de los suelos, infertilidad de estos, afectando no solo al suelo sino también a la

producción, ya que estas absorben gran parte de fertilizantes usados en la producción que contienen sustancias bioacumulables y traen consecuencias en el estado físico de las personas, genéticamente afecta al feto, las deformaciones se dan por el exceso de sustancias agroquímicas bioacumulables (En, Hidricos, and Trama 2014).

Para tener la certeza de que la alternativa funcione realizamos un estudio experimental con las siguientes fases.

## **Fases**

### **1.1.1. Definición del lugar de estudio.**

La definición del lugar donde se realizará es La hacienda Casa Blanca, perteneciente al ingeniero Gilmer Garay Gonzales, en esta hacienda se encuentra cultivos de diferentes frutos siendo la mayor parte de producción de manzanos.

### **1.1.2. Diagnóstico inicial de estudio.**

Se requiere saber el estado inicial del suelo, para realizar la elección y aplicación del método experimental, en esta fase se realiza análisis de condiciones las de los nutrientes que contiene el suelo.

### **1.1.3. Elección del método.**

Después del diagnóstico inicial del suelo, se selecciona un método de aplicación, en la que se usa la dosis de microorganismos eficientes EM que tendrán influencia en los manzanos.

### **1.1.4. Aplicación del método.**

En esta fase se aplica los EM en los cultivos para ser usado durante 12 semanas como fertilizante para la producción de manzanos. La aplicación de este

compuesto se realiza una vez cada semana y se aplicarán 3 dosis en 3 plantas diferentes, a las cuales serán monitoreadas con un testigo.

#### **1.1.5. Diagnóstico final de estudio.**

En esta fase se realiza los análisis de suelo post a la aplicación para evaluar el estado del suelo con respecto a los nutrientes contenidos después de la aplicación del método usado y la dosis más óptima para la producción de manzanos.

### **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

La importancia de la investigación radica en hacer que la agricultura en el Perú y el mundo se realicen de manera responsable con el uso de insumos biológicos, omitiendo el uso de químicos, donde encontramos como una alternativa más económica, más saludable y menos perjudicial para la sociedad y con productos de mejor calidad, informar y difundir estas metodologías de remediación a la sociedad, el método de biorremediación con el uso de Microorganismos eficientes o benéficos son de mayor alcance y con resultados más favorables para la producción agrícola, por ello nos basamos en la investigación de realizar pruebas que nos ayuden a concretar este método de remediación mediante EM, para un resultado de recuperación de micro y macro-nutrientes y estructura del suelo la cual dará una producción vegetal de mejor calidad y limpia de químicos, este método ayudará a la sociedad en el ámbito económico, de salud, de educación y de responsabilidad ambiental la cual debe ser difundida (Yáñez 2014).

La agricultura orgánica no es algo nuevo, siempre ha existido y es la única manera de conservar el ciclo natural que existe en el mundo. Este tipo de agricultura no

represente mayores gastos o menos ingresos a los agricultores, es más bien una alternativa para que cada agricultor en su propio campo vaya descubriendo y entendiendo con el pasar de los días nuevas formas de alimentar y proteger a sus cultivos. Es por eso que, este documento intenta aportar información que pueda aplicarse en cada una de las unidades de producción, tratando de que cada agricultor mediante la aplicación de algunas prácticas agrícolas sin contaminantes produzca alimentos sin alterar a su salud, a su familia, a la de sus consumidores y sobre todo a la salud de su madre tierra (Garc et al. 2014).

Al incorporar abono orgánico, se mejora las propiedades químicas, aumenta el contenido en macro nutrientes N, P, K y micro nutrientes, mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos, la población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo, se prevé la utilización del compost como abono orgánico para mejorar las características del suelo y proveer de nutrientes suficientes a los cultivos, en relación con su empleo en la agricultura tiene gran importancia como mejorador del medio ambiente y del suelo (Yáñez 2014).

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar la concentración óptima de microorganismos eficientes (EM) para la restauración de suelos de cultivo de manzanos con exceso de nutrientes por agroquímicos en la Hacienda Casa Blanca de Huaral – Lima.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- a) Determinar el efecto de la aplicación de EM en concentraciones de 5%, 7.5% y 10 % en suelos con cultivos de manzano en la Hacienda Casa Blanca de Huaral-Lima.
- b) Determinar el efecto de la aplicación de EM en frecuencias de aplicación de cada 7, 15 y 30 días, en suelos con cultivo de manzanos en la Hacienda Casa Blanca de Huaral-Lima.
- c) Comparar las propiedades físico-químicas del suelo de los cultivos de manzano en la hacienda Casa Blanca Pre y Post aplicación de EM.
- d) Determinar si la aplicación de EM es rentable, frente a la aplicación de agroquímicos.

## **CAPÍTULO 2**

### **REVISIÓN DE LITERATURA.**

#### **2.1. Legislación aplicable**

La Constitución Política del Perú (1993) en el Título I de la persona y de la sociedad, capítulo I Derechos fundamentales de la persona, artículo 2 manifiesta que toda persona tiene derecho: A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, en el artículo 67 dentro del capítulo II del Ambiente y los Recursos Naturales, se declara que el estado determina la política nacional del ambiente. Promoviendo el uso sostenible de sus recursos naturales (Congreso Constituyente Democrático, 1993; Perú, Simipi, & Runa, 2016).

Asimismo, el artículo 37 y 40 del Código Procesal Constitucional Ley 28237, establece como derechos protegidos el amparo que procede en defensa de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida; asimismo, puede interponer demanda de amparo cualquier persona cuando se trate de amenaza o violación del derecho al medio ambiente u otros derechos difusos que gocen de reconocimiento constitucional, así como las entidades sin fines de lucro cuyo objeto sea la defensa de los referidos derechos (Congreso de la República 1993 2004).

La ley 29196 de promoción de la producción orgánica y ecológica, tiene como objetivo la promoción de la agricultura orgánica, la seguridad alimentaria, conservación de la ecología y biodiversidad, por lo que impulsa la producción orgánica como alternativa de desarrollo económico, mediante el uso de recursos renovables, en nuestro

país, en el artículo 4, define la actividad orgánica como, toda actividad agropecuaria de un sistema natural que preserva o recupera los compuestos naturales de la fertilidad del suelo, sin el suministro de productos químicos (Ley N° 29196 2012).

La agricultura y pastizales ocupan el 37% de nuestra superficie terrestre, la generación de contaminantes como nitratos, fosfatos y plaguicidas son los principales contaminantes del agua, los gases que alteran el efecto invernadero son generados principalmente por la ganadería y la agricultura, contaminando la atmósfera. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) recomienda que la industria agraria sea sostenible, haciendo que las naciones empiecen a legislar el manejo de restos ganaderos y el uso de fertilizantes químicos, propone también como una medida de reducción de fertilizantes químicos, el pago de impuestos ambientales por el uso de los mismos, generando de esta manera una producción orgánica y ecológica (FAO, 2015).

USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) en artículo publicado por Carmen González en el 2015, se enfoca en la importancia de la comunidad microbiana en la salud del suelo y el control de plagas. La actividad de microorganismos eficientes en el suelo es para cumplir funciones como la descomposición de materia orgánica, fijación de nitrógeno, producción de antibióticos, benefician a las micorrizas por aumentar la disponibilidad de fósforo y agua. Los cuales son afectados por niveles de pH, quema de vegetación o incendios forestales, y el uso inadecuado de fertilizantes químicos. Por lo que recomienda un manejo saludable de suelo agrícola para disminuir e incluso erradicar el uso de productos químicos en la producción (González 2015).

## 2.2. Antecedentes.

En la actualidad, hay un interés creciente por los métodos de recuperación biológicos ya que prometen tecnologías más sencillas, más baratas y más respetuosas con el medio ambiente que otros tratamientos en los que los contaminantes son simplemente extraídos y transportados a otros lugares. (Espa, Society, and Science 2018)

(Fiorella. 2017) En su investigación “Efecto de Microorganismos Eficientes (EM) en la fertilidad del suelo agrícola degradado biológicamente del sector Barraza, Laredo, Trujillo”, determina que los EM en la investigación, mejora la fertilidad de suelo, involucrando los siguientes parámetros Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu y Mn. Concluyendo que los EM recuperan las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo contaminado.

(Calero-hurtado and Quintero-rodríguez 2019) En su investigación “Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agro productivo del frijol” en la que concluyeron que la aplicación de microorganismos eficientes más la aplicación de fitomas-e lograron mejorar la producción de frijoles, en su cantidad de masa productiva, mayor cantidad de hojas, y sobre todo incrementó la cantidad de legumbres por planta, a diferencia del tratamiento sin ninguna aplicación.

El Perú ha ratificado el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en el año 2005. La importación, comercio y uso de plaguicidas COP están prohibidos en el Perú desde hace varios años. Se ha realizado el primer inventario nacional y se ha preparado el Plan Nacional de

Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes en el 2007. En lo referente a los agroquímicos peligrosos aún existen serias deficiencias de regulación y control. La producción orgánica: es una de los grandes potenciales del Perú, en forma de productos tradicionales y no tradicionales producidos sin agroquímicos. (Estrat and Multianual 2017)

(Alvarez 2018) De la universidad Nacional Agraria La Molina, en su tesis de doctorado titulado "Caracterización de microorganismos benéficos provenientes de tres pisos altitudinales de Azuay - Ecuador y su influencia en el cultivo de fresa", en la que tuvo siete (7) aplicaciones de microorganismos eficientes y un (1) testigo sin ninguna aplicación, en la que concluye que la materia orgánica consumida por los microorganismos es completamente mayor a la del testigo, debido a la actividad microbiana, que hace que exista mayor cantidad de degradación de materia orgánica que es consumida por la producción, para mayor desarrollo vegetativo.

(Jack and Gisella 2017) en su investigación "Determinación de la eficiencia de biorremediación con lodos activados en suelo contaminado por hidrocarburos". Concluye la dosis óptima de lodos activados es del 20% en la remediación de suelo, debido a que esta dosis incrementa la población y actividad microbiana que degrada constantemente en forma progresiva el contaminante de suelo, y logrando con ello remediar un suelo contaminado por hidrocarburos, describiendo que la constante aplicación lleva al punto de tener un suelo agrícola libre de contaminantes.

Un estudio experimental mostró que la aplicación de microorganismos eficientes en compost de residuos orgánicos domiciliario, tuvo resultados

favorables ya que el tiempo de descomposición de materia orgánica fue de 21 días a comparación del compost sin la aplicación de microorganismos que demoró de 35 días. Debido a la inoculación de microorganismos endógenos, es decir que, el compostaje requiere de microorganismos que puedan generar las propiedades adecuadas para su descomposición y al incorporar diferentes especies de EM generan la transformación metabólica en menor tiempo, por la cantidad de microorganismos incorporados y la variedad de especies. (PISCO CORNELIO 2015). Esto indica que los microorganismos aceleran la descomposición de materia orgánica que se requiere para la generación de compost.

### **2.3. Marco teórico**

#### **2.3.1. Suelos**

Los fenómenos meteorológicos como las olas de calor y de frío, las precipitaciones, etc. Desintegran la roca madre que al entrar en contacto con la materia de la naturaleza como la vegetación, agua, rocas, depósitos de ríos, mares, viento, cenizas volcánicas, sales, minerales, etc. Dan como resultado la capa superficial de la tierra, denominado suelo. Por ello el tipo y composición del suelo va depender del ambiente donde se desarrolle (Pereira 2015).

(Burbano-Orjuela 2016) La importancia del desarrollo de la vida radica en el suelo, por lo que todo ser viviente requiere del él, incluyendo la vida marina debido a que su cadena alimenticia inicia en la vegetación desarrollada en suelo marino. La preocupación de suelos que ya han sido contaminados mediante,

agroquímicos, industrias y otros sectores económicos, lleva a los estados establecer normas de protección al suelo, indicando los parámetros de contaminantes presentes; entre las normas más resaltantes está la Ley 10/1998 de 21 de abril de España, se encuentra la declaración de suelos contaminados, conceptualizando que un suelo contaminado es aquel donde sus propiedades físicas, químicas y biológicas han sido alteradas negativamente (BOE 2005).

Existen varios conceptos de suelo en diferentes disciplinas de estudio, en las que se vienen desarrollando su importancia o descarte, como la ingeniería civil, que considera el suelo como un recurso inservible y desechable por su utilidad en la construcción a menos que cumpla con ciertas características como el de no contener materia orgánica, por lo que en este sector se van a eliminar grandes cantidades de suelo. En la industria farmacéutica el suelo es materia de investigación constante por sus infinitos microorganismos antibióticos que contiene, en ecología se considera como un sistema de soporte eco-sistémico siendo dependiente del sistema desarrollado, y el desarrollo del sistema dependiente del suelo. Desde el punto de vista biológico el suelo es condicionante para el desarrollo de la biodiversidad ecológica por la cantidad de microorganismos existentes (Fernando, Lancho, and National 2016).

### **2.3.2. Degradación de suelo.**

La contaminación de suelo se ha visto afectada principalmente por las actividades de agricultura buscando una productividad acelerada con el uso de fertilizantes, plaguicidas e insecticidas, consecuentemente la degradación de

esta y la pérdida de nutrientes para el funcionamiento adecuado de su producción. El Ministerio de Agricultura menciona que el área de tierra productiva limpia es solo el 4,9% del territorio nacional (*MINAGRI*, 2019). Lo cual impulsa a implementar prácticas de conservación y recuperación para la misma, estas se han incrementado mediante métodos de tratamiento, teniendo en cuenta las necesidades sociales, económicas y ambientales. la alternativa más común y accesible para la sociedad agrícola es el compostaje, por su fácil manejo y requerimiento de bajos recursos económicos, debido a que sus componentes son basados en residuos orgánicos generados diariamente de manera domiciliaria o residuos de la misma naturaleza (restos vegetales), en su proceso requiere de la degradación de sus compuestos, que se realiza por los microorganismos descomponedores, para ayudar en este proceso, la tecnología de añadir los EM (microorganismo eficientes) es de múltiples beneficios, a la producción, al suelo y al ámbito socioeconómico (Características and En 2018).

El suelo es alterado mediante agroquímicos que afectan la comunidad microbiana, interfiriendo en el proceso metabólico y bioquímico ya que estos se bioacumulan en los coloides y la materia orgánica, (Katherine Aguilera Bernal 2017). La utilización de pesticidas organoclorados genera degradación de suelos ya que inhiben el desarrollo de microorganismos, sin embargo la constancia del uso de estos producto genera en los microorganismos en modo de adaptación en la que su actividad conlleva a la biodegradación del mismo (Kopytko, Correa-Torres, and Estévez- Gómez 2017).

### **2.3.3. Restauración de suelo.**

La degradación de suelo viene afectando el medio ambiente, la fertilidad de los suelos, la calidad de vida de las personal y la seguridad alimentaria, ya que el incremento de la población requiere una demanda de uso de suelos mayor, lo que provoca la erosión, acidificación, agotamiento de nutrientes para la fertilidad, y afección a la los factores biológicos. Esto genera la necesidad de restauración de suelos, mediante la dinámica de materia orgánica, que ayuda a la producción de la comunidad microbiológica presente en el suelo, uno de los tipos de microorganismo eficientes que se requiere son los microorganismos nitrificadores que estimulan la mejoría de las propiedades edáficas del suelo (Córdoba, Romero, and Romero 2014).

Para la restauración de los suelos es indispensable la realización de una gestión sostenible de manejo de suelos, que conlleva a una producción más saludable reflejado en los nutrientes e insumos orgánicos, por lo que la dificultad de restauración de suelo va ser relativa a la gravedad de su degradación y el uso que se le vaya dar al mismo, que en su mayoría se requiere un suelo fértil para la productividad orgánica. Esta restauración empieza básicamente por el incremento de materia orgánica, a través de restos orgánicos, estiércol o abono orgánico, con esto se mejoraría el carbono orgánico del suelo y por consiguiente la biodiversidad del mismo. La cual se dimensiona en tres factores: disponibilidad de sustratos, restauración de productividad de suelo degradado y la resiliencia en la producción de alimentos (FAO, 2015).

#### **2.3.4. Aplicación de enmiendas y abonos orgánicos al suelo.**

El uso de enmiendas como materia orgánica en el suelo es una alternativa de tratamiento para resolver problemas como la erosión hídrica, ya que la materia orgánica realiza una función de soporte contra la degradación y en la erosión, por medio de la mantención de la estructura de suelo, la cual ayuda a la circulación y filtración de agua y gases, mientras la cantidad necesaria es retenida por el suelo. Las enmiendas y abonos orgánicos mantienen la temperatura optima de suelo para que esta absorba la cantidad de nutrientes necesarios para su desarrollo (María, Londoño, and Valle 2017).

En nuestro país, la agricultura ha generado la degradación de suelo mediante el uso inadecuado de pesticidas, uso de productos sintéticos, riego inadecuado, por lo que el uso de enmiendas orgánicas son un sistema sostenible que ayuda en la fertilización orgánica de suelo y minimiza la degradación de la misma. El uso de enmiendas mejora la estructura del suelo mediante la neutralización de pH, enriquecimiento de materia orgánica, mejora las características físicas, biológicas y químicas, ayudando al mejoramiento y recuperación de suelos. Estas enmiendas pueden ser rastrojos (restos vegetales de cultivos dejados después de la cosecha), restos agropecuarios (estiércol, purín), desechos domésticos orgánicos, humus de lombriz o compst (Damian Suclupe 2018).

### **2.3.5. Fertilización Orgánica.**

Para evitar la contaminación de suelos por el uso de agroquímicos, la fertilización orgánica es una alternativa de incorporar nutrientes al suelos que fueron absorbidos por la vegetación, es decir que los nutrientes que tiene el suelo son consumidos por las plantas y estos nutrientes en el suelo son minimizados después de la cosecha, por ello la fertilización es para solventar esta pérdida de nutrientes en manera cualitativa como cuantitativa, a las propiedades del suelo y las producciones posteriores, esto depende de la cantidad y tipo de nutrientes que requiere la producción para su desarrollo adecuado, este tipo de fertilización está basada en la utilización de abonos orgánicos (restos vegetales, residuos orgánicos, estiércol, etc) los cuales contienen nutrientes que son usados por el suelo y la vegetación que en ella se produce, sin contenido de sustancias tóxicas, tan solo con la descomposición de materia de fácil putrefacción, para generar una concentración de nutrientes que son absorbidos por el suelo y la producción (Arsyad and Sodiq 2014).

El abono, así como los pesticidas orgánicos, no solo se basa en la aplicación de materia de fácil degradación al suelo, es pasar por un proceso de descomposición (estado de putrefacción) a la materia, este tipo de abono se caracteriza por mejorar las condiciones del suelo, hace que los vegetales puedan absorber nutrientes con facilidad, de esta manera el suelo estaría proveyendo a las plantas los nutrientes necesarios y adecuados para su desarrollo. Los determinantes de la fertilidad son la materia orgánica, la textura, la estructura, el contenido de nutrientes, capacidad de almacenamiento, reacción del suelo, y

ausencia de tóxicos. Estos factores crean un ambiente adecuado para que los microorganismos existentes en estos compuestos, puedan descomponer la materia, y reproducirse con mayor facilidad (Arsyad and Sodiq 2014).

