

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



*Una Institución Adventista*

**Efecto del estiércol de ovino y abono verde en suelos agrícolas  
para el cultivo de papa yungay (*Solanum tuberosum*) en el distrito  
de Soras - Ayacucho, Perú**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Cristina De La Cruz Orihuela  
Allisson Arone Valencia

**Asesor:**

Mag. Joel Hugo Fernández Rojas

Lima, junio de 2021

# DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Mag. Joel Hugo Fernández Rojas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Efecto del Estiércol de Ovino y Abono Verde en suelos agrícolas para el cultivo de papa yungay (*Solanum tuberosum*) en el distrito de Soras - Ayacucho, Perú”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Cristina De La Cruz Orihuela y Allisson Arone Valencia para obtener el 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 29 días del mes de junio del año 2021.



---

Nombres y apellidos del asesor

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 08 días día(s) del mes de junio del año 2021 siendo las 8:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez**, el secretario: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, y los demás miembros: **Ing. Nancy Curasi Rafael** y el **Ing. Orlando Alan Poma Porras** y el asesor **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Efecto del Estiércol de Ovino y Abono Verde en suelos agrícolas para el cultivo de papa yungay (*Solanum tuberosum*) en el distrito de Soras - Ayacucho, Perú"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **CRISTINA DE LA CRUZ ORIHUELA**

.....b) **ALLISON ARONE VALENCIA** .....

.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): ..... **CRISTINA DE LA CRUZ ORIHUELA** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato (b): ..... **ALLISON ARONE VALENCIA** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy Bueno	Sobresaliente

*(\*) 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  
Mg. Iliana del Carmen  
Gutierrez Rodriguez



\_\_\_\_\_  
Secretario  
Mg. Jackson Edgardo  
Pérez Carpio



\_\_\_\_\_  
Asesor  
Mg. Joel Hugo  
Fernández Rojas

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Nancy Curasi  
Rafael

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Orlando Alan  
Poma Porras

*De la Cruz*

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



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

# Efecto del Estiércol de Ovino y Abono Verde en suelos agrícolas para el cultivo de papa yungay (*Solanum tuberosum*) en el distrito de Soras - Ayacucho, Perú.

De La Cruz Orihuela Cristina<sup>1</sup>, Arone Valencia Allisson<sup>1</sup>, Fernández Rojas Joel Hugo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lurigancho- Chosica, Lima, Perú.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos del estiércol de ovino y abono verde de restos de alfalfa (*Medicago sativa*) en el suelo agrícola para el cultivo de papa yungay (*solanum tuberosum*) en el distrito de soras, Ayacucho. Además, se determinó y comparo el efecto del tratamiento sobre las propiedades fisicoquímicas (pH, CE, MO, P, K, N y Carbonatos) en el suelo del cultivo en pre y post tratamiento donde se recolecto 15 muestras de suelo a 20 cm de profundidad; y se comparó el rendimiento del cultivo de la papa. El experimento se realizó en los meses de setiembre a febrero 2021, bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres réplicas. Los tratamientos fueron: (1) estiércol de oveja con 250 gr (T1a); (2) estiércol de oveja con 500 gr (T1b); (3) abono verde de restos de alfalfa con 250 gr (T2a); (4) abono verde de restos de alfalfa con 500 gr (T2b); (5) tratamiento de control sin ningún fertilizante (T3). Los resultados reportaron que la aplicación de estiércol de ovino obtuvo los mejores resultados en las características fisiológicas de la papa (altura de la planta, diámetro del tallo, numero de papas, peso y diámetro de la papa) y los parámetros fisicoquímicos (MO, N, P y K), destacando como mejor tratamiento al T1b. En conclusión, la incorporación del estiércol de ovino y abono verde en el suelo agrícola para el cultivo de papa Yungay incrementaron de forma favorable la productividad y calidad del suelo a comparación del experimento control.