En las actividades agrícolas la fertilización es indispensable, es por ello que para el beneficio de los agricultores se debe contar con técnicas que sean seguras, económicas, ecológicas, de manejo fácil y aceptado en la sociedad, principalmente por ellos mismos. A diferencia de los agro-químicos, que son mayormente aprovechados por las plantas por su solubilidad y hace que se desequilibre el desarrollo del suelo y sus componentes; los agentes orgánicos estabilizan al suelo, mejorando la textura y estructura del suelo, incluyendo la capacidad de retención de nutrientes por mayor tiempo. El abono orgánico mejora las propiedades del suelo, los fertilizantes minerales mejoran las propiedades de las plantas, la combinación de ambos provoca que el ambiente donde se desarrolle el suelo sea adecuado y con alto grado de productividad (Leisa 2018).

Cuando los suelos ya han sido contaminados se usa métodos como la biorremediación, es un método que hace que los compuestos del suelo se puedan regenerar, es decir que los nutrientes perdidos sean nuevamente desarrollados de esta manera cumplan su función en el suelo, y los contaminantes encontrados puedan ser degradados e incluso eliminados, mediante el uso de materia orgánica como puede ser el uso de plantas o microorganismos que mediante su metabolismo estas descomponen la materia y la transforman; la elección del uso de plantas o microorganismos específicos va depender principalmente del contaminante que se quiera remover o de los

nutrientes que se quieran restaurar (J. M. Garzón, Rodríguez Miranda, and Hernández Gómez 2017).

Otro efecto positivo del tratamiento biológico es el aumento de fertilidad del suelo por el aumento de la materia orgánica la cual interactúa con los principales nutrientes y los estimula a su estabilización o incremento en caso sea necesario. Este método es de bajo costo, y como desventaja es principalmente el mantenimiento por requerir de una atención continua, requiere también de plantas o microorganismos específicos dependiendo el contaminante que se quiera tratar. Como es el caso de la utilización de Burkholderia, es un tipo de bacteria degradadora de compuestos químicos que se encuentran en los herbicidas y pesticidas, el mecanismo que usa es la del uso de un pigmento amarillo (materia líquida insoluble) que realiza mutagénesis (modificación de la genética) y realiza el proceso adaptativo de las sustancias contaminantes a no ser tóxicas (Hernando José Bolivia- Anillo 2016).

#### **2.3.6. Microorganismos Eficientes.**

Los principales microorganismos, como hongos, actinomicetos (bacterias Gram positiva, rico en humus) y bacterias son los que realizan la descomposición de la materia orgánica transformándola mediante su metabolismo (digestión) en presencia de oxígeno liberando materia celular con alta cantidad de nutrientes o también conocido como humus, tienen la capacidad de reunir partículas para mejorar la estructura del suelo, protegen las raíces de las plantas de algunos patógenos, enfermedades o parásitos, retienen el nitrógeno y el potasio, produce

hormonas de crecimiento vegetal, las hormonas de crecimiento son sustancias producidas en un tejido y mediante el proceso de fotosíntesis son transportadas a otros tejidos fortaleciendo su resistencia y acelerando su crecimiento, todas estas sustancias, y nutrientes son necesarias para el desarrollo del suelo y el desarrollo de la producción, las plantas son las que posteriormente absorben los nutrientes del suelo y dejan el suelo con la cantidad de nutrientes restantes a lo absorbido (De et al. 2015).

Los EM (effective microorganisms), es una mezcla de diferentes tipos de microorganismos naturales encontrados en el ambiente sin ningún tipo de manipulación genética ni alteración, que reduce los malos olores y presencia de insectos al aplicarla en la agricultura ya sea añadida en los fertilizantes o aplicada directamente en el suelo de producción, después de su activación se encuentran y se desarrollan en estado líquido, al encontrarse en estado sólido están inactivas, es decir estos microorganismos no se desarrollan ni se reproducen, están en un estado de inactividad completa, la principal característica que presenta es la de mejorar la calidad de las plantas producidas, mediante su metabolismo estas fijan los nutrientes a las raíces de la vegetación (Yáñez 2014).

Teruo Higa vio en los EM una tecnología limpia para la producción agrícola, la aplicación de estas puede ser directa, incorporándolas al suelo sin ningún tipo de mezcla con ninguna otra sustancia, de otro modo se puede aplicar al compostaje después de su activación, mediante el uso de melaza y agua, y posteriormente ser usado como fertilizante. En esta mezcla se identificó 80 especies diferentes también conocidos como (MM) Microorganismos de Montaña

encontrados de manera natural en el ambiente, los cuales descomponen la MO en el compostaje, después de cumplir con su función en el compostaje continúa reaccionando en el suelo fijando nutrientes a las plantas (Heredia Zeballos 2017).

### **2.3.7. Nutrientes de un suelo fértil**

Para saber qué tipo de microorganismos o tipo de fertilizante usar es necesario saber, lo que requiere el suelo, ya que está formado por minerales, agua, aire y materia orgánica (MO), esta última forma del 2 al 5 % de su composición, el 45% forma los minerales y el porcentaje restante formado por agua y aire. Para tener un suelo fértil es necesario tener los micro y macronutrientes en proporciones adecuadas, por lo que los productores usan los fertilizantes con el fin de añadir al suelo los nutrientes requeridos, esto se logra mediante la fijación y producción de estos nutrientes se lleva a cabo mediante el metabolismo de los microorganismos o fertilizantes orgánicos (Profesional et al. 2014; Yáñez 2014).

#### **2.3.7.1. Micronutrientes.**

Denominadas así por ser sustancias que se encuentran en bajas cantidades de la composición total de la materia, está compuesta por el magnesio, calcio, azufre, cloro, cobre, molibdeno, níquel y zinc. Son las que constituyen principalmente las enzimas es decir la capa de las células, estas se encuentran en menores cantidades, pero son necesarias para el desarrollo de las plantas especialmente en las raíces, sus funciones son las de formar proteínas

necesarias para el desarrollo de los tallos y frutos, la formación de la clorofila mejora el crecimiento de las plantas mediante la fijación y aprovechamiento de los macronutrientes (Más et al. 2015).

#### **2.3.7.2. Macronutrientes.**

Denominados a si por ser de mayor porcentaje que forman los nutrientes de suelo, posteriormente son absorbido por las plantas, estos determinan la producción ya que las plantas requieren de estos nutrientes para su desarrollo, a mayor cantidad de proporción de nutrientes mayor calidad de producción, dentro de estos se encuentra el nitrógeno, fosforo y el potasio (BAZAN QUINTANA 2014).

*Nitrógeno.*- Es un elemento químico orgánico encontrado en el ambiente que ayuda a las plantas en su crecimiento, a las semillas y a la absorción de otros nutrientes, mediante el metabolismo de microorganismos, formando proteínas para el suelo y su producción, para luego de este proceso ser nuevamente incorporado a la atmósfera formando el 78% de gases que forman la atmósfera, proporcional las enzimas el color verde (Agronimia UCC 2017).

*Fósforo.*- Es encontrado también en el ambiente como elemento que ayuda al fortalecimiento de las plantas principalmente en las raíces y tejidos celulares en su desarrollo, la fotosíntesis y respiración (Balta-Crisólogo et al. 2017).

*Potasio.* - este elemento es importante en el sistema de fotosíntesis para la absorción de nutrientes en los frutos y su respiración abriendo cerrando las estomas y cloroplasto, protege también a las plantas de las enfermedades, da sabor a los frutos actúa en la movilización de azúcares. Y la fortifica a las plantas contra plagas y enfermedades (Balta-Crisólogo et al. 2017).

### **2.3.8. Agroquímicos usados en manzanos.**

Los fertilizantes químicos son usados en los manzanos con frecuencias de entre tres (3) a cuatro (4) meses, las dosis de uso para fertilizantes son las siguientes: dos (2) sacos de fosfato diamónico de cincuenta (50) kg cada uno, sulfato de magnesio y urea en las mismas proporciones. Se agrupa los seis sacos y se combina para aplicar directamente a la base de las plantas. Esta proporción es usada por hectárea.

#### **Urea.- Fertilizante químico**

Riesgo toxicológico: irritación e hinchazón al entrar en contacto con la piel, daños al sistema nervioso en caso de ingesta, en caso de contacto con el ojo provoca irritación, picazón y ardor, en caso de inhalación probabilidad de asfixia, tos y efectos corrosivos en el sistema respiratorio, y en caso de ingesta, dolores estomacales, diarrea, vómitos y náuseas.

Riesgos ambientales: presenta un grado de toxicidad alto para organismos acuáticos.

*Hoja MSDS de urea. (CAISA)*

### **Sulfato de magnesio.-** Fertilizante químico

Riesgo toxicológico: al inhalar el polvo provoca irritación, dolores de garganta y tos, al ingerir puede provocar como consecuencias leves, dolores abdominales y diarrea, en caso de obstrucción intestinal o similares provocaría depresión al sistema nervioso central, falta de reflejos o hipocalcemia.

Riesgos ambientales: es inorgánico y bioacumulable en los peces, se debe evitar fuentes de calor elevados, para evitar ignición.

*Hoja MSDS de urea. (GTM)*

### **Fosfato diamónico.-** Fertilizante químico

Riesgo toxicológico: No presenta riesgos a la salud.

Riesgos ambientales: al contacto con el agua libera iones de amonio, provocando turbidez, y bajando la demanda de oxígeno disponible para los peces, provocándoles la muerte.

*Hoja MSDS de urea. (GTM)*

**Topas.-** Fungicida que tiene la función de prevenir, y curar en caso de enfermedad de oídios en las plantaciones.

Riesgo toxicológico: Nocivo en caso de ingesta y daños pulmonares, daños a la piel por contacto con el producto, irritación o pérdida visual en caso de contacto con los ojos, inhalación de vapores que provocan náuseas o mareos.

Riesgos ambientales: presenta un grado de toxicidad alto para organismos acuáticos, y daños relativos en las abejas.

*Hoja MSDS de topas.*

**Carbetryn.**- Fungicida que tiene la función de prevenir, y curar en caso de enfermedad producidas por hongos

Riesgo toxicológico: Nocivo e irreversible en caso de envenenamiento con este producto, presenta riesgo al sistema nervioso.

Riesgos ambientales: presenta un grado de toxicidad alto para organismos acuáticos.

*Hoja MSDS de carbetryn.*

### 2.3.9. Nutrientes para la planta

(IFA, WFO and GACSA, 2016) Menciona que los nutrientes en los vegetales son los factores que se alteran por contaminación, llevando esto como un factor de alteración en su composición vegetal, para el que los consumidores el contenido nutritivo es parte de su nutrición. En la mayoría de las plantas se requiere 19 nutrientes que se encuentra en el agua, aire y suelo distribuidos de la siguiente manera.

Tabla 1 Promedio de la composición elemental de una planta

	Elemento	Porcentaje	Origen
	Oxígeno	44	Agua
Macronutrientes	Carbono	42	Aire
	Hidrógeno	7	Agua
Micronutrientes	Mg, Cl, Zn, S, Ca, Cu, Mo, Ni	7	Suelo

Fuente: (World Fertilizer use Manual, 1992).

### 2.3.10. Información técnica del manzano

(Chillo 2019; Gárate 2014) Describen la morfología del manzano *malus domestica* de la siguiente manera.

Nombre común: Manzano

Nombre científico: *Malus doméstica*

Orden: Rosales

Familia: Rosáceas

Género *Malus*

#### 2.3.10.1. Morfología

**Árbol:** El árbol alcanza como máximo 10 m. de altura y tiene una copa en forma de globo. Las ramas tienen tendencia a dividirse y crecer en distintas direcciones, de color ceniciento verdoso sobre los ramos y escamosa y gris pardo sobre las partes viejas del árbol. Tiene una vida aproximada de unos 60-80 años. Las ramas se insertan en ángulo abierto sobre el tallo, de color verde oscuro, a veces tendiendo a negruzco o violáceo y los brotes jóvenes terminan en una espina

**Sistema radicular:** El sistema radicular es leñoso; las plantas de semilla tienen una o más raíces pivotantes, mientras que las de estacas, acodo o estaquillas tienen varias raíces principales alrededor del tronco. La profundidad radicular depende del tipo de portainjerto y de la calidad del suelo

**Hojas:** Las hojas son de forma oval, bordes aserrados, con el haz verde claro, de doble longitud que el pecíolo, con 4 - 8 nervios alternados y bien desarrollados, con una longitud de 4.13 cm. aproximadamente.

**Flores:** Las flores son grandes, se abren unos días antes que las hojas. Son hermafroditas de color rosa pálido y a veces blanco dependiendo de la variedad y en número de 3 a 6 unidades. La floración tiene lugar a finales de invierno e inicios de primavera, generalmente entre julio y agosto, aunque son especialmente sensibles a las heladas tardías de invierno

**Fruto:** La manzana, es un fruto carnoso (pomo); según su forma puede ser achatada y/o redondeada. Tanto la forma como el color y sabor de los frutos difieren en una amplia gama que depende de la variedad: la fruta denominada golden presenta un color dorado brillante; Royal Gala tienen una piel rojiza y otras como la verde doncella son verdosas.

**Clases de nutrientes:** Los nutrientes son alimentos que la planta toma del suelo o también vía foliar y los utiliza para formar las raíces, ramas, brotes, hojas, flores y frutos. En general los nutrientes se dividen en mayores y menores y ambos tienen la misma importancia, ya que la carencia de alguno de ellos limita o disminuye la producción y la calidad de la fruta. (GÁRATE, 2014)

- Elementos Mayores: porque la planta los requiere en grandes cantidades nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio

- Elementos Menores: porque las plantas los requiere en bajas cantidades zinc, hierro, cobre, manganeso, boro, etc.

#### 2.3.10.2. Elemento Función - Efecto de la deficiencia

- **Nitrógeno:** Es componente de la estructura, división y crecimiento celular. Es determinante en la fotosíntesis y formación de carbohidratos. Determina el desarrollo de las hojas y brotes. Amarillamiento o pérdida de color en las hojas. Reduce el tamaño de hojas y frutos. Pobre desarrollo de brotes y vigor de la planta (Gárate 2014).
- **Fósforo** Es componente de la estructura y división celular. Es importante para la floración y cuajado. Necesario para el desarrollo radicular. Hojas y brotes débiles y poco lignificados. Reduce el cuajado de frutos. Disminuye el desarrollo radicular y el vigor de la planta (Gárate 2014).
- **Potasio** Regula el movimiento de agua en la planta. Necesario para el movimiento de azúcar de las hojas al fruto. Importante para el color del fruto. Disminución significativa de la fotosíntesis y formación de azúcar. Reducción del aprovechamiento y movimiento de agua en la planta. Tamaño reducido del fruto, bajo contenido de azúcar y color pobre (Gárate 2014).
- **Calcio** Determina la dureza y consistencia del fruto. Determina la velocidad y dirección del desarrollo de las raíces. Incremento del

porcentaje de partidura o rajado del fruto. Reducción del crecimiento radicular. Pobre capacidad de almacenamiento o conservación (Gárate 2014).

## CAPÍTULO 3

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de trabajo

La hacienda Casa Blanca perteneciente al Ing. Gilmer Garay, ubicada en la provincia de Huaral, departamento de Lima, en dicha hacienda se cuenta con cultivo de *Manzanos Malus doméstica* y paltos.

Esta investigación es de tipo experimental.



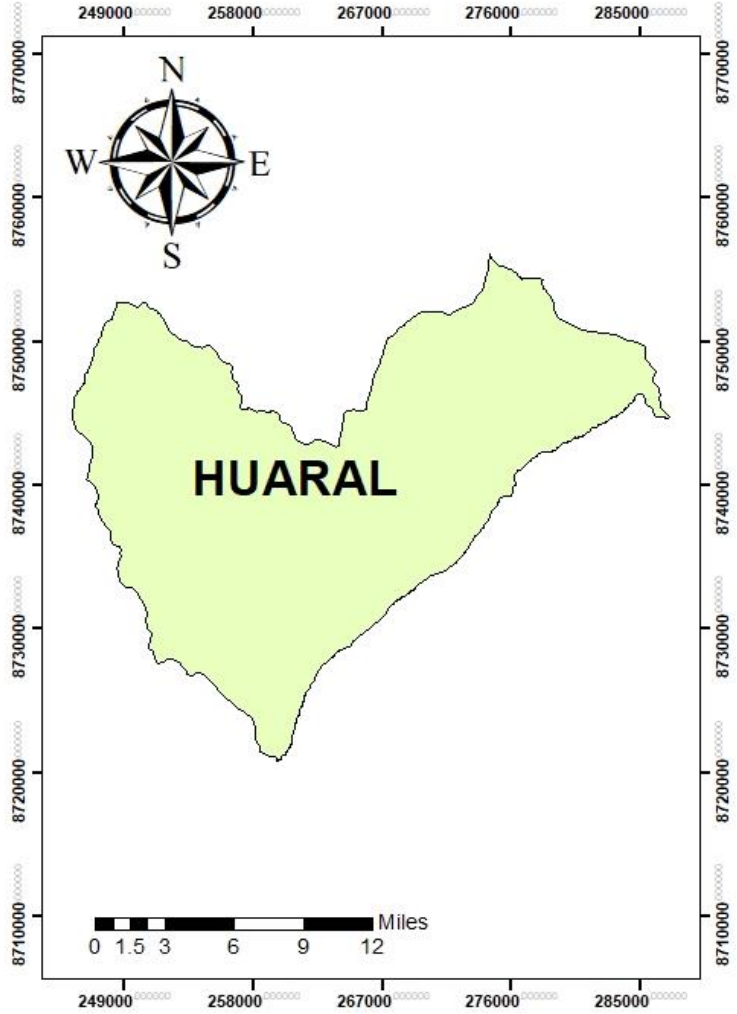
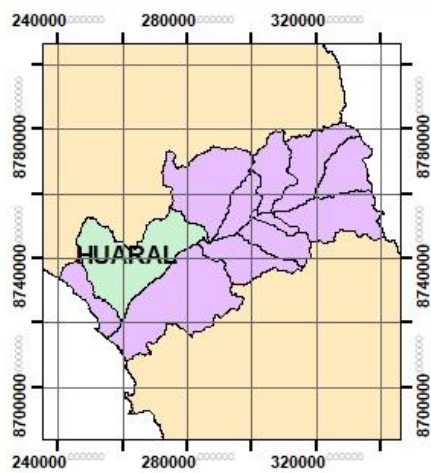
*Figura 1 Hacienda Casa blanca*

# MAPA DE UBICACIÓN

## UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



## UBICACIÓN PROVINCIAL



**UPeU**

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN	
MAPA DE UBICACION	
ELABORACION	CENIA NOELIA RAMOS VILLAFRANCA
FUENTE	Base de Datos Grafica GRSM
CARTA NACIONAL	1/100,000 IGN 13 Y 14 K
ESCALA	1:401,284
DATUM	WGS 84, ZONA 18 SUR

Figura 2 Ubicación geográfica de la provincia de Huaral - Lima

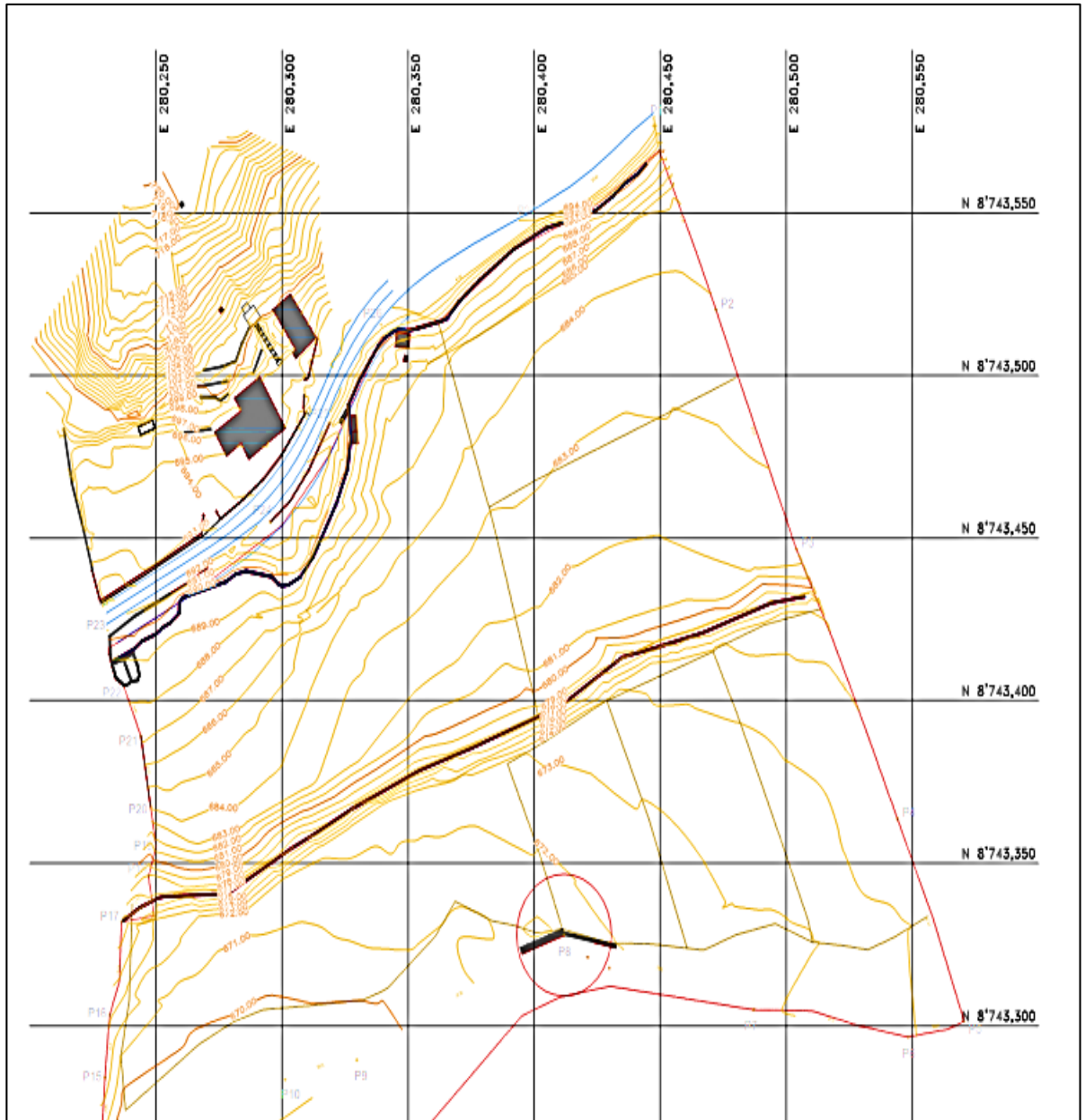


Figura 3 Plano territorial de la Hacienda Casa Blanca

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	61.81	81°11'12"	280447.283	8743576.807
P2	P2 - P3	80.25	179°44'20"	280472.122	8743520.203
P3	P3 - P4	92.19	182°22'19"	280504.034	8743446.571
P4	P4 - P5	67.57	177°12'57"	280544.163	8743363.573
P5	P5 - P6	22.64	79°15'32"	280570.587	8743301.380
P6	P6 - P7	61.95	159°57'52"	280548.468	8743296.566
P7	P7 - P8	78.70	170°46'25"	280487.087	8743304.927
P8	P8 - P9	90.70	222°4'44"	280411.819	8743327.915
P9	P9 - P10	29.10	166°48'47"	280329.680	8743289.446
P10	P10 - P11	69.63	209°58'3"	280301.208	8743283.441
P11	P11 - P12	28.34	163°39'51"	280249.364	8743236.964
P12	P12 - P13	15.76	74°21'55"	280223.796	8743224.746
P13	P13 - P14	26.03	153°47'11"	280221.086	8743240.267
P14	P14 - P15	18.83	192°12'20"	280228.395	8743265.251
P15	P15 - P16	19.41	178°32'52"	280229.743	8743284.036
P16	P16 - P17	28.95	176°18'58"	280231.621	8743303.349
P17	P17 - P18	17.76	152°0'0"	280236.269	8743331.926
P18	P18 - P19	9.58	199°34'22"	280247.017	8743346.066
P19	P19 - P20	12.54	207°24'18"	280249.925	8743355.197
P20	P20 - P21	21.97	180°28'4"	280247.804	8743367.559
P21	P21 - P22	16.69	193°32'3"	280243.911	8743389.180
P22	P22 - P23	18.25	176°43'35"	280237.193	8743404.454
P23	P23 - P24	72.70	96°47'47"	280230.810	8743421.556
P24	P24 - P25	38.60	204°56'28"	280295.436	8743454.860
P25	P25 - P26	36.33	184°0'37"	280319.094	8743485.365
P26	P26 - P27	67.80	150°53'33"	280339.295	8743515.558
P27	P27 - P1	56.49	185°23'55"	280399.644	8743546.450

Area: 61387.91 m<sup>2</sup>  
Area: 6.13879 ha  
Perimetro: 1160.57 ml

Figura 4 Coordenadas de Hacienda Casa Blanca

### 3.2. Descripciones meteorológicas.

Hualal presenta un terreno agrícola productivo por su clima y tierra fértil, los veranos suelen ser húmedos y cálidos, los inviernos son despejados y frescos, siendo la temperatura anual mínima de 9° C y máxima 30° C. se encuentra a 346 msnm.

Los datos meteorológicos en los meses de aplicación (agosto, septiembre y octubre) fueron los siguientes.

Tabla 2 Meteorología de Hualal Agosto-Octubre de 2019

Mes	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)		PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
<b>Agosto</b>	25.8	9.8	98.1	94.4	0	0.5
Promedio	<b>16.55</b>		<b>96.25</b>		<b>0.1</b>	
<b>Septiembre</b>	27.8	12.2	97.6	94.1	0.4	0
Promedio	<b>18.17</b>		<b>96.55</b>		<b>0</b>	
<b>Octubre</b>	29.6	9.6	98.1	94.3	0.6	0
Promedio	<b>18.77</b>		<b>96.56</b>		<b>0</b>	

*Elaboración propia- datos de SENAMHI.*

### 3.3. Materiales.

Tabla 3 Materiales

<b>Insumos.</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Personal</b>	<b>Análisis</b>
	Palas o palanas	Personal agrícola	Análisis NPK
EM.	Pico	Asesor	pH
Agua	Baldes	Co- Asesor	Materia orgánica
Melaza	Compostera		
	Tanques		
	Guantes		
	Fumigadora		
	Letreros de señalización		

*Elaboración propia*

### 3.4. Métodos.

#### Diagrama de proceso

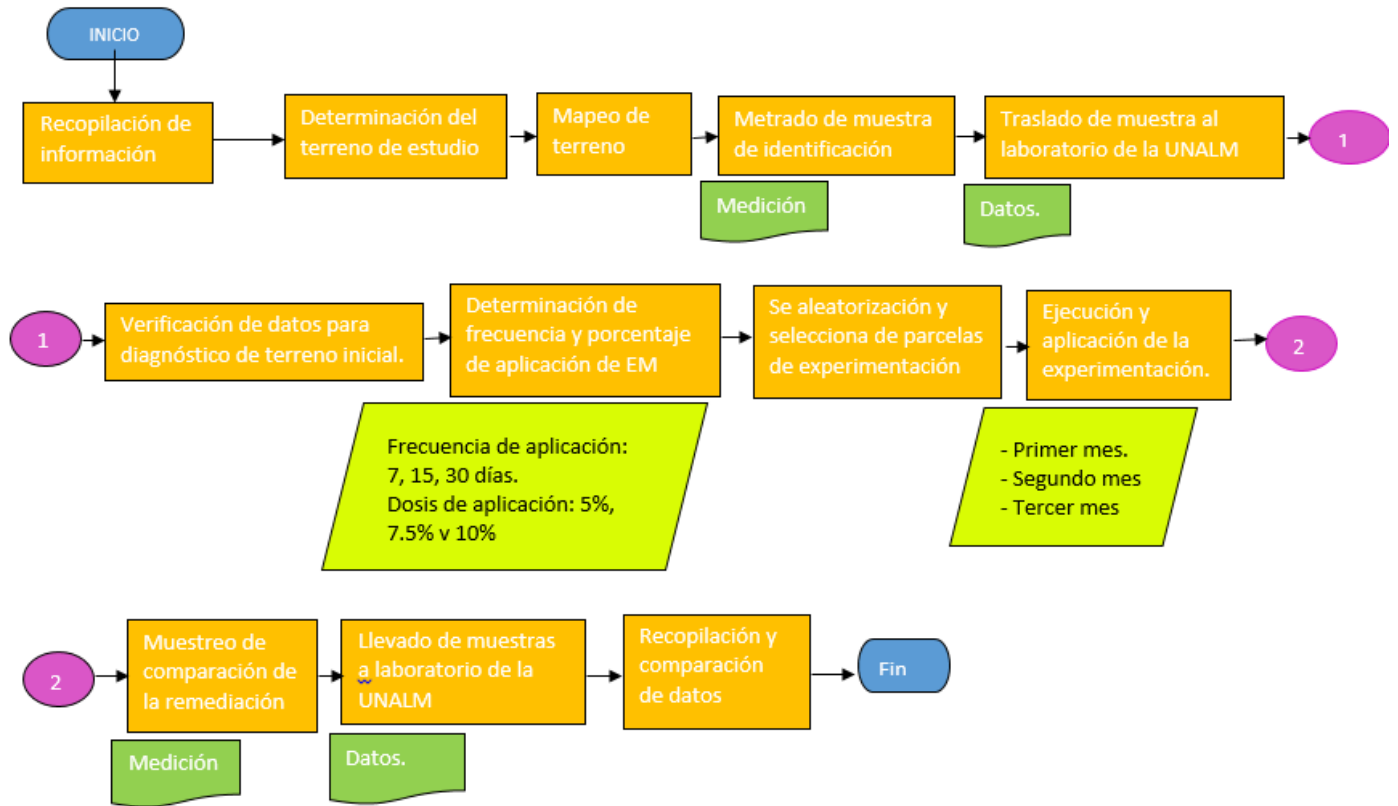






Figura 5 Diagrama de proceso

El flujograma de proceso consta de lo siguiente:

-  Inicio y fin de proceso
-  Actividades del proceso
-  Detalles del proceso
-  Datos a medida del proceso

### **3.4.1. Toma de muestras inicial.**

El ministerio del ambiente en su Guía para Muestra de Suelos (2014) recomienda el tipo de muestreo de identificación, para el análisis inicial. Se analiza los nutrientes iniciales de suelo en el terreno de cultivo de manzano. En nutrientes como NPK (nitrógeno, fósforo, potasio), pH, y materia orgánica.

Y los puntos de muestreo aleatorio simple donde se combina todos los puntos de muestreo posibles del terreno de manera que cualquier punto puede ser seleccionado indistintamente. La muestra es colocada sobre una superficie limpia y lisa para poder cuartear la muestra hasta obtener la cantidad suficiente de un kilogramo.

La muestra será introducida en bolsas herméticas limpias, debidamente rotuladas con código y fecha de muestreo. Durante su traslado deberá ser almacenado en un área seca y ventilada bajo condiciones normales.

Todas las muestras son llevadas con un máximo de 24 horas luego de haber sacado la muestra.

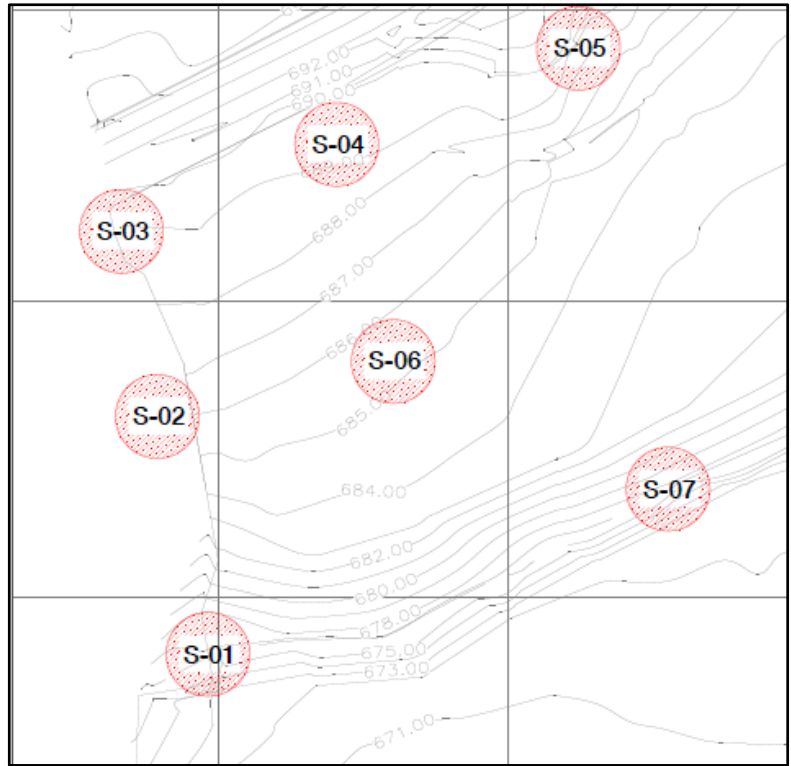
Los datos obtenidos en el muestreo deberán ser rellenados en la Tabla Resumen de Datos y Muestreo (Revisar Anexo 2).



*Figura 6 Toma de muestras*



*Figura 7 Cuarteo de la muestra*



CUADRO DE COORDENADAS		
ESTE	NORTE	PUNTO
280248.18	8743338.98	S - 01
280239.45	8743380.00	S - 02
280233.27	8743411.93	S - 03
280270.38	8743426.91	S - 04
280312.04	8743443.49	S - 05
280280.12	8743389.48	S - 06
280327.49	8743367.47	S - 07

Figura 8 Área de muestreo

### **3.4.2. Diseño de método estadístico.**

Se realizará un análisis estadístico, mediante el diseño factorial. Se usarán datos de las dosis de aplicación de microorganismos eficientes y frecuencia de aplicación, por tres meses, las cuales serán las repeticiones estadísticas. Con el uso de estos datos se podrá concluir si existe o no influencia de frecuencia y dosis de aplicación de microorganismo eficientes en los nutrientes de suelo.

Para el contraste de este análisis se usa la suma de cuadrados con la ayuda del software de investigación R, en la que se verifica la media, la desviación típica, el error típico y los valores máximos y mínimos por cada grupo. El método de análisis de varianza nos va permitir ver la influencia del tiempo de aplicación y la dosis de aplicación de EM en los cultivos de manzanos con referente a micro y macro nutrientes del suelo en la hacienda de Huaral.

Método de aplicación de EM, se tomó como referencia de la Guía de la tecnología de EM y de un artículo de revisión titulado “microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores” (María Andrea and José Ramón 2016)

Dosis de aplicación: 5%-7.5%-10% de EM por 20 litros de agua.

Frecuencia de aplicación: 7 días- 15 días-30 días

Entonces el análisis de varianza tendremos dos factores con tres niveles cada uno las variables independientes que son la dosis de aplicación y la frecuencia de aplicación de microorganismos eficientes en el suelo.

Para finalizar nuestro análisis con la ayuda del R veremos el valor calculado del estadístico F y su nivel de significancia en las variables. Las cuales nos ayudarán con el cumplimiento de los objetivos.

### **3.4.3. Variables**

#### **3.4.3.1. Variables independientes**

- Dosis de Microorganismos Eficientes –EM (5%, 7.5% y 10%)
- Frecuencia de aplicación (7 días, 15 días, 30 días)

#### **3.4.3.2. Variables dependientes**

- pH
- Nitrógeno (N)
- Fosforo (P)
- K (Potasio)
- M.O (Materia Orgánica)
- CE (Conductividad Eléctrica)
- CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico)

### **3.5. Preparación de insumos “Activación de EM”.**

Los Microorganismos Efectivos conocidos por su sigla en inglés –EM–, son una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos.

El EM contiene:

- Lactobacillus: Similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos.
- Levaduras: Como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos.
- Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas: Habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas.

Estos microorganismos no son nocivos, ni tóxicos, ni genéticamente modificados por el hombre; por el contrario, son naturales, benéficos y altamente eficientes.

El EM 1 es un “concentrado” de microorganismos en estado latente que necesita ser activado para su uso:

Para la activación es necesario contar con un recipiente de plástico (bidón, tanque, tarrina) que pueda cerrarse herméticamente. Las proporciones a utilizar son las siguientes:

La dosis de EM1 empleada será para la elaboración de 20 Litros de EM Activado.

Tabla 4 Porcentaje de ingredientes para activación de EM

EM1 Dosis	% EM1	% Melaza	%Agua
1 Litro	5%	5%	90%
1.5 Litros	7.5%	5%	87.5%
2 Litros	10%	5%	85%

Elaboración propia

La melaza debe ser de buena calidad o azúcar, el agua libre de cloro. Si el agua contiene cloro debe dejarse 24 horas en un recipiente abierto para que el cloro se volatilice.

Se pone la melaza en una olla y se la mezcla con una cantidad más o menos similar del agua caliente para que se diluya fácilmente. Luego se calienta la mezcla de melaza con agua y se la mantiene durante 20 minutos a una temperatura de 60° C o hasta que llegue a los 80° C, lo que suceda primero.

Posteriormente se vierte en el recipiente, el agua caliente, la mezcla de melaza con agua y por último el EM1.

Se cierra herméticamente y se mantiene por 7 días a una temperatura ambiente.

Es conveniente abrir el recipiente a los 4 o 5 días para que escapen los gases producidos por la fermentación.

El producto al final de este período estará con un olor agridulce y su pH (acidez) debe ser menor a 3.8.

A partir de ese momento el EM ya está Activado y pronto para utilizar.



*Figura 9 Concentrado de EM después de su activación.*

### **3.6. Aplicación del método.**

Para este estudio es necesario, la selección de 9 plantas del terreno de forma aleatoria para la aplicación EM en su suelo. Se contará con una planta testigo adicional a la cual no se le realizará la aplicación de ningún compuesto.

Se prepara el terreno, demarcando la zona experimental con barreras y letreros de señalización.



*Figura 10 Demarcación de la zona experimental en la hacienda Casa Blanca*

Una vez Activado el EM se procederá a almacenarlos en contenedores limpios y rotulados, los cuales no hayan tenido contacto ningún producto químico.



*Figura 11 Almacenamiento de EM activado*

Para su aplicación se colocará la proporción de EM activado dentro de un tanque de fumigación limpio, que permitirá esparcir el insumo directamente sobre el suelo de la planta, para una mejor retención del EM activado se utilizará la misma hojarasca del lugar para recubrir el suelo.