**Palabras clave:** *solanum tuberosum*, *Medicago sativa*, abono verde, estiércol.

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effects of sheep manure and rests de alfalfa green manure (*Medicago sativa*) on agricultural soil for the cultivation of Yungay potatoes (*solanum tuberosum*) in the district of Soras, Ayacucho. In addition, the effect of the treatment on the physicochemical properties (pH, CE, MO, P, K, N and Carbonates) in the soil of the crop in pre and post treatment was determined and compared where 15 soil samples were collected at 20 cm of depth; and the yield of the potato crop was compared. The experiment was carried out from September to February, under a completely randomized block design (DBCA) with three replications. The treatments were: (1) sheep manure with 250 gr (T1a); (2) sheep manure with 500 gr (T1b); (3) green restos de alfalfa fertilizer with 250 gr (T2a); (4) green restos de alfalfa fertilizer with 500 gr (T2b); (5) control treatment without any fertilizer (T3). The results reported that the application of sheep manure obtained the best results in the physiological characteristics of the potato (plant height, stem diameter, number of potatoes, weight and diameter of the potato) and the physicochemical parameters (MO, N, P and K), highlighting T1b as the best treatment. In conclusion, the incorporation of sheep manure and green manure in the agricultural soil for the cultivation of Yungay potatoes favorably increased the productivity and quality of the soil compared to the control experiment.

**Key words:** *solanum tuberosum*, *Medicago sativa*, green manure, manure.

## 1. Introducción:

La calidad y fertilidad de los suelos es fundamental para garantizar una buena producción agrícola. Actualmente mantener la calidad del suelo mientras se busca mejorar el rendimiento y la calidad nutricional de los productos agrícolas viene siendo un desafío importante para la sostenibilidad agrícola. Los altos insumos agrícolas motivadas por las prácticas agrícolas intensivas como el uso inadecuado de pesticidas y fertilizantes químicos están deteriorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a nivel mundial (Castro, Mojica, Carulla, & Lascano, 2018; Dubey, Dubey, & Abhilash, 2019). Según (FAO, 2015), reporta que el 33% de la tierra se encuentra en un rango de moderado a altamente degradado debido a la acidificación, contaminación química, erosión y salinización del suelo, y parte de ello se le atribuye a los sistemas de producción en monocultivos y la aplicación de fertilizantes sintéticos. El manejo de la fertilidad del suelo viene siendo un reto para los cultivos orgánicos con demandas intensivas de nutrientes como la papa (Alam, Lynch, Sharifi, Burton, & Hammermeister, 2016). La papa es una especie herbácea originaria de Sudamérica y cultivada por todo el mundo (Otiniano, 2017). Es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo por el aporte significativo de carbohidratos y proteínas (S. Andersen, M. Heller, Toft, & Raben, 2019), motivo por el cual en el Perú, el cultivo de papa ocupa el 95% de área en condiciones de secano (Otiniano, 2017) y representa el 25% del PBI agropecuario (MINAGRI, 2015).

Los suelos de la región andina como en el distrito de Soras – Ayacucho, la producción de papa Yungay (*Solanum tuberosum*) se caracterizan por tener una baja fertilidad natural, como consecuencia del uso indiscriminado de agroquímicos y una fertilización sin considerar el balance de nutrientes. El papel que desempeñan los fertilizantes químicos ha garantizado un rendimiento agrícola alto (Li et al., 2020) y ha impulsado una mejor producción de los cultivos en un tiempo relativamente corto (Yang, Zhao, Huang, & Lv, 2015). Sin embargo, su uso desmesurado conduce a la pérdida de fertilidad del suelo a largo plazo (Francioli et al., 2016; Luo et al., 2018), degradación (Gu et al., 2019), acidificación (Khan et al., 2020), contaminación del suelo (Li et al., 2020) y la crecida de patógenos más virulentos (Hernández, Rivera, Díaz, Ojeda, & Guerrero, 2017). En este contexto, es conveniente la adopción de estrategias que permitan el cultivo continuo de papa sin agotar la calidad del suelo como un medio destacado para apoyar la seguridad alimentaria y la calidad ambiental a largo plazo.

En la aplicación de enmiendas orgánicas de estiércol de ovino y abono verde para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) se desconoce la dosis adecuada para satisfacer la demanda de nutrientes (Miranda, Lascano, Caballero, & Bosque, 2014; Perez, Cespedez, & Nuñez, 2008). La papa tiene un requerimiento nutrimental alto, absorbe 220,20,240,60 y 20 Kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca y Mg respectivamente para una producción de 20 t ha<sup>-1</sup>; destacando a los nutrientes que más se extraen del suelo, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Sifuentes et al., 2013). La absorción del N por el tubérculo se presenta antes del periodo de máximo crecimiento y desarrollo, esto significa que en el proceso de desarrollo la planta consume más de 50% con una demanda diaria de 7 kg ha<sup>-1</sup>día; por otro lado, la demanda del P oscila entre 0.4 a 0.9 kg ha<sup>-1</sup>día dependiendo de la variedad y clima, en cambio la absorción del K es de 5 a 14 kg ha<sup>-1</sup>día (Miranda et al., 2014; Sifuentes et al., 2013).

El estiércol de oveja, uno de los poco explorados y con mayor disponibilidad en la distrito de Soras – Ayacucho, fortalece la estructura del suelo proporcionando una buena fuente de nutrientes como el Potasio, Nitrógeno y Fósforo fundamental para el desarrollo de cultivos de papa (Dubey et al., 2019; Rodríguez, 2017). Así mismo, aumenta la actividad enzimática extracelular del suelo (EEA) y biomasa microbiana (Luo et al., 2018). (Benites, 2014) obtuvo un mayor rendimiento de cultivo de papa con abono de ovino a comparación del tratamiento con fertilizante químico NPK, lo cual no solo mejora la estructura de suelo sino el crecimiento de las plantas (Pan et al., 2020).

(Rodríguez, 2017) recomienda dividir la aplicación del estiércol de ovino para el aporte de nitrógeno en dos partes: siembra y después de 3 meses.

Otra práctica agrícola viable, es la incorporación de abono verde al suelo (Khan et al., 2020), el cual utiliza especies vegetales como leguminosas, crucíferas y gramíneas. Esta enmienda vegetal aporta diferentes nutrientes por su contenido foliar como N, K, P y carbohidratos solubles (Tejada, Gonzalez, Garcia-Martinez, & Parrado, 2008). Así mismo (Sharifi, Lynch, Hammermeister, Burton, & Messiga, 2014) refiere que los abonos verdes suplen las exigencias mínimas de N y ayudan a mantener la fertilidad del suelo en el cultivo de la papa. La adición de los residuos de las leguminosas frescas como restos de alfalfa, arveja vellosa y rábano oleaginoso elevan el contenido de materia orgánica y diversidad microbiana en el suelo (Fernandez et al., 2016; Jamioy, 2018), por consiguiente permite reducir la erosión y retener los nutrientes del suelo (Costa et al., 2018; Souza, Lopes do Carmo, Silva Santos, & Alves Fernandes, 2018; Yang et al., 2015). La restos de alfalfa es la especie fuertemente fijadora de N, cuya capacidad suele superar los 200 Kg de N/ha y año (Guzmán & Alonso, 2008), siendo favorable para la productividad del cultivo y la mejora de la calidad del suelo (Adekiya, Agbede, Aboyeji, Dunsin, & Ugbe, 2019).

La aplicación de estas enmiendas orgánicas como estiércol de ovino y abono verde (restos de alfalfa) en el cultivo de papa es una práctica agrícola viable y económica para mejorar la capacidad nutricional del suelo y garantizar una mejor productividad del cultivo, a fin de hacer frente a la problemática de la pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas por la intensificación de siembra de monocultivo y falta de incorporación de suplemento nutricional al suelo en el distrito de Soras - Ayacucho. Por lo tanto, el objetivo de este estudio pretende evaluar los efectos del Estiércol de Ovino y Abono Verde (restos de alfalfa) en el suelo agrícola para el cultivo de papa yungay (*Solanum tuberosum*) en el distrito de Soras. Así mismo determinar y comparar el efecto de los tratamientos sobre las propiedades fisicoquímicas (pH, CE, MO, P, K, N y Carbonatos) del suelo en el pre y post tratamiento; y comparar el rendimiento del cultivo papa yungay (*Solanum tuberosum*) en los tratamientos aplicados.

## **2. METODOLOGIA**

### ***2.1. Ubicación del experimento***

El trabajo experimental se realizó en el distrito de Soras, Provincia de Sucre, departamento de Ayacucho, ubicado entre 3200-3500 m.s.n.m. La temperatura durante la ejecución experimental (Setiembre 2020 a febrero 2021) oscilan entre 3.2 °C al 28.2°C; una precipitación de 0 mm hasta 29.4 mm y cuenta con una humedad relativa de 57.11% hasta 74.80% (SENAMHI, 2021). La investigación se realizó en un terreno de cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) con un área aproximada de 8m<sup>2</sup>, cuyas coordenadas geográficas son; Latitud Este: 650275.20 m, Longitud Norte: 8438956.56 m, Latitud Sur: 14.116231°, Longitud Oeste: 73.607639°, Altitud: 3411 m s. n. m.