La aplicación del EM Activado se realizará cada 7,15 y 30 días al suelo de las plantas de manzano seleccionadas para el muestreo, esto se realizará durante 3 meses.

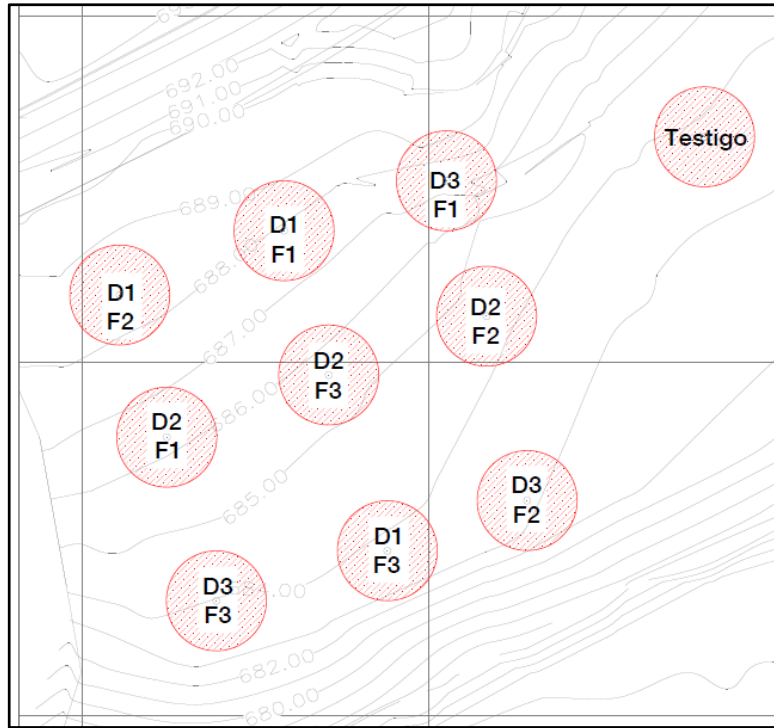
Tabla 5 Tiempo vs. Porcentaje dosis de EM

Tiempo vs. % EM	5%	7.5%	10%
<b>7 días</b>	Planta N°1	Planta N°2	Planta N°3
<b>15 días</b>	Planta N°4	Planta N°5	Planta N°6
<b>30 días</b>	Planta N°7	Planta N°8	Planta N°9

\*Las plantas serán identificadas mediante la utilización de un letrero (Ver Anexo N°13)



Figura 12 Aplicación de EM



LEYENDA	
D3-F1	Dosis 3 / Frecuencia 1
D1-F1	Dosis 1 / Frecuencia 1
D1-F2	Dosis 1 / Frecuencia 2
D2-F1	Dosis 2 / Frecuencia 1
D3-F3	Dosis 3 / Frecuencia 3
D2-F3	Dosis 2 / Frecuencia 3
D1-F3	Dosis 1 / Frecuencia 3
D3-F2	Dosis 3 / Frecuencia 2
D2-F2	Dosis 2 / Frecuencia 2

*Figura 13 Puntos de Aplicación de EM y Testigo*

### 3.6.1. Toma de muestras post aplicación.

El ministerio del ambiente en su Guía para Muestra de Suelos (2014) menciona que para una muestra superficial de suelo agrícola la toma de muestra debe ser de una profundidad de 30-60 cm. El personal a realizar la actividad deberá hacer usos de guantes. Se procederá a retirar toda la hojarasca presente en el lugar. Se deberá tomar la muestra de suelo de una profundidad de 30-60 cm, con el uso de picos y palas.



*Figura 14 Limpieza y adecuación de suelo a muestrear*

La muestra será introducida en bolsas herméticas limpias, debidamente rotuladas (N° planta, % de Dosis de EM, Tiempo de Aplicación) Revisar Anexo 1.

Durante su traslado deberá ser almacenado en un área seca y ventilada bajo condiciones normales. Todas las muestras son llevadas con un máximo de 24 horas luego de haber sacado la muestra.



*Figura 15 Muestras llevadas al laboratorio*

### **3.7. Análisis de propiedades físico químicas de suelo**

El Análisis de Suelo serán realizados en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria la Molina, todas las muestras son llevadas con un máximo de 24 horas luego de haber sacado la muestra.

1. pH ó reacción del suelo: Medición el potenciómetro de la suspensión de suelo: agua en relación 1:1.
2. Conductividad Eléctrica: Medición del contenido de sales solubles del extracto acuoso en la relación suelo: agua o en el extracto de la pasta de saturación.
3. Calcáreo total ( $\text{CaCO}_3$ ): Método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
4. Materia orgánica: Método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
5. Carbono orgánico: Método de Walkley y Black o del Dicromato de Potasio, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
6. Fósforo disponible: Método de Olsen modificado, extracción con  $\text{NaHCO}_3$  0.5N, pH
7. Potasio disponible: Extracción con acetato de amonio y lectura por espectrofotometría de absorción atómica.
8. Textura del suelo: Método del hidrómetro, cuantificación del contenido de arena, limo, y arcilla en porciento.
9. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Saturación del complejo arcillo-húmico con acetato de amonio, y posterior destilación del nitrógeno por Kjeldahl.
10. Cationes cambiables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ): Reemplazo de los cationes adsorbidos con el acetato de amonio y posterior cuantificación de los cationes por espectrofotometría de absorción atómica.
11. Cationes  $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$ : Método de Yuan, extracción con KCl 1N.
12. Nitrógeno total: Método de Kjeldahl.

## CAPTULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4. Resultados.

##### 4.1. Diagnóstico del suelo de estudio

###### 4.1.1. pH inicial.

Resultado de los análisis de laboratorio se obtuvo 7,32 de pH. Teniendo en cuenta que el nivel de pH para manzanos recomendable para su óptimo desarrollo es neutro de 6.6 a 7.5 de pH (Andradez Marisol 2014).

###### 4.1.2. Nitrógeno inicial.

Para nitrógeno se obtuvo un resultado de 0,12 %. Es de gran importancia controlar el nivel de nitrógeno ya que los agroquímicos nitrogenados, alteran el ciclo de nitrógeno, acelerando y aumentando los riesgos de desnitrificación. Los cuales se ven reflejados en la coloración vegetal de la producción (Florencia y Plasencia, 2019).

Tabla 6 Porcentaje de nitrógeno en el suelo

Contenido de nitrógeno (%)	Suelo
<b>&lt; 0,05</b>	Muy bajo
<b>0,06-0,10</b>	Bajo
<b>0,11-0,20</b>	Normal
<b>0,21-0,30</b>	Alto
<b>&gt; 0,31</b>	Muy Alto

Fuente: (Rubio Carrera Olga 2014)

#### 4.1.3. Fósforo inicial.

El nivel de fosforo obtenido fue de 43.7 ppm. Es considerado un nivel alto de fósforo, por la textura que se tiene, que es franco, y el tipo de suelo es para riego constante (Rubio Carrera Olga 2014) menciona que a partir de 26 ppm de fósforo es alto. El fosforo está relacionado con el nitrógeno para la producción de encimas fotosintéticas, por lo que el exceso de esta influye en la captura de luz, pudiendo ocasionar daño lumínico (Novoa, Miranda, and Melgarejo 2018).

#### 4.1.4. Potasio inicial.

Para el contenido de potasio en el suelo nos guiamos de la siguiente tabla:

Tabla 7 Contenido de potasio en el suelo

K (ppm)	Contenido
<b>0-50</b>	Muy bajo
<b>50-100</b>	Bajo
<b>100-150</b>	Normal
<b>150-200</b>	Alto
<b>&gt; 200</b>	Muy Alto

Fuente: (Rubio Carrera Olga 2014).

Y el resultado obtenido en esta fase de identificación fue de 199 ppm lo que indica que el nivel de potasio en el suelo de estudio es alto, y óptimo para cultivo de manzanos, ya que esta ayuda en la floración del árbol y la resistencia

de la planta para las plagas. Por otro lado el exceso de este nutriente limitaría la capacidad de utilización de calcio y magnesio (Fiorella, 2017).

#### 4.1.5. Materia orgánica inicial.

La materia orgánica depende de su entorno, como la textura del suelo y el pH al que está expuesto, para el desarrollo de la biología contenida, en este análisis inicial obtuvimos 2.18 % de materia orgánica, teniendo en cuenta que nuestro nivel de pH es de 7,32 y la textura es franco arenoso, nos guiamos de la siguiente tabla para su interpretación, en la que se aprecia que la concentración de materia orgánica es alta:

Tabla 8 Materia orgánica según textura de suelo

<b>Arenoso</b>	<b>Franco</b>	<b>Arcilloso</b>	<b>Contenido</b>
< 0,7	< 1,0	< 1,2	Muy bajo
0,7 – 1,2	1,0 – 1,5	1,2 – 1,7	Bajo
1,2 – 1,7	1,5 – 2,0	1,7 – 2,2	Normal
1,7 – 2,2	2,0 – 2,5	2,2 – 3,0	Alto
> 2,2	> 2,5	> 3,0	Muy Alto

Fuente: (Andradez Marisol 2014)

#### 4.1.6. Conductividad eléctrica inicial.

Los resultados de la conductividad eléctrica obtenida fue de 1.85 dS/m. Lo que indica que es un suelo no salino.

Tabla 9 Conductividad eléctrica optima

<b>CE(es)(dS/m)</b>	<b>Clasificación</b>
< 2	No salino
2 – 4	Ligeramente salino
4 – 8	Salino
> 8	Muy Salino

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, UNALM.

#### 4.1.7. Capacidad de intercambio catiónico.

La capacidad de intercambio catiónico depende de la textura de suelo, por lo que nos guiamos de la siguiente tabla para su interpretación:

Tabla 10 Valores medios de capacidad de intercambio catiónico

<b>Tipo de suelo</b>	<b>% de arcilla</b>	<b>Capacidad de intercambio catiónico (valores medios) (meq/100g)</b>
Arenoso	< 10	10
Franco	10 – 30	15
Arcilloso	> 30	20

Fuente: (Andradez Marisol 2014)

El resultado obtenido en la muestra inicial de suelo de estudio es de 16,64 meq/100g, a textura del suelo fue de 54% de arena, 28% de limo y 18% de arcilla. Teniendo como consecuencia un suelo franco arenoso lo que indica que hay un buen nivel de capacidad de intercambio catiónico.

#### 4.1.8. Estado de suelo pre-tratamiento

Para la aplicación del tratamiento a base de EM, en la Hacienda Casa Blanca, se requería un diagnóstico de las características del suelo, por lo que se llevó una muestra de suelo al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en la que se analizó las propiedades físico-químicas del suelo.

Teniendo estos resultados, de un suelo en el que se usa agroquímicos en todo el proceso de producción de manzanos, se puede notar que el suelo contiene características óptimas de desarrollo para manzanos, considerando que esto es debido a la aplicación de insumos químicos netamente, por lo que se busca remplazar los químicos por una producción orgánica, y tener un suelo de igual o mejor calidad para la producción.

#### 4.2. Resultados post aplicación de tratamiento.

##### 4.2.1. pH pos-tratamientos.

El nivel de pH en el suelo fue controlado cada mes, y después de los tratamientos fueron los siguientes:

Tabla 11 pH pos-tratamiento

	F1			F2			F3		
D1	7.74	7.64	7.69	7.83	7.64	7.69	7.83	7.46	7.73
D2	7.82	7.51	7.73	7.40	7.67	7.69	7.48	7.47	7.56
D3	7.70	7.47	7.52	7.52	7.51	7.52	7.74	7.34	7.51

F1= Aplicación de cada 7 días, F2= Aplicación de cada 15 días, F3= Aplicación de cada 30 días, D1= 5% de concentración de EM, D2= 7,5% de concentración de EM, D3= 10% de concentración de EM.

Para el análisis de estos datos usamos el programa estadístico R, el cual nos muestra la distribución de datos, normalidad y efecto de los tratamientos en el suelo.

Tabla 12 Prueba de Shapiro-Wilks para pH

Variable	n	p (Unilateral D)
RDUO pH	27	0.8108

La prueba de Shapiro-Wilks nos muestra que los datos residuales siguen una distribución normal.

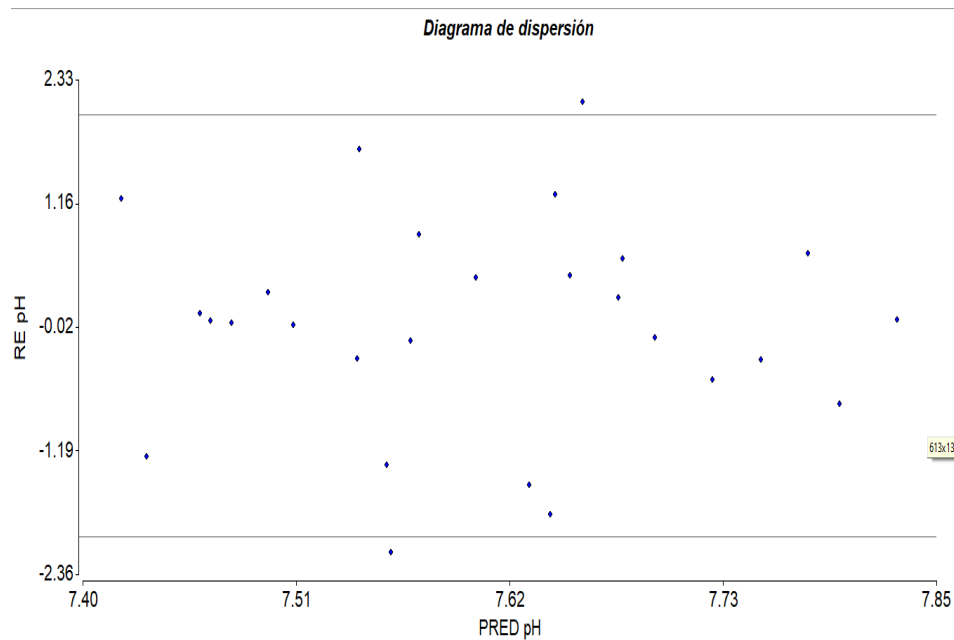


Figura 16 Distribución de datos de pH

El gráfico nos muestra la dispersión y distribución de datos, y ya que los datos se encuentran dentro de los límites de 2 y -2, indica que los datos tienen

un nivel de significancia de 95% de confianza. Que cumple que los datos son homogéneos e independiente, en el siguiente cuadro se verifica que no existe diferencia significativa entre las dosis y frecuencias, por lo que el nivel de pH en los tratamientos continuó neutros y óptimos para el cultivo de manzanos.

Tabla 13 ANOVA para pH

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Error</b>
Modelo	0,34	14	0,02	1,90	0,1353	
Dosis	0,12	2	0,06	3,97	0,1121	(Dosis*Repeticiones)
Dosis*Repeticiones	0,06	4	0,01	1,15	0,3808	
Frecuencia	0,03	2	0,01	1,08	0,3714	
Frecuencia*Dosis	0,03	4	0,01	0,60	0,6721	
Repeticiones	0,11	2	0,05	4,20	0,0415	
Error	0,15	12	0,01			
Total	0,49	26				

Ya que nuestros datos muestran que el p-Valor, para dosis y frecuencia de aplicación son mayores a 0,05 indica que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos para pH.

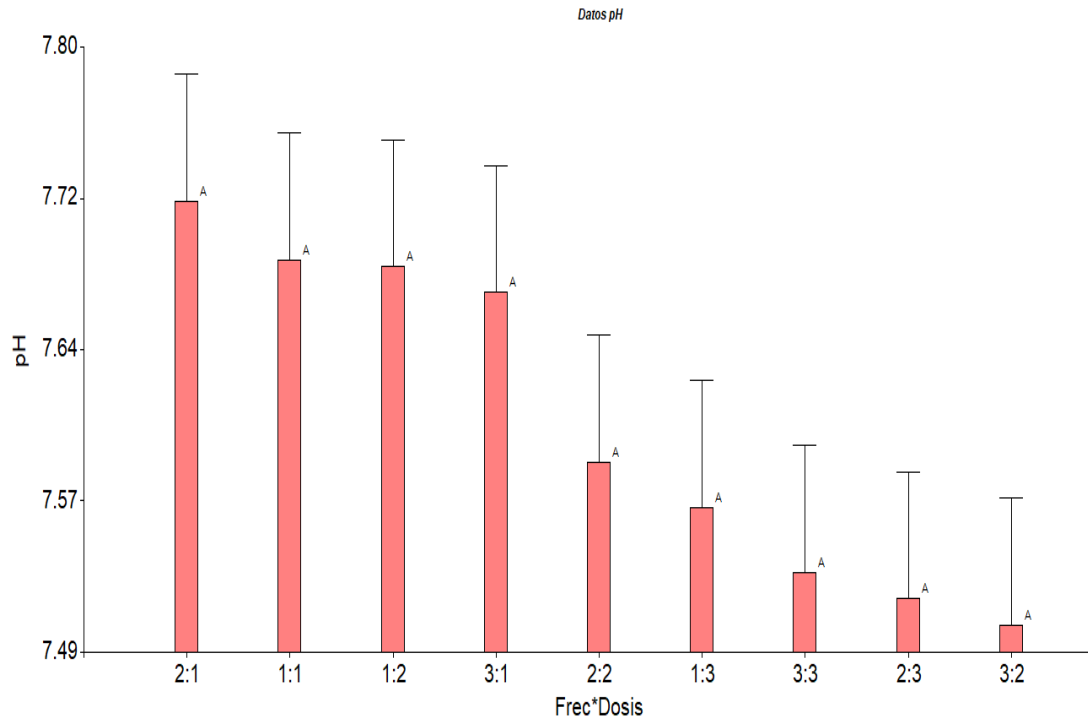


Figura 17 Nivel de pH máximo y mínimo según los tratamientos

En el gráfico se aprecia que los niveles de pH en los tratamientos no alcanzan la acidez ni la alcalinidad, manteniéndose en un nivel básico de entre 7,8 a 7,5 de pH, teniendo que el pH más alto es de 7,7 y el pH más bajo de 7,52.

(Andradez Marisol 2014), menciona que los suelos para cultivo de manzanos deben ser neutros, entre 6,6 y 7,5 de pH. Por lo que en este caso se debería tener como prioridad el nivel de pH menor, que son los tratamientos de D2F3, D3F2 y D3F3.

#### 4.2.2. Nitrógeno pos-tratamiento.

Los datos obtenidos de nitrógeno total en el suelo, desde el primer mes de tratamiento fueron los siguientes.

Tabla 14 Nitrógeno total pos-tratamiento

	<b>F1</b>			<b>F2</b>			<b>F3</b>		
<b>D1</b>	0.13	0.08	0.14	0.15	0.13	0.12	0.13	0.17	0.14
<b>D2</b>	0.14	0.08	0.14	0.19	0.07	0.14	0.21	0.07	0.14
<b>D3</b>	0.16	0.14	0.14	0.16	0.09	0.14	0.15	0.18	0.17

Estos datos son obtenidos en control de cada mes, lo cual nos muestra las repeticiones del tratamiento, frecuencia y dosis de aplicación, en F1 representa frecuencia de cada 7 días de aplicación, F2 cada 15 días de aplicación, F3 cada 30 días de aplicación, D1 en dosis de 5% de concentración de EM, D2 representa el 7,5% de EM, y D3 el 10% de concentración de EM.