### ***2.2. Preparación del suelo, siembra y tratamientos.***

En la preparación del terreno se realizó una limpieza del suelo mediante labranza tradicional, esto implicó desyerbe de malezas y reducción de terrones en suelo, para crear una estructura favorable que permita a las plantas tener un rápido acceso a los recursos vitales de los nutrientes, el agua y la aireación. En este proceso se realizó un muestreo de suelo a 30 cm de profundidad para conocer la caracterización físico química del suelo (pH, CE, MO, P, K, N y Carbonatos) (Otiniano, 2017; Sifuentes et al., 2013). La siembra de la papa Yungay (*Solanum tuberosum*) se realizó según el Manual de cultivo de papa del Perú (Otiniano, 2017), el terreno de estudio se dividió en tres partes a

una distancia de 1.50 m, donde en cada área dividida se realizó dos surcos con separación de 60 cm y se sembró tres plantaciones de papa a una profundidad de 15 cm con distribución de 35 cm entre cada cultivo.

Se aplicó cinco tratamientos de diferentes concentraciones de Estiércol de Ovino y restos de alfalfa como abono Abono Verde en cultivos de Papa (*Solanum tuberosum*), con tres repeticiones a escala piloto.

- **T1a:** Estiércol de Ovino (250 g)
- **T1b:** Estiércol de Ovino (500 g)
- **T2a:** Abono verde (restos de alfalfa) (250 g)
- **T2b:** Abono verde (restos de alfalfa) (500 g)
- **T3:** Control

En cada surco se aplicó diferentes dosis de los tratamientos de 250gr y 500gr por planta. Así mismo, se incorporó dos veces el tratamiento durante el periodo experimental, la primera en el proceso de la siembra y la segunda después del segundo mes de la siembra, a excepción del T3 control. (Miranda et al., 2014; Pan et al., 2020).

### ***2.3. Parámetros de crecimiento evaluados***

Al final del estudio, se midió la altura de cada planta con una cinta métrica desde el cuello de la planta hasta la yema terminal, el diámetro de los tallos se midió en la parte inferior de la planta, por otro lado, el número de hojas se realizó mediante un conteo total. Posteriormente, a los cinco meses de la siembra, cuando la papa Yungay alcanza su madurez con los tratamientos aplicados por cada planta se efectuó la cosecha manualmente con una lampa. Así mismo, se determinó el peso de la papa en una balanza digital, separando cada planta por tratamiento y repetición. Para determinar número de papas se realizó un conteo separando cada planta por cada repetición y tratamiento, por último, el diámetro de la papa se midió en la parte media del tubérculo con una cinta métrica (Benites, 2014; Colachagua, 2011).

### ***2.4. Determinación de las concentraciones de nutrientes***

Para el análisis de muestreo se realizará una caracterización físico química del suelo (pH, CE, MO, P, K, N y Carbonatos) en condiciones iniciales y al final de la cosecha de la papa, con la aplicación de los tratamientos (T1a: Estiércol de Ovino 250 gr, T1b: Estiércol de Ovino (500 gr, T2a: Abono verde de restos de alfalfa 250 g y T2b: Abono verde de restos de alfalfa 500 gr). La primera aplicación de los tratamientos en el suelo del cultivo de papa yungay se realizó en el proceso de siembra en el mes de setiembre 2020; y la segunda aplicación de los tratamientos se efectuó en el mes de diciembre 2020, considerando que el estiércol de ovino se incorporó en el contorno de cada planta de papa (Maceda, 2015). Por otro lado, la primera aplicación del tratamiento con abono verde se sembró restos de alfalfa en el terreno de estudio, posteriormente se quitó los restos de alfalfa del suelo para cortar en pequeñas partes, estas fueron esparcidos y revueltos a una profundidad de 10cm, mientras que en la segunda aplicación solo se enterró los restos de alfalfa cortada. (Jamioy, 2018).

El primer muestreo se efectuó dos meses después de la siembra (noviembre 2020) y el último muestreo fue tomado en la cosecha de la papa yungay (febrero 2021). Las muestras se tomaron a una profundidad aproximada de (0 - 20 cm) recolectando 100 g de suelo entre plantas de las tres repeticiones por cada surco considerando el T3: Testigo sin tratamiento, se recolectó 15 muestras en total. Las muestras de suelo pasaron por un tamiz de 2 mm para ser introducidas en bolsas herméticas limpias, debidamente rotuladas con código y fecha de muestreo, posteriormente se trasladó en un tiempo máximo de 24 horas después a su extracción, en un área seca y ventilada bajo condiciones normales para ser analizadas