Tabla 15 Prueba de Shapiro-wilk para nitrógeno

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO N	27	0.1766

La prueba de Shapiro-wilk, muestra que el p-valor es mayor a 0,05 el cual indica que los datos residuales de nitrógeno en los tratamientos muestran una distribución normal.

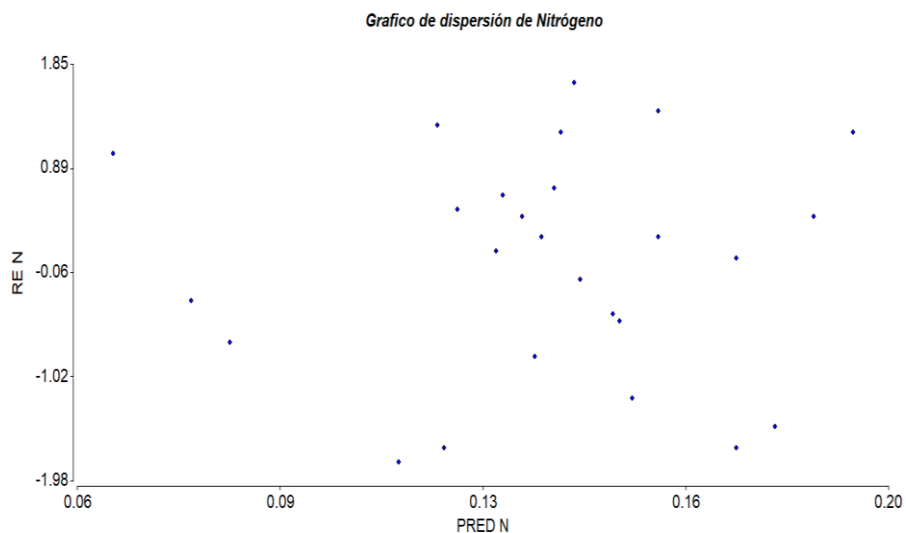


Figura 18 Distribución de datos para nitrógeno

El diagrama de dispersión para los datos de nitrógeno, muestra que los datos residuales estudentizados y los datos predichos se encuentran en una dispersión menor a 2 y mayor a -2, por lo que no se incumple los supuestos de homogeneidad e independencia y se puede continuar con el análisis de varianza.

Tabla 16 ANOVA para Nitrógeno

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Error</b>
Modelo	0,02	14	0,03	2,55	0,0562	
Dosis	0,03	2	0,04	0,36	0,7170	(Dosis*Repeticiones)
Dosis*Repeticiones	0,01	4	0,03	3,24	0,0509	
Frecuencia	0,03	2	0,03	2,07	0,1686	
Frecuencia*Dosis	0,03	4	0,04	0,46	0,7611	
Repeticiones	0,01	2	0,03	7,17	0,0089	
Error	0,01	12	0,04			
Total	0,03	26				

No existe interacción entre la frecuencia y dosis de aplicación, debido a que el p-valor es mayor a 0,05 ya que el nivel de confianza es de 95%, vemos también que los valores de nitrógeno en las diferentes dosis y frecuencia no tienen diferencias significativas, por lo que la prueba de Tukey nos muestra los datos mayores y menores, mediante el siguiente gráfico de barras.

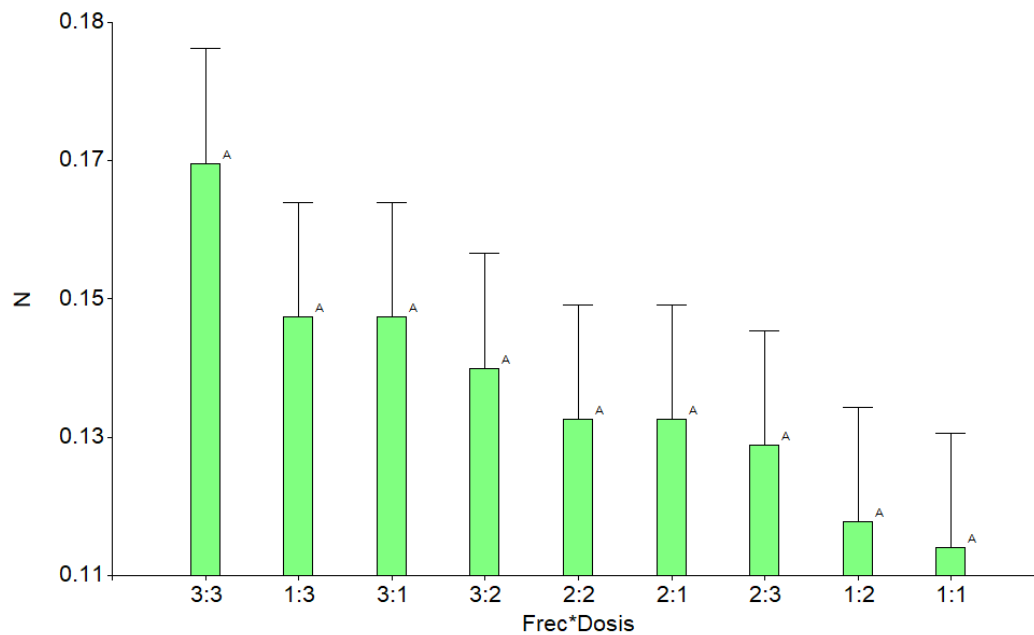


Figura 19 Nivel de nitrógeno máximo y mínimo por tratamiento

(Rubio Carrera Olga 2014), Menciona que el nivel normal de nitrógeno es de 0,11 a 0,20% por lo que nuestros datos se encuentran dentro del nivel óptimo para cultivo de manzanos, en este caso priorizamos los tratamientos con mayor porcentaje los que son, D3F3,D3F1,D1F3 y D2F3.

### 4.2.3. Fosforo pos-tratamiento.

Los datos obtenidos de fosforo luego de aplicar los tratamientos fueron los siguientes.

Tabla 17 Fósforo pos-tratamiento

	<b>F1</b>			<b>F2</b>			<b>F3</b>		
<b>D1</b>	27.5	19.9	32.2	21.3	20.8	29.2	31.9	29.6	24.7
<b>D2</b>	24.8	26.1	15.8	34.9	40.6	30.8	32.2	25.2	25.6
<b>D3</b>	27.6	19.8	19.0	34.5	42.6	32.7	20.3	44.2	22.3

Ya obtenidos los datos usamos el programa para verificar la distribución de datos adecuada, la cual se determina mediante la prueba de shapiro-wilk

Tabla 18 Prueba de shapiro-wilk para fosforo

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO P	27	0.0906

Los residuos siguen una distribución normal, por lo que se puede continuar con el análisis de varianza.

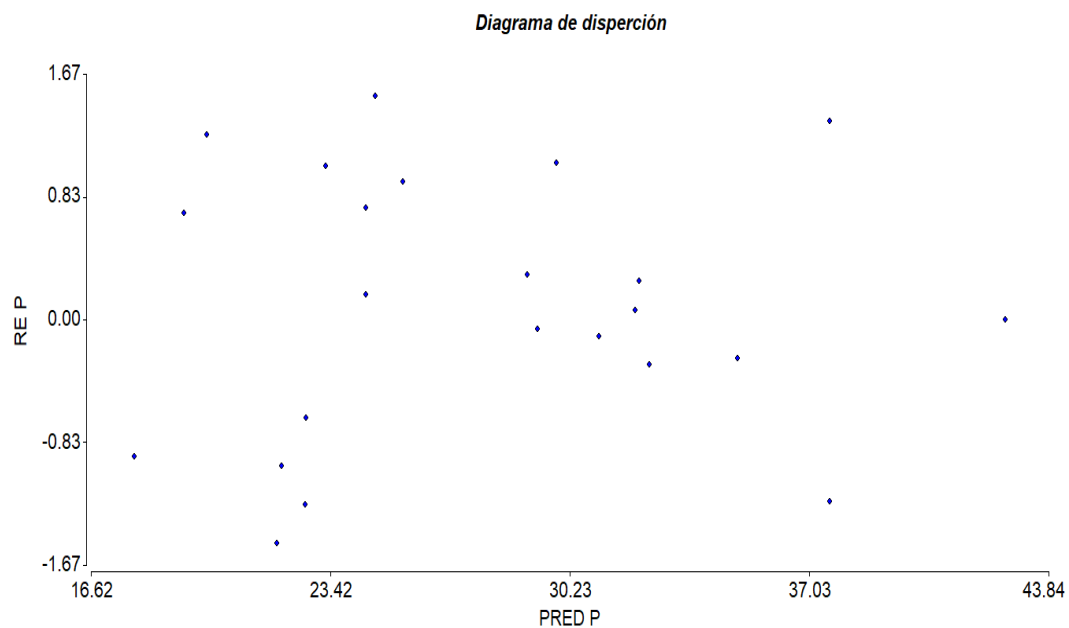


Figura 20 Distribución de datos para fósforo

Ya que nuestros datos cumplen con los requisitos de distribución homogénea e independiente pasamos a analizar la varianza.

Tabla 19 ANOVA para Fosforo

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Error</b>
Modelo	1000,26	14	71,45	11,48	0,0008	
Dosis	23,74	2	11,87	0,16	0,8558	(Dosis*Repeticiones)
Dosis*Repeticiones	293,22	4	73,31	11,78	0,0020	
Frecuencia	2014,07	2	107,04	17,20	0,0013	
Frecuencia*Dosis	437,83	4	109,46	17,59	0,0005	
Repeticiones	31,39	2	15,70	2,52	0,1414	
Error	49,78	8	6,22			
Total	1050,04	22				

El análisis de varianza de los datos obtenidos muestra diferencia significativa en la frecuencia de aplicación, y la interacción entre dosis y frecuencias, mas no hay diferencia en las repeticiones, ya que nuestro p-valor para frecuencia y su interacción con la dosis muestran ser menor a 0,05.

En la siguiente figura obtenida a base de la prueba de tunkey, muestra la diferencia entre los tratamientos aplicados y los de mayor o menor efectividad.

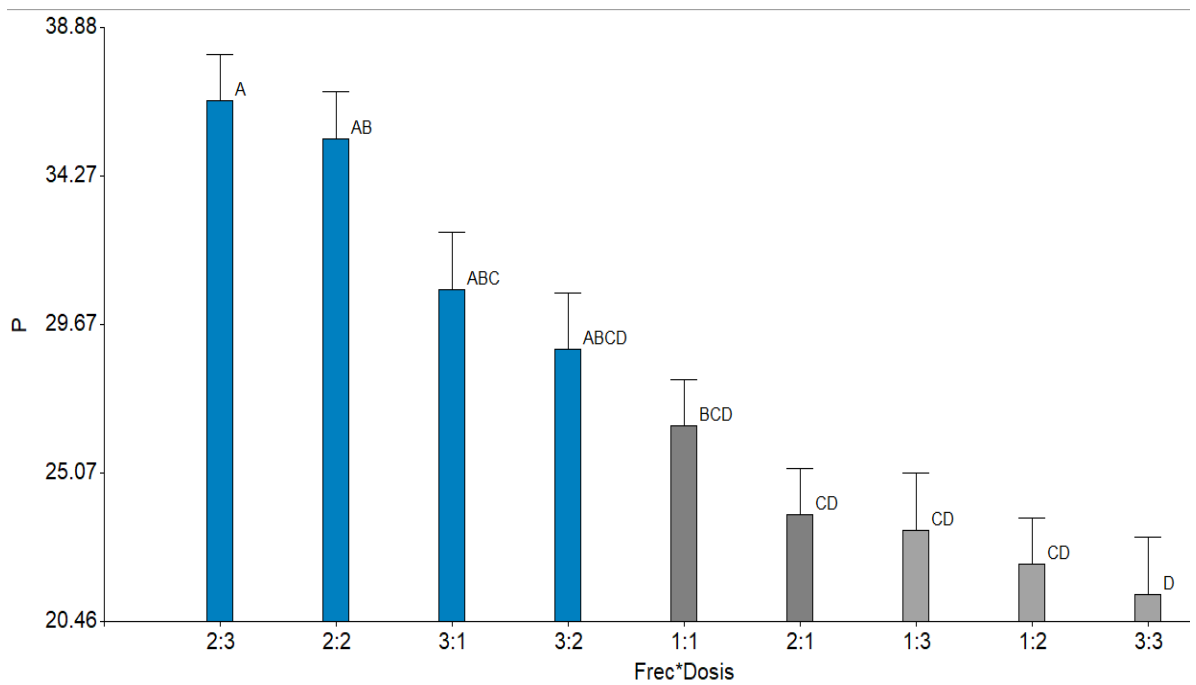


Figura 21 Nivel de fósforo máximo y mínimo por tratamiento

Lo que nos muestra esta prueba es las primeras cuatro barras muestran un nivel significativamente diferente a las siguientes cinco barras, teniendo como fosforo más alto los tratamientos, D3F2, D2f2, D1F3, D2F3 y el resto de tratamientos tienen efectos bajos en el suelo

para obtener un nivel de fósforo ideal para cultivos de manzanos y ya que tenemos un suelo de regadío y con textura franco, se debe tener niveles mayores a 26ppm, para considerar un nivel alto de fósforo en el suelo, y el resto de tratamiento mantiene un nivel de fósforo normal, por ser mayor a 16 y menor a 25ppm (Novoa, Miranda, and Melgarejo 2018)

#### 4.2.4. Potasio pos-tratamiento.

Los datos obtenidos de potasio luego de aplicar los tratamientos fueron los siguientes.

Tabla 20 Potasio pos-tratamiento

	<b>F1</b>			<b>F2</b>			<b>F3</b>		
<b>D1</b>	180	194	173	191	155	167	163	184	179
<b>D2</b>	173	219	138	278	163	166	185	116	135
<b>D3</b>	156	126	128	193	256	161	125	263	173

Para comprobar la distribución y normalidad de los datos realizamos la prueba de shapiro-wilk.

Tabla 21 Prueba de shapiro-wilk para fosforo

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO K	27	0.6960

Y el p-Valor de la prueba de shapiro-wilk muestra que los datos siguen una normalidad y homogeneidad.

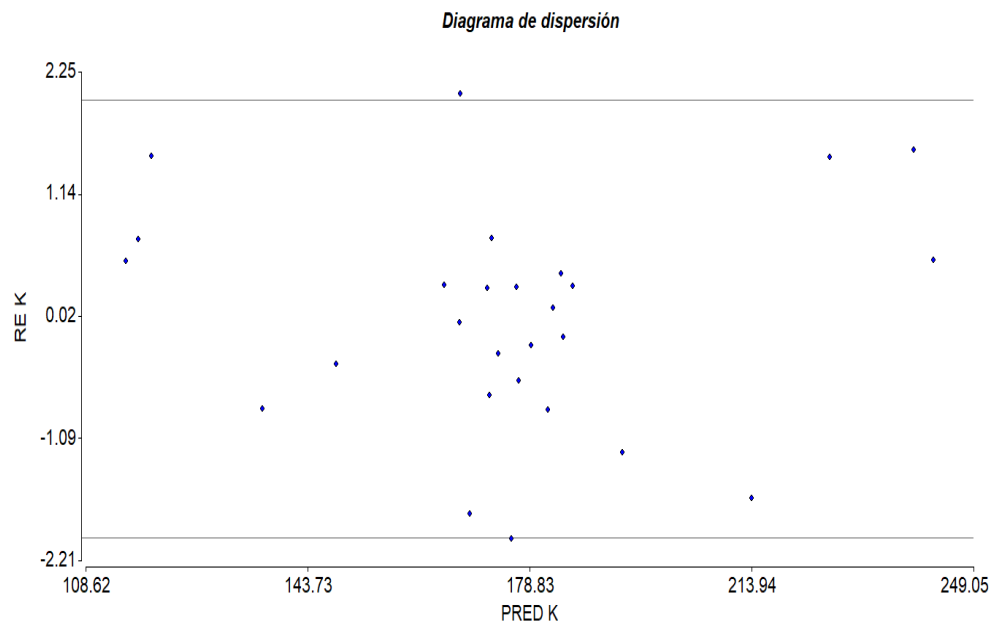


Figura 22 Distribución de datos para potasio

En el diagrama de dispersión se puede notar que los datos se encuentran dentro del rango de aceptación para una homogeneidad de datos, y realizar el análisis de varianza.

Tabla 22 ANOVA para potasio

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Error</b>
Modelo	26187,78	14	1870,56	1,34	0,3100	
Dosis	9,56	2	4,78	0,03	0,9980	(Dosis*Repeticiones)

Dosis*Repeticiones	9524,22	4	2381,06	1,70	0,2138
Frecuencia	3822,00	2	1911,00	1,37	0,2919
Frecuencia*Dosis	8508,44	4	2127,11	1,52	0,2576
Repeticiones	4323,56	2	2161,78	1,55	0,2527
Error	16778,89	12	1398,24		
Total	42966,67	26			

Lo que os muestra el análisis de varianza es que no existe diferencia significativa entre dosis y frecuencia, tampoco en las repeticiones, por lo que realizamos la prueba de tunkey para que nos muestre los resultados más óptimos.

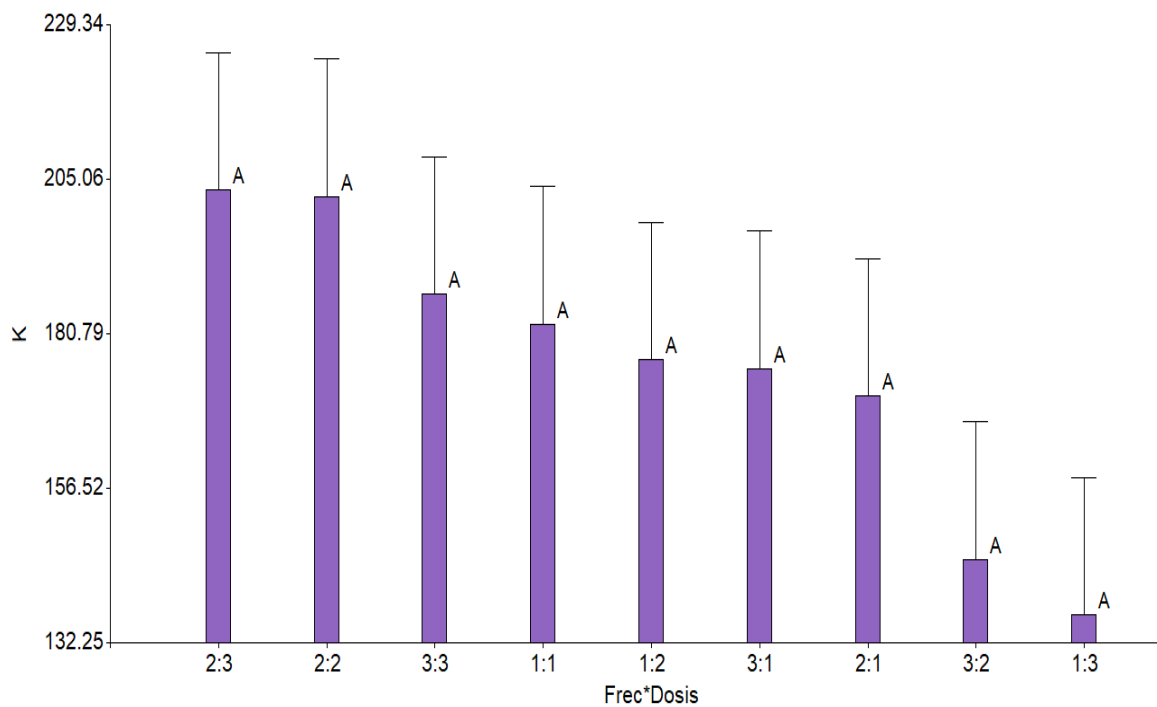


Figura 23 Nivel de potasio máximos y mínimos por tratamiento

Lo que nos muestra esta prueba de tunkey, es que los datos no existe diferencias significativa entre los tratamientos, sin embargo el nivel de potasio a partir de 150 a 200ppm es alto como es el caso de las 7 primeras barras y de 100 a 150 es un nivel normal de potasio como se muestra en las dos últimas barras, por lo que nos es más efectivo contar con un nivel de potasio no muy alto, ya que este influiría en la salinidad del suelo (Rubio Carrera Olga 2014)

#### 4.2.5. Materia orgánica pos-tratamiento.

Los datos obtenidos en los análisis de suelo después de los tratamientos fueron los siguientes:

Tabla 23 Materia orgánica pos-tratamiento

	<b>F1</b>			<b>F2</b>			<b>F3</b>		
<b>D1</b>	1.74	1.23	1.70	1.72	1.78	1.56	2.04	2.43	1.93
<b>D2</b>	2.17	2.47	1.92	2.96	1.56	1.92	2.51	2.29	1.84
<b>D3</b>	2.24	2.28	2.04	2.33	2.77	1.89	1.92	3.14	2.26

Para comprobar la distribución y normalidad de los datos realizamos la prueba de shapiro-wilk.

Tabla 24 Prueba de shapiro-wilk para materia orgánica

Variable	N	p (Unilateral D)
RDUO M.O	27	0.6543

Y el p-Valor de la prueba de shapiro-wilk muestra que los datos siguen una normalidad y homogeneidad.

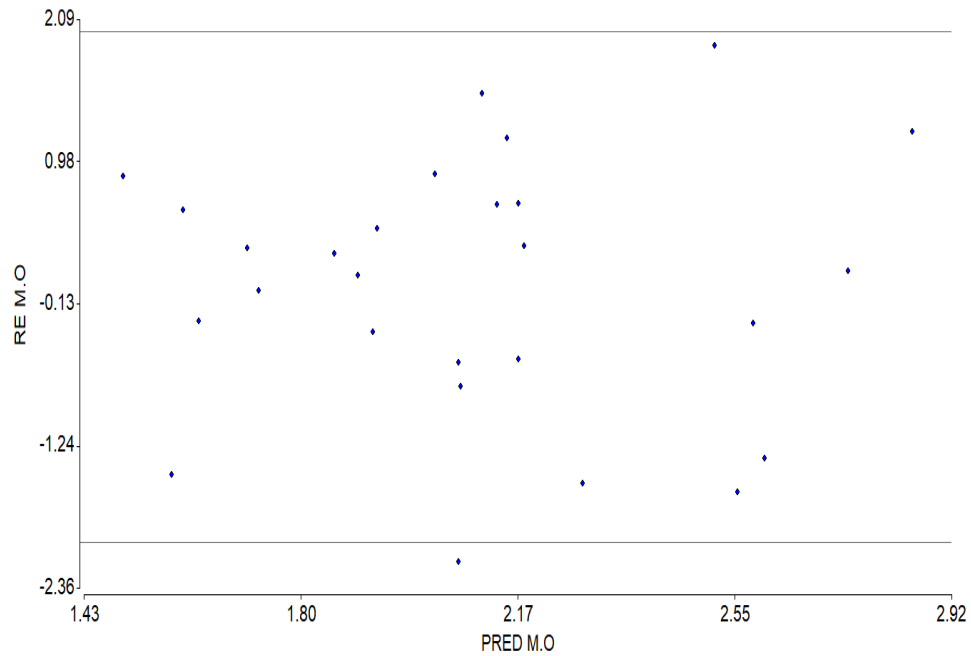


Figura 24 Distribución de datos para M.O

Lo que el gráfico muestra es la distribución de datos de materia orgánica, ya que se encuentran dentro de los límites de 2 y -2 en los datos residuales, por lo que se puede continuar con el análisis de varianza.

Tabla 25 ANOVA para Materia Orgánica.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Error</b>
Modelo	3,46	14	0,25	1,95	0,1267	
Dosis	1,34	2	0,67	2,98	0,1612	(Dosis*Repeticiones)
Dosis*Repeticiones	0,90	4	0,23	1,78	0,1978	
Frecuencia	0,39	2	0,20	1,55	0,2523	
Frecuencia*Dosis	0,26	4	0,07	0,51	0,7273	
Repeticiones	0,56	2	0,28	2,20	0,1533	
Error	1,52	12	0,13			
Total	4,98	26				

La tabla del análisis de varianza muestra que no existe diferencia significativa entre las dosis y frecuencia de aplicación de EM en suelo para cultivo de manzanos. Por ello realizamos la prueba de tunkey, para mostrarnos lo datos máximos y mínimos de materia orgánica por tratamiento.

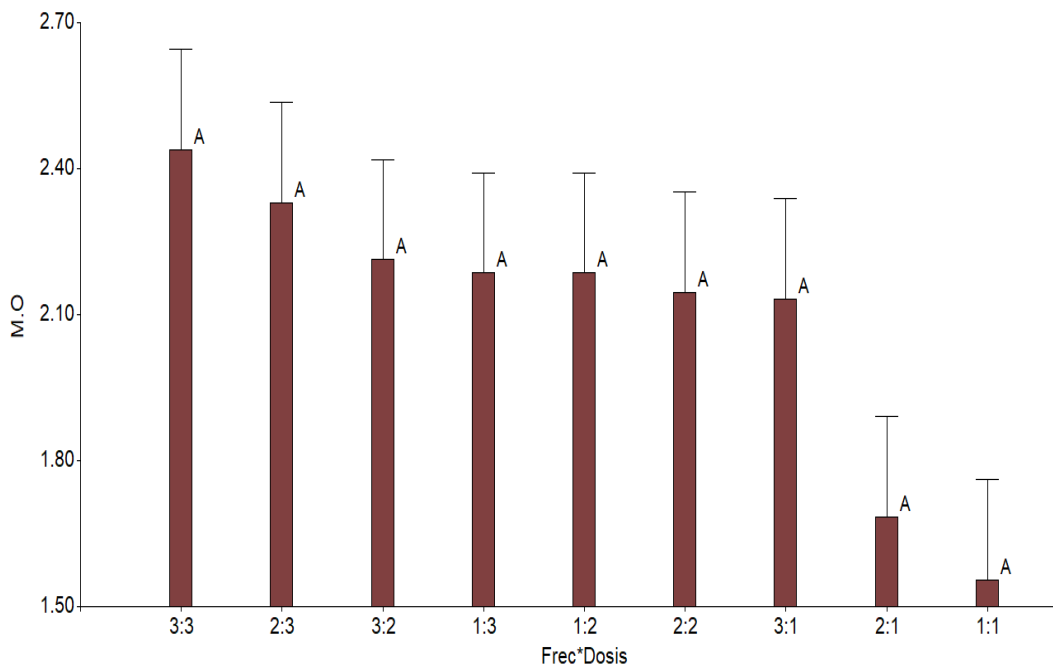


Figura 25 Nivel de M.O máximos y mínimos por tratamiento

La prueba de tunkey nos da los datos máximos y mínimos, por cada tratamiento realizado, y podemos notar en la figura que los tratamientos de menos materia orgánica son D1F1, D1F2 y los tratamientos con mayor materia orgánica presente fueron D3F3 y D3F2, el resto de tratamientos tiene el mismo nivel de materia orgánica presente en el suelo. Teniendo en cuenta que el nivel normal de materia orgánica en el suelo es de 1,5 a 2,0. Un nivel alto de materia orgánica es de 2,0 a 2,5 (Andradez Marisol 2014)

#### 4.2.6. Conductividad eléctrica pos-tratamiento.

Los datos obtenidos en conductividad eléctrica en el suelo después de la aplicación de los tratamientos, es la siguiente.

Tabla 26 Conductividad eléctrica pos-tratamiento

	<b>F1</b>			<b>F2</b>			<b>F3</b>		
<b>D1</b>	1.17	0.34	0.47	1.01	0.48	0.44	0.64	0.82	0.42
<b>D2</b>	1.38	2.21	0.65	2.33	0.56	0.57	2.96	0.74	0.59
<b>D3</b>	0.70	1.65	0.93	1.31	1.14	0.67	0.89	1.24	0.59

Para comprobar la distribución y normalidad de los datos de conductividad eléctrica (CE) realizamos la prueba de shapiro-wilk.

Tabla 27 Prueba de shapiro-wilk para C.E

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO C.E	27	0.7039

Y el p-Valor de la prueba de shapiro-wilk muestra que los datos de conductividad eléctrica siguen una normalidad y homogeneidad.

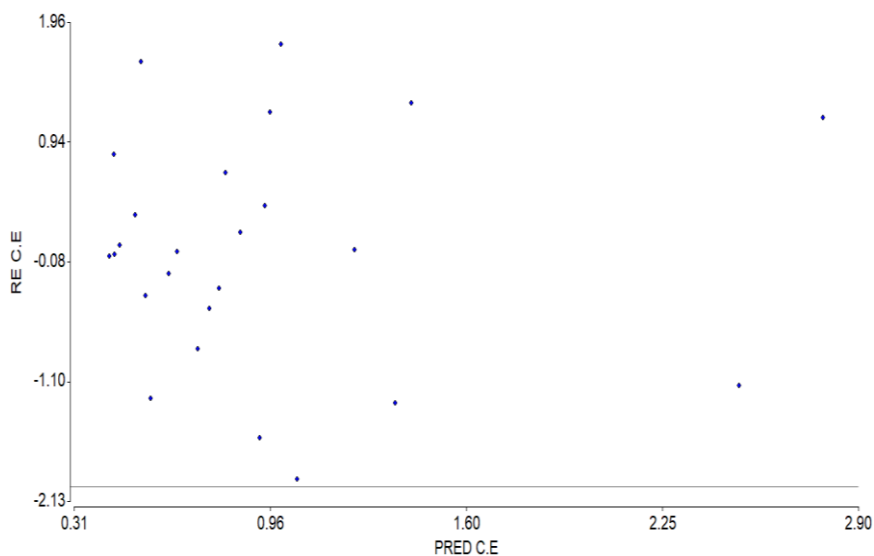


Figura 26 Distribución de datos para conductividad eléctrica

Lo que muestra el diagrama de dispersión es la homogeneidad de los datos y que siguen una normalidad, ya que los datos residuales se encuentran dentro del rango de 2 y -2. Y se puede continuar con el análisis de varianza.

Tabla 28 ANOVA para Conductividad Eléctrica.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Error</b>
Modelo	8,32	14	0,59	8,28	0,0010	
Dosis	1,31	2	0,66	0,84	0,4959	(Dosis*Repeticiones)
Dosis*Repeticiones	3,12	4	0,78	10,88	0,0012	
Frecuencia	0,01	2	0,03	0,06	0,9442	
Frecuencia*Dosis	0,31	4	0,08	1,07	0,4202	
Repeticiones	3,57	2	1,79	24,86	0,0001	
Error	0,72	10	0,07			
Total	9,04	24				

El análisis de varianza nos muestra que existe diferencia significativa, entre la interacción de dosis con repetición y entre los datos de repetición. Para verificar las diferencias realizamos la prueba de tunkey para frecuencia y dosis de aplicación.

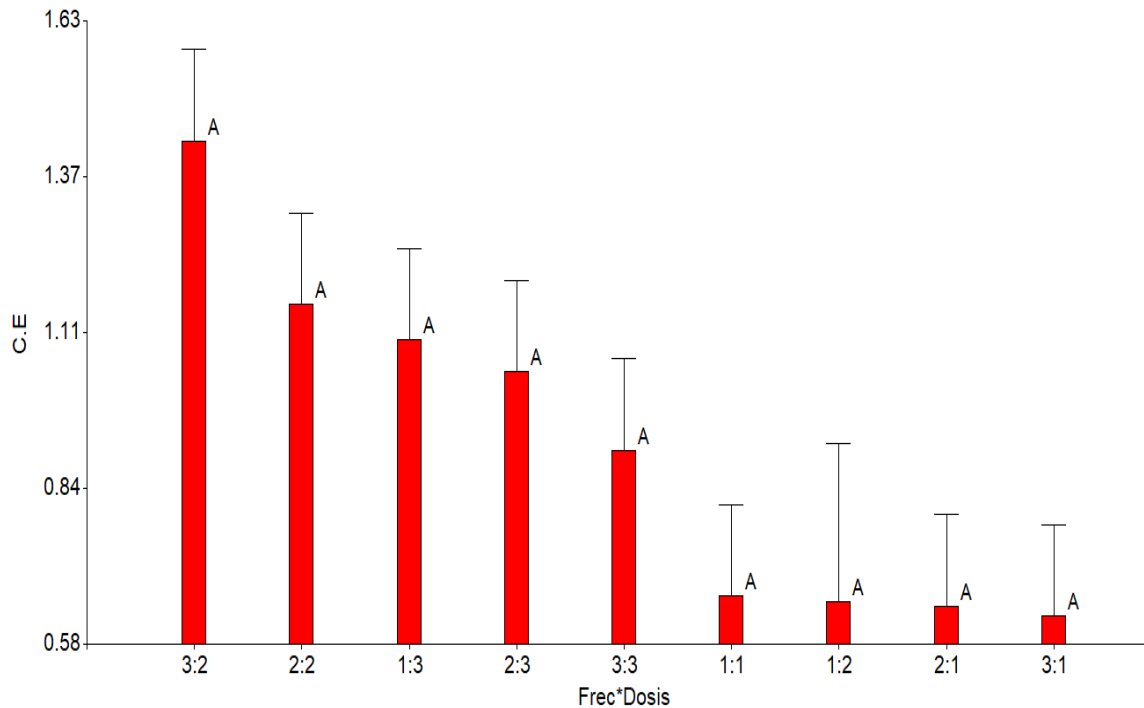


Figura 27 Nivel de C.E máximos y mínimos por tratamiento.

Lo que nos muestra la prueba de Tunkey es que los tratamientos de menor C.E son de D1F3, D1F2, D2F1 y D1F1. Los cuales tienen un valor menor a 0,67, y el resto de tratamientos son menores a 2. El laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina menciona en sus métodos de análisis que el nivel de suelos cuando no son salinos tiene un valor menor a 2.

#### 4.2.7. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) pos-tratamiento.

Los datos obtenidos del análisis para la capacidad de intercambio catiónico luego de la aplicación de los tratamientos, es la siguiente.

Tabla 29 Capacidad de intercambio catiónico pos-tratamiento

	<b>F1</b>			<b>F2</b>			<b>F3</b>		
<b>D1</b>	11.20	11.52	12.00	12.48	13.12	12.32	11.20	14.88	14.40
<b>D2</b>	12.32	15.04	15.20	14.08	13.28	13.76	12.32	14.40	14.72
<b>D3</b>	13.12	12.32	12.00	11.84	13.92	12.80	12.16	15.04	13.12

Para comprobar la homogeneidad de los datos realizamos la prueba de shapiro-wilk, con los datos residuales.

Tabla 30 Prueba de shapiro-wilk para C.I.C

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO C.E	27	0,5654

Ya que el valor de p es mayor a 0,05 indica que los datos residuales tienen una normalidad.

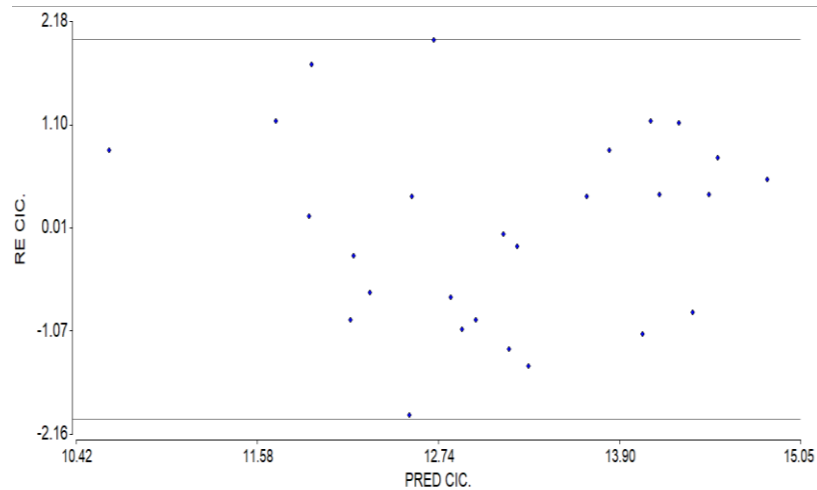


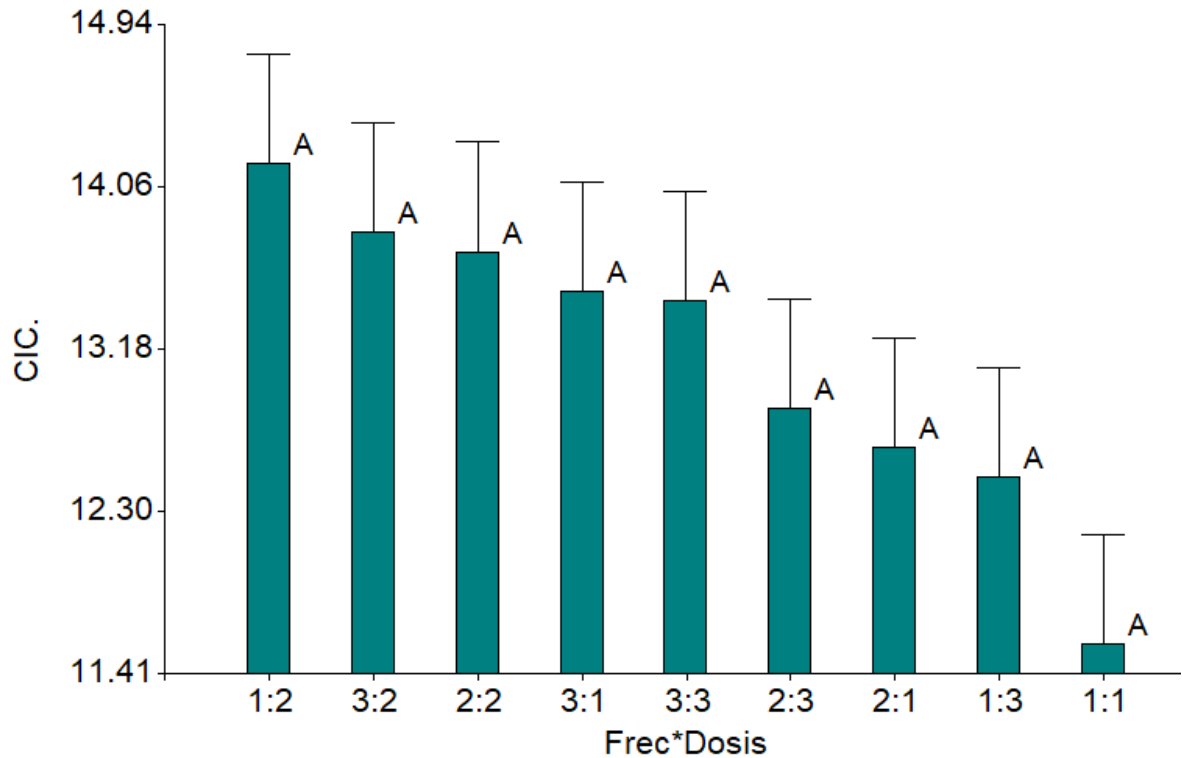
Figura 28 Diagrama de dispersión para CIC

Ya que nuestros datos residuales se encuentran dentro del rango de 2 a -2, significa que estos datos siguen una homogeneidad y hay un 95% de confianza en todos los residuos, lo que indica que no se incumplen los supuestos de homogeneidad e independencia de varianza. Por lo que se puede realizar la prueba ANOVA.

Tabla 31 ANOVA para Conductividad Eléctrica.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Error</b>
Modelo	27,88	14	1,99	1,86	0,1429	
Dosis	8,58	2	4,29	8,16	0,0387	(Dosis*Repeticiones)
Dosis*Repeticiones	2,10	4	0,53	0,49	0,7418	
Frecuencia	3,20	2	1,60	1,50	0,2627	
Frecuencia*Dosis	4,14	4	1,03	0,97	0,4597	
Repeticiones	9,86	2	4,93	4,62	0,0326	
Error	12,82	12	1,07			
Total	9,04	26				

Lo que este análisis de varianza muestra es que existe diferencia significativa en las dosis y repeticiones de los tratamientos. Para verificar los tratamientos y su influencia en el suelo para la capacidad de intercambio catiónico realizamos la prueba de Tukey.



La prueba de Tukey nos muestra los efectos de la aplicación de los tratamientos en relación a la capacidad de intercambio catiónico. Ya que la textura de nuestro suelo de estudio es franco, su nivel equivalente de CIC, debe ser de 15, por lo que nos interesa el nivel más alto (Andradez Marisol 2014).

Por otro lado el uso de productos orgánicos en la agricultura, evita la contaminación del ambiente, ya que los productos orgánicos, al llegar a las aguas subterráneas o superficiales y no son nocivos, ni afectan las aguas. No afecta el suelo

ni se genera residuos sólidos peligrosos, evita la emisión de contaminantes a la atmosfera ya que no contiene químicos ni compuestos perjudiciales.



Figura 29 Residuos peligrosos, generados por los productos químicos.

Mediante el uso de productos químicos en la agricultura, el riesgo a la salud de las personas se ve afectado, como se muestra en la investigación estos productos químicos, son dañinos al sistema nervioso, al sistema neurológico, afecta el sistema inmune de las personas haciendo que se incremente las alergias, algunos productos son incluso cancerígenos.

La economía de los productores también es afectado si no se usa productos orgánicos, para ello hicimos un cuadro comparativo, entre los gastos de la hacienda casa blanca con el uso de abono químico y el tratamiento óptimo.

Tabla 32 Diferencia de costos entre abono químico y EM

<b>Abono</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total por producto</b>	<b>Total</b>
Fósforo (químico)	2 sacos	90	180	
Magnesio	2 sacos	90	180	490
Urea	2 sacos	65	130	
<b>EM</b>	<b>4 frascos</b>	<b>60</b>	<b>240</b>	<b>240</b>

En este cuadro se muestra la diferencia de costos entre el abono químico y la aplicación de EM en dosis de 10% cada 15 días, se requiere 4 frascos, ya que cada frasco contiene 1 litro de EM, y este frasco abastecería media hectárea para una aplicación y ya que se requiere 2 frascos por aplicación en una hectárea y al mes se requiere 2 aplicaciones, se promedia 4 frascos de EM por mes,

Facilita la aplicación, ya que el EM no requiere de un esfuerzo extra o tiempo, es fácil de preparar, solo se requiere mezclar el agua, la melaza y los microorganismos eficientes, dejar 7 días en un contenedor herméticamente cerrado y aplicar mediante un equipo de fumigación. A diferencia de los productos químicos, los cuales requieren de esfuerzo desde el traslado de sacos pesados, la mezcla de ellos, y su aplicación mediante el uso de herramientas como pico y lampa. Ya que la mayoría de agricultores evita el uso de productos químicos por la dificultad de preparación de las enmiendas orgánicas, esta alternativa facilitaría este aspecto y evitaría enfermedades a los mismos, ya que no realizaría sobre esfuerzos levantando 50 kg de productos químicos, evitaría

el contacto directo de los agricultores con productos químicos, evitando enfermedades cutáneas y respiratorias que provocarían los mismos.

Hay estudios que mencionan el uso de EM incluso como insecticidas y pesticidas, por lo que su aplicación a nivel foliar fortalecería la inmunidad de la producción a pestes o plagas. El uso constante de EM en los suelos agrícolas se mantiene y al paso del tiempo no va demandar de mayor dosis o frecuencia.

Tabla 33 resumen de Datos

Cuadro resumen de resultados												
	Inicial	D1F1	D1F2	D1F3	D2F1	D2F2	D2F3	D3F1	D3F2	D3F3	Final Testigo	Optimo
pH	7,32	<b>7.69</b>	<b>7.72</b>	<b>7.67</b>	<b>7.69</b>	<b>7.59</b>	7.5	7.56	7.52	7.53	7.17	7.5
N (%)	0,12	0.12	0.13	0.15	0.12	0.13	0.14	0.15	0.13	0.17	0.16	0.11-0.2
P (ppm)	43,7	26.53	23.77	28.73	22.23	35.43	27.67	22.13	36.6	28.93	62.5	>26
K (ppm)	199	182	171	175	177	<b>202</b>	145	137	203	187	<b>392</b>	100-200
M.O (%)	2.18	<b>1.56</b>	<b>1.69</b>	2.13	2.19	2.15	2.21	2.19	2.31	2.44	2.5	2.0-2.5
C.E (dS/m)	<b>1.85</b>	0,66	0.64	0.63	1.41	1.15	1.43	1.09	1.04	0.91	<b>1.87</b>	<2
C.I.C (meq/100g)	16,64	<b>11.57</b>	<b>12.64</b>	13.49	14.19	13.71	13.81	<b>12.48</b>	12.85	<b>12.44</b>	14.08	15

## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Conforme a la investigación realizada se concluye que la aplicación de EM en concentración de 10 %, y una frecuencia de aplicación de cada 15 días, restaura los cultivos de manzano en la Hacienda Casa Blanca, la cual regula las propiedades fisicoquímicas del suelo, optimizando el desarrollo de la producción de estos cultivos, beneficiando también a los productores en el costo de inversión en fertilizantes y el esfuerzo físico de los trabajadores evitando la carga de 50 Kg por persona, a trasladar solo 20L por persona.
- El tratamiento con 10 % de EM activado y 90% de agua, fue el que tuvo mayor efecto en la restauración de suelos en cultivo de manzanos de la Hacienda Casa Blanca-Huaral, debido a que sus efectos en las propiedades fisicoquímicas del suelo fueron las más óptimas.
- Los tratamientos mediante la aplicación de EM en cada una de sus concentraciones, se realizaron en frecuencias de aplicación de cada 7, 15 y 30 días, en la que la frecuencia con mejores resultados fue de cada 15 días, la cual emitió resultados adecuado para suelos de cultivo de manzanos.
- Al notar que el mayor efecto de estos tratamientos se dio mediante la dosis de 10% de concentración óptima con frecuencia de cada 15 días, podemos concluir que este es el tratamiento óptimo, ya que con este

tratamiento se obtuvo un pH de 7,52 lo cual es neutro, un porcentaje de nitrógeno de 0,13% considerado un nivel normal, en cuanto al fosforo con este tratamiento, se obtuvo 36,60 ppm considerado alto para un suelo franco con producción que requiere regadío, en caso del potasio, el tratamiento mencionado presentó 203,33 ppm, que se encuentra en un nivel normal, para materia orgánica se obtuvo 2,33 %, lo cual indica un nivel alto para nuestro suelo, la conductividad eléctrica se muestra que el tratamiento tiene 1,4 dS/m, y por ser menor a 2 dS/m el suelo no es salino, por último, la capacidad de intercambio catiónico es de 12,85 meq/100g, que está a diferencia de 2,15 meq/100g por debajo del promedio recomendado.

- La aplicación de EM en los cultivos de manzanos, fueron más rentables que la aplicación de agroquímicos, con una diferencia de 250 soles de diferencia por hectárea mensuales.

## **5.2. Recomendaciones**

- Ser recomienda el uso de enmiendas orgánicas para cualquier tipo de producción agrícola, ya que este no afecta el ambiente, la salud de las personas, la economía de los productores y favorece el rendimiento de la producción, en caso del EM es una alternativa que facilita su manejo, y los resultados emitidos según los estudios restaura los suelos agrícolas, ayudando de esta manera a tener una agricultura ecológica.

- En cuanto al cultivo de manzanos se recomienda el uso del 10% de concentración de EM activado en 90% de agua para sustituir el abono químico, y fortalecer la producción para evitar la afección por plagas o enfermedades.
- Para mayor efecto del tratamiento en los cultivos de manzanos, se recomienda la aplicación cada 15 días, con la concentración de 10% de EM activado. Ya que este tratamiento es el de mayor reacción al restaurar las propiedades físico-químicas del suelo.
- Para la regulación de las propiedades fisicoquímicas del suelo, se recomienda que los EM deben ser aplicados de manera constante e incluso cuando no exista cultivo alguno, como preparación de suelo para los sembríos, ya que estos realizan trabajos de fertilización optimizando los nutrientes.
- Para manejar mejor su economía y minimizar el costo de inversión en fertilizantes debe usarse enmiendas orgánicas como el EM con un costo de 240 soles a diferencia de agroquímicos que se requiere una inversión mínima de 49 soles, incluso requiere menor esfuerzo físico, ya que para una hectárea de cultivo de manzanos se requiere levantar un peso mayor a 50 kg por persona, y en caso del EM solo se requiere un esfuerzo máximo de 20 L. por persona.

## REFERENCIAS

- "12/6/2019 Potencial de Los Suelos." 2019. : 4–7.
- Agronomía UCC. 2017. "Suelo: Macronutrientes Del Suelo." *9 De Abril Del 2017*: 2.  
<http://referentealsuelo.blogspot.com/2013/04/macronutrientes-del-suelo.html>.
- Alvarez, Manuel. 2018. "Caracterización de Microorganismos Benéficos Provenientes de Tres Pisos Altitudinales de Azuay - Ecuador y Su Influencia En El Cultivo de Fresa."
- Andradez Marisol, Martínez Elena. 2014. "Fertilidad Del Suelo y Parámetros Que La Definen." *Universidad de la rioja* 3(1): 34.
- Arsyad, Lincoln, and Amir Sodik. 2014. "EFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DE LA COSECHA EN EL CULTIVO DE SÁBILA." *Lincoln Arsyad* 3(2): 1–46.  
<http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127>.
- Balta-Crisólogo, Rafael Ananías et al. 2017. "ABSORCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis* L.) EN SUELOS ÁCIDOS, SAN MARTÍN, PERÚ." *Folia Amazónica* 24(2): 23.  
<http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foiaamazonica/article/view/68>.
- BAZAN QUINTANA, Daniel. 2014. "'CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN N – P – K EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis Melo* Var. *Reticulatus* L.) BAJO LAS CONDICIONES DEL VALLE DE CAÑETE.'" : 1–113.  
[http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1630/Tesis Daniel Bazán Quintana.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1630/Tesis%20Daniel%20Baz%C3%A1n%20Quintana.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- BOE. 2005. "Ministry of the Presidency, RD 9/2005 of January 14, Which Establishes a List of Potentially Soil Contaminating Activities and Criteria and Standards for Declaring That Sites Are Contaminated (in Spanish)." : 1833–43.
- Burbano-Orjuela, Hernán. 2016. "El Suelo y Su Relación Con Los Servicios Ecosistémicos y La Seguridad Alimentaria." *Revista de Ciencias Agrícolas* 33(2): 117.
- Cabrera, Luis. 2017. "Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca Carrera de Ingeniería Ambiental." : 154. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14460/1/UPS-CT007124.pdf>.
- Calero-hurtado, Alexander, and Elieni Quintero-rodíguez. 2019. "Efecto Entre Microorganismos Eficientes y Fitomas-e En El Incremento Agroproductivo Del Frijol Effect between Efficient Microorganism and Fitomas-e on Agroproductive Increase of Common Beans Efeito Entre Os Microorganismos Eficientes e Fitomas-e No Increm." 17(1): 25–33.
- Características, Sustratos Y, and Morfológicas En. 2018. "Universidad Nacional de Ucayali." : 1–27.
- Certification, Global 2016. 2016. "Handbook MANAGEMENT." *nutrient management handbook*.

- Chillo, Jhonson. 2019. "Evaluación de Defoliantes Químicos En El Cultivo de Manzana (*Malus Domestica* Borkh.) Cv. Anna En La Granja El Romeral". : 64.
- Congreso Constituyente Democrático. 1993. "Constitución Del La República Del Perú." *Diario oficial El Peruano*: 71.
- Congreso de la República 1993. 2004. "Ley 28237 Código Procesal Constitucional." : 39.  
[http://www.tc.gob.pe/tc/private/adjuntos/transparencia/pdf/marco\\_legal/Codigo\\_Procesal.pdf](http://www.tc.gob.pe/tc/private/adjuntos/transparencia/pdf/marco_legal/Codigo_Procesal.pdf).
- Córdoba, Tercero Arriba, Carlos Matías Romero, and Carlos Matías Romero. 2014. "Agricultoras En El Departamento Agrícolas En El Departamento Tercero Arriba ( Córdoba )."
- Damian Suclupe, Manuel Julio. 2018. "Plan de Enmiendas, Yeso Agrícola, Compost Mejorado y Enriquecido Con EM y Humus de Lombriz, Para Mejorar El Suelo." *Arnaldoa* 25(1): 141–58.
- De, Facultad et al. 2015. "Universidad Técnica De Babahoyo." *1-10-2015*: 80.
- En, Doctorado, Recursos Hídricos, and Florencia Andrea Trama. 2014. "5749-1 Thesis."
- Enseñanza, L A et al. 2016. "PILAR 2 DE LA ALIANZA MUNDIAL POR EL SUELO Y LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE Teaching Soil Science in the Framework of Pillar 2 of the Global Soil Partnership and the Goals of Sustainable Development." 46: 112–19.
- Espa, Sociedad, Suelo Spanish Society, and Soil Science. 2018. "Técnicas Biológicas de Recuperación de Suelos."
- Estrat, Plan, and Sectorial Multianual. 2017. "Multianual Del Sector Ambiental."
- FAO. 2015a. *Estado Mundial Del Recurso Suelo, Resumen Técnico. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura*. <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>.
- . 2015b. "Perspectivas Para El Medio Ambiente Agricultura y Medio Ambiente." *Agricultura mundial : hacia los años 2015 / 2030 Informe resumido*: 75–81.
- Fernando, Juan, Gallardo Lancho, and Spanish National. 2016. "Soil : Ecological & Agronomic Importance." (December 2015).
- Fiorella., Ramos Castillo. 2017. "Efecto de Microorganismos Eficientes En La Fertilidad Del Suelo Agrícola Degradado Biológicamente Del Sector Barraza, Laredo, Trujillo."
- Florencia Benimeli María, Plasencia Adriana, Corbella Roberto, Guevara Dorka, Sanzano Agustín, Sosa Francisco, Fernandez de Ullivari Juan. 2019. "El Nitrógeno Del Suelo." : 1–11.
- Gárate, Marco. 2014. "Producción de Manzana." : 1–82.  
<http://saludpublica.bvsp.org.bo/cc/bo40.1/documentos/704.pdf>.
- Garc, Raciél et al. 2014. "Importancia de La Agroecología Para El Desarrollo Sostenible de Las Comunidades." 2014(c).
- Garzón, Jennyfer M., Juan Pablo Rodríguez Miranda, and Catalina Hernández Gómez. 2017. "Aporte de La Biorremediación Para Solucionar Problemas de Contaminación y Su Relación Con El Desarrollo Sostenible." *Universidad y Salud* 19(2): 309.  
<http://revistas.udenar.edu.co/index.php/usalud/article/view/3120>.

- Garzón, Lina Paola. 2015. "Importancia De Las Micorrizas Arbusculares (Ma) Para Un Uso Sostenible Del Suelo En La Amazonia Colombiana." *Luna Azul* (42): 217–34. [http://200.21.104.25/lunazul/index.php?option=com\\_content&view=article&id=136](http://200.21.104.25/lunazul/index.php?option=com_content&view=article&id=136).
- Gestión. 2016. "Sierra Exportadora Promueve El Cultivo de Nuevas Variedades de Manzana | Economía | Gestion." *Gestión*: 5–6. <https://gestion.pe/economia/sierra-exportadora-promueve-cultivo-nuevas-variedades-manzana-118585>.
- González, Carmen. 2015. "Guía Educativa Seobre La Salud Del Suelo." *Guia Salud Suelos*: 53.
- Heredia Zeballos, Maria Fernanda. 2017. "Montaña ( MM ) En Biofertilizantes Artesanales Caracterización de Microorganismos de Montaña ( MM ) En Biofertilizantes Artesanales." (Mm): 4–28.
- Hernando José Bolívar- Anillo, Martha Lucinda Contreras-Zentella y Luis Guillermo Teherán-Sierra. 2016. "Burkholderia Tropica UNA BACTERIA CON GRAN POTENCIAL PARA SU USO EN LA AGRICULTURA." : 2–8.
- INEI. 2015. "Territorio y Suelos." *Anuario de Estadísticas Ambientales*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1342/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/cap01.pdf).
- Jack, Zavaleta Ortiz, and Ruck Puerta Gisella. 2017. "Universidad Nacional Del Callao." *Tesis Peru*: 1–16. Nuevas recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.
- JIA. 2015. "Una Productividad Competitiva, Incluyente y Sustentable: Oportunidad Para El Continente Americano." 370(15): 59. [https://www.iica.int/sites/default/files/document/2015-10/dt-370\\_documento\\_tecnico\\_una\\_productividad\\_competitiva\\_incluyente\\_y\\_sustentable.pdf](https://www.iica.int/sites/default/files/document/2015-10/dt-370_documento_tecnico_una_productividad_competitiva_incluyente_y_sustentable.pdf).
- Katherine Aguilera Bernal, Diana. 2017. "Analysis of Behavior of Persistence in Soils of Agrochemicals Used in Strawberry Cultivation in Facatativa Cundinamarca."
- Kopytko, María, Sandra Natalia Correa-Torres, and Martha Jhoana Estévez- Gómez. 2017. "Biodegradación Estimulada de Los Suelos Contaminados Con Pesticidas Organoclorados." *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 8(1): 119–30.
- Leisa, Editora. 2018. "Manejo Ecológico de Plagas." *Revista de agroecología*.
- Ley N° 29196. 2012. "Ley 29196." : 10. [https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB\\_SECC/Aprueban reglamento de la Ley 29196, Ley de Promocion de la P.O..pdf](https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB_SECC/Aprueban reglamento de la Ley 29196, Ley de Promocion de la P.O..pdf).
- María Andrea, Luna Feijoo, and Mesa Reinaldo José Ramón. 2016. "Microorganismos Eficientes y Sus Beeficios Para Los Agricultores." : 12.
- María, Diana, Delgado Londoño, and Universidad Valle. 2017. "Application of Organic Amendments for the Recovery of Physical Properties of the Soil Associated To Water Erosion." (17): 77–82. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-AplicacionDeEnmiendasOrganicasParaLaRecuperacionDe-6124531.pdf.
- Más, Rafael et al. 2015. "Niveles De Los Micronutrientes Fe, Zn, Cu, Mn Y B En Suelos De La Cuenca Del Río Guayas." *I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología UTMACH*

- (2000): 12–16.
- Montiel, Karen. 2015. “Manejo Integrado de Suelos Para Una Agricultura Resiliente Al Cambio Climático.”
- Novoa, María Alejandra, Diego Miranda, and Luz Marina Melgarejo. 2018. “Efecto de Las Deficiencias y Excesos de Fósforo, Potasio y Boro En La Fisiología y El Crecimiento de Plantas de Aguacate (*Persea Americana*, Cv. Hass).” *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 12(2): 293–307.
- Pereira, Carolina. 2015. “Semana de La Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas INIA Tacuarembó 20 de Mayo de 2015.” *Inia*. <http://inia.uy/Documentos/Públicos/INIA Tacuarembó/2015/El Suelo 20 de mayo.pdf>.
- Perú, Política D E L, Castellano Simipi, and Hinaspa Runa. “Constitución Política Del Perú.”
- Plata, Cecilia García-rivas, and Manuel Rodríguez-lacherre. 2015. “ARTÍCULO ORIGINAL.” 2(1): 47–58.
- Profesional, Escuela, D E Ingeniería D E Materiales, Bruce Neaiker, and Ccapa Calla. 2014. ““ Criterios De Estudio De Suelos Para Zonas Altoandinas .””
- PROSAAMER. 2008. “Chancay Huaral.” : 1–20.
- Del Puerto Rodríguez Asela M, Susana Suárez Tamayo, and Daniel E Palacio Estrada. 2014. “Efectos de Los Plaguicidas Sobre El Ambiente y La Salud. (Spanish).” *Effects of pesticides on health and the environment. (English)* 52(3): 372–87. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=108590795&lang=es&site=ehost-live>.
- Rubio Carrera Olga, Esteban Arroyo Juan. 2014. “Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Agrarias de Soria.”
- Tecnologías Aplicables En Agricultura de Precisión.*
- “TRABAJO FIN DE GRADO : Autor : Cristina Vega Oliva Tutor : María Teresa Cruz Caravaca.” 2017.
- Yáñez, W. 2014. *APROVECHAMIENTO DE LOS E.M. (Microorganismos Eficientes) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL ABONO ORGÁNICO TIPO COMPOST*”. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6797/1/tesis-006 Maestría en Agroecología y Ambiente - CD 220.pdf%0Ahttp://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6797>.

**ANEXOS.**

Anexo 1 Etiqueta de muestra

**Proyecto "Determinación de la concentración óptima de aplicación de microorganismos eficientes (EM) para la biorremediación en suelos de cultivo de manzanos contaminados por agroquímicos de la Hacienda Casa Blanca ubicado en la ciudad de Huaral – Lima"**

**ETIQUETA DE MUESTRAS**

Nº de Planta de Muestra de Suelo: \_\_\_\_\_

Testigo:                       Planta en estudio:

% Dosis EM: \_\_\_\_\_

Tiempo de Aplicación: \_\_\_\_\_

Fecha de Muestreo: \_\_\_\_\_

Observación: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Anexo 2 Datos obtenidos cada mes durante tres meses

pH						
	F1		F2		F3	
D1	7.74	7.69	7.83	7.69	7.83	7.73
	7.64		7.64		7.46	
D2	7.82	7.73	7.4	7.69	7.48	7.56
	7.51		7.67		7.47	
D3	7.7	7.52	7.52	7.52	7.74	7.51
	7.47		7.51		7.34	
Testigo						7.17

P						
P	F1		F2		F3	
D1	27.5	32.2	21.3	29.2	31.9	24.7
	19.9		20.8		29.6	
D2	24.8	15.8	34.9	30.8	32.2	25.6
	26.1		40.6		25.2	
D3	27.6	19.0	34.5	32.7	20.3	22.3
	19.8		42.6		44.2	
Testigo						62.5

M.O						
M.O	F1		F2		F3	
D1	1.74	1.70	1.72	1.56	2.04	1.93
	1.23		1.78		2.43	
D2	2.17	1.92	2.96	1.92	2.51	1.84
	2.47		1.56		2.29	
D3	2.24	2.04	2.33	1.89	1.92	2.26
	2.28		2.77		3.14	
Testigo						2.5

N						
Inicial	04/02/2019					0.12
N	F1		F2		F3	
D1	0.13	0.14	0.15	0.12	0.13	0.14
	0.08		0.13		0.17	
D2	0.14	0.14	0.19	0.14	0.21	0.14
	0.08		0.07		0.07	
D3	0.16	0.14	0.16	0.14	0.15	0.17
	0.14		0.09		0.18	
Testigo						0.16

K						
Inicial	04/02/2019					199
K	F1		F2		F3	
D1	180	173	191	167	163	179
	194		155		184	
D2	173	138	278	166	185	135
	219		163		116	
D3	156	128	193	161	125	173
	126		256		263	
Testigo						392

C.E						
Inicial	04/02/2019					1.85
C.E	F1		F2		F3	
D1	1.17	0.47	1.01	0.44	0.64	0.42
	0.34		0.48		0.82	
D2	1.38	0.65	2.33	0.57	2.96	0.59
	2.21		0.56		0.74	
D3	0.70	0.93	1.31	0.67	0.89	0.59
	1.65		1.14		1.24	
Testigo						1.87

CIC						
Inicial	04/02/2019					16.64
C.I.C	F1		F2		F3	
D1	11.20	12.00	12.48	12.32	11.20	14.40
	11.52		13.12		14.88	
D2	12.32	15.20	14.08	13.76	12.32	14.72
	15.04		13.28		14.40	
D3	13.12	12.00	11.84	12.80	12.16	13.12
	12.32		13.92		15.04	
Testigo						14.08

Anexo 3 Datos en el programa R

Dosis	Frec	Bloq	pH	N	P	K	M.O	C.E	CIC.
D1	F1	R1	7.74	0.13	27.5	180	1.74	1.17	11.20
D1	F2	R1	7.83	0.15	21.3	191	1.72	1.01	12.48
D1	F3	R1	7.83	0.13	31.9	163	2.04	0.64	11.20
D2	F1	R1	7.82	0.14	24.8	173	2.17	1.38	12.32
D2	F2	R1	7.4	0.19	34.9	278	2.96	2.33	14.08
D2	F3	R1	7.48	0.21	32.2	185	2.51	2.96	12.32
D3	F1	R1	7.7	0.16	27.6	156	2.24	0.70	13.12
D3	F2	R1	7.52	0.16	34.5	193	2.33	1.31	11.84
D3	F3	R1	7.74	0.15	20.3	125	1.92	0.89	12.16
D1	F1	R2	7.69	0.14	32.2	173	1.70	0.47	12.00
D1	F2	R2	7.69	0.12	29.2	167	1.56	0.44	12.32
D1	F3	R2	7.73	0.14	24.7	179	1.93	0.42	14.40
D2	F1	R2	7.73	0.14	15.8	138	1.92	0.65	15.20
D2	F2	R2	7.69	0.14	30.8	166	1.92	0.57	13.76
D2	F3	R2	7.56	0.14	25.6	135	1.84	0.59	14.72
D3	F1	R2	7.52	0.14	19.0	128	2.04	0.93	12.00
D3	F2	R2	7.52	0.14	32.7	161	1.89	0.67	12.80
D3	F3	R2	7.51	0.17	22.3	173	2.26	0.59	13.12
D1	F1	R3	7.64	0.08	19.9	194	1.23	0.34	11.52
D1	F2	R3	7.64	0.13	20.8	155	1.78	0.48	13.12
D1	F3	R3	7.46	0.17	29.6	184	2.43	0.82	14.88
D2	F1	R3	7.51	0.08	26.1	219	2.47	2.21	15.04
D2	F2	R3	7.67	0.07	40.6	163	1.56	0.56	13.28
D2	F3	R3	7.47	0.07	25.2	116	2.29	0.74	14.40
D3	F1	R3	7.47	0.14	19.8	126	2.28	1.65	12.32
D3	F2	R3	7.51	0.09	42.6	256	2.77	1.14	13.92
D3	F3	R3	7.34	0.18	44.2	263	3.14	1.24	15.04

Anexo 4 EM Activado al 5%



Anexo 5 EM activado al 7.5%



Anexo 6 EM activado al 10%



Anexo 7 Residuos peligrosos generados por agroquímicos



Anexo 8 Terreno de estudio



Anexo 9 Rotulado y señalización del terreno de estudio



Anexo 10 Aplicación de EM



Anexo 11 Muestreo de suelo para análisis de laboratorio.



Anexo 12 Muestras de suelo para análisis de laboratorio



Anexo 13 Letrero de identificación

Proyecto "Determinación de la concentración óptima de aplicación de microorganismos eficientes (EM) para la biorremediación en suelos de cultivo de manzanos contaminados por agroquímicos de la Hacienda Casa Blanca ubicado en la ciudad de Huaral – Lima"

## PRUEBA EXPERIMENTAL: REMEDIACIÓN DE SUELO

**TESTIGO**



Nº Planta: \_\_\_\_\_

% Dosis EM: \_\_\_\_\_

Tiempo de Aplicación: \_\_\_\_\_

Responsables del Estudio:


Mamani Mamani, Lucero Aylin

Ramos Villafranca, Cenia Nohelia

## Anexo 14 análisis inicial de suelo



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

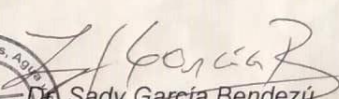
Solicitante : CENIA RAMOS VILAFRANCA

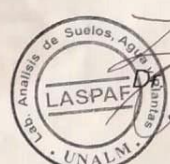
Departamento : LIMA Provincia : HUARAL  
 Distrito : HUARAL Predio : SECTOR CASABLANCA  
 Referencia : H.R. 66897-013C-19 Bolt: 2445 Fecha : 04/02/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
411	Tierra M1	7.32	1.85	0.80	2.18	43.7	199	54	28	18	Fr.A.	16.64	12.06	2.75	1.34	0.49	0.00	16.64	16.64	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab	Claves	
411	Tierra M1	0.12

  
**Dr. Sady García Bendezú**  
 Jefe del Laboratorio



---

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

## Anexo 15 Análisis de suelo primer mes, dosis 1



### UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CENIA RAMOS VILLAFRANCA

Departamento : LIMA

Distrito :

Referencia : H.R. 69468-097C-19

Bolt: 3351

Provincia : HUARAL

Predio :

Fecha : 21/08/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
6551	D1 F1	7.74	1.17	0.80	1.74	27.5	180	39	39	22	Fr.	11.20	8.70	2.08	0.37	0.04	0.00	11.20	11.20	100
6552	D1 F2	7.83	1.01	0.80	1.72	21.3	191	37	39	24	Fr.	12.48	9.75	2.28	0.41	0.04	0.00	12.48	12.48	100
6553	D1 F3	7.83	0.64	0.60	2.04	31.9	163	43	35	22	Fr.	11.20	8.62	2.18	0.35	0.05	0.00	11.20	11.20	100


A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab.	Claves	
6551	D1 F1	0.13
6552	D1 F2	0.15
6553	D1 F3	0.13




Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

## Anexo 16 Análisis de suelo primer mes, dosis 2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION


Solicitante : CENIA RAMOS VILLAFRANCA

Departamento : LIMA Provincia : HUARAL  
 Distrito : Predio :  
 Referencia : H.R. 69468-097C-19 Bolt: 3351 Fecha : 21/08/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
								%					meq/100g							
6554	D2 F1	7.82	1.38	1.00	2.17	24.8	173	37	39	24	Fr.	12.32	9.75	2.15	0.37	0.04	0.00	12.32	12.32	100
6555	D2 F2	7.40	2.33	0.80	2.96	34.9	278	45	37	18	Fr.	14.08	11.16	2.42	0.43	0.07	0.00	14.08	14.08	100
6556	D2 F3	7.48	2.96	1.10	2.51	32.2	185	43	39	18	Fr.	12.32	9.30	2.47	0.44	0.11	0.00	12.32	12.32	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab.	Claves	
6554	D2 F1	0.14
6555	D2 F2	0.19
6556	D2 F3	0.21



Ing. *Bráulio La Torre Martínez*  
 Jefe del Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 17 Análisis de suelo primer mes, dosis 3



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CENIA RAMOS VILLAFRANCA

Departamento : LIMA

Distrito :

Referencia : H.R. 69468-097C-19

Bolt.: 3351

Provincia : HUARAL

Predio :

Fecha : 21/08/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
6557	D3 F1	7.70	0.70	0.70	2.24	27.6	156	37	41	22	Fr.	13.12	10.46	2.20	0.41	0.05	0.00	13.12	13.12	100
6558	D3 F2	7.52	1.31	0.90	2.33	34.5	193	41	39	20	Fr.	11.84	8.93	2.38	0.46	0.06	0.00	11.84	11.84	100
6559	D3 F3	7.74	0.89	1.00	1.92	20.3	125	41	37	22	Fr.	12.16	9.62	2.13	0.32	0.09	0.00	12.16	12.16	100


A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab	Claves	
6557	D3 F1	0.16
6558	D3 F2	0.16
6559	D3 F3	0.15




Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio

## Anexo 18 Análisis de suelo segundo mes dosis 1 y 2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**



Solicitante : CENIA RAMOS VILAFRANCA

Departamento : LIMA  
 Distrito : SAN MIGUEL  
 Referencia : H.R. 69901-107C-19


Bolt.: 3481

Provincia : HUARAL  
 Predio : CASA BLANCA  
 Fecha : 17/09/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. Ba
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
7439	D1 F1	7.69	0.47	0.80	1.70	32.2	173	43	38	19	Fr.	12.00	9.87	1.65	0.38	0.10	0.00	12.00	12.00	10
7440	D1 F2	7.69	0.44	1.00	1.56	29.2	167	35	44	21	Fr.	12.32	10.05	1.80	0.38	0.09	0.00	12.32	12.32	10
7441	D1 F3	7.73	0.42	0.70	1.93	24.7	179	37	42	21	Fr.	14.40	12.10	1.85	0.36	0.10	0.00	14.40	14.40	10
7442	D2 F1	7.73	0.65	0.90	1.92	15.8	138	39	40	21	Fr.	15.20	12.95	1.83	0.31	0.10	0.00	15.20	15.20	10
7443	D2 F2	7.69	0.57	1.00	1.92	30.8	166	43	36	21	Fr.	13.76	11.37	1.90	0.39	0.10	0.00	13.76	13.76	10

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso


Número de Muestra		N %
Lab	Claves	
7439	D1 F1	0.14
7440	D1 F2	0.12
7441	D1 F3	0.14
7442	D2 F1	0.14
7443	D2 F2	0.14



Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio


Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

## Anexo 19 Análisis de suelo del segundo mes, dosis 2 y 3



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**




Solicitante : CENIA RAMOS VILLAFRANCA

Departamento : LIMA Provincia : HUARAL  
 Distrito : SAN MIGUEL Predio : CASA BLANCA  
 Referencia : H.R. 69901-107C-19 Bolt : 3481 Fecha : 17/09/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
7444	D2 F3	7.56	0.59	0.80	1.84	25.6	135	39	38	23	Fr.	14.72	12.41	1.92	0.30	0.09	0.00	14.72	14.72	100
7445	D3 F1	7.52	0.93	1.00	2.04	19.0	128	43	36	21	Fr.	12.00	9.73	1.70	0.31	0.26	0.00	12.00	12.00	100
7446	D3 F2	7.52	0.67	1.00	1.89	32.7	161	39	38	23	Fr.	12.80	10.41	1.92	0.38	0.09	0.00	12.80	12.80	100
7447	D3 F3	7.51	0.59	0.80	2.26	22.3	173	41	38	21	Fr.	13.12	10.74	1.92	0.38	0.09	0.00	13.12	13.12	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab	Claves	
7444	D2 F3	0.14
7445	D3 F1	0.14
7446	D3 F2	0.14
7447	D3 F3	0.17



Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

## Anexo 20 Análisis de suelo tercer mes, dosis 1



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CENIA RAMOS VILLAFRANCA

Departamento : LIMA  
 Distrito : HUARAL  
 Referencia : H.R. 70282-124C-19

Bolt.: 3603

Provincia : HUARAL  
 Predio : FUNDO CASA BLANCA  
 Fecha : 18/10/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. D. Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
8981	D1-F1	7.64	0.34	1.20	1.23	19.9	194	40	42	18	Fr.	11.52	9.58	1.52	0.23	0.20	0.00	11.52	11.52	100
8982	D1-F2	7.64	0.48	1.00	1.78	20.8	155	38	42	20	Fr.	13.12	10.62	2.08	0.17	0.24	0.00	13.12	13.12	100
8983	D1-F3	7.46	0.82	0.70	2.43	29.6	184	42	38	20	Fr.	14.88	12.27	2.10	0.25	0.26	0.00	14.88	14.88	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab	Claves	
8981	D1-F1	0.08
8982	D1-F2	0.13
8983	D1-F3	0.17



*[Firma]*  
 Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio

## Anexo 21 Análisis de suelo tercer mes, dosis 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CENIA RAMOS VILLAFRANCA

Departamento : LIMA

Distrito : HUARAL

Referencia : H.R. 70282-124C-19

Bolt: 3603

Provincia : HUARAL

Predio : FUNDO CASA BLANCA

Fecha : 18/10/19

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
8984	D2-F1	7.51	2.21	1.00	2.47	26.1	219	42	38	20	Fr.	15.04	11.85	2.33	0.35	0.50	0.00	15.04	15.04	100
8985	D2-F2	7.67	0.56	1.10	1.56	40.6	163	38	42	20	Fr.	13.28	10.73	2.05	0.23	0.27	0.00	13.28	13.28	100
8986	D2-F3	7.47	0.74	1.00	2.29	25.2	116	38	40	22	Fr.	14.40	11.86	2.20	0.12	0.22	0.00	14.40	14.40	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab	Claves	
8984	D2-F1	0.08
8985	D2-F2	0.07
8986	D2-F3	0.07



*Braulio La Torre Martínez*  
Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

## Anexo 22 Análisis de suelo tercer mes, dosis 3



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CENIA RAMOS VILAFRANCA

Departamento : LIMA

Distrito : HUARAL

Referencia : H.R. 70282-124C-19

Bolt.: 3603

Provincia : HUARAL

Predio : FUNDO CASA BLANCA

Fecha : 18/10/19

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
8987	D3-F1	7.47	1.65	1.00	2.28	19.8	126	46	34	20	Fr.	12.32	10.15	1.75	0.12	0.30	0.00	12.32	12.32	100
8988	D3-F2	7.51	1.14	1.00	2.77	42.6	256	44	38	18	Fr.	13.92	11.12	2.17	0.40	0.23	0.00	13.92	13.92	100
8989	D3-F3	7.34	1.24	0.90	3.14	44.2	263	38	42	20	Fr.	15.04	12.23	2.18	0.41	0.23	0.00	15.04	15.04	100
8990	Testigo	7.17	1.87	1.00	2.50	62.5	392	40	42	18	Fr.	14.08	10.88	2.23	0.77	0.00	0.00	14.08	14.08	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab	Número de Muestra Claves	N %
8987	D3-F1	0.14
8988	D3-F2	0.09
8989	D3-F3	0.18
8990	Testigo	0.16



*[Firma]*  
 Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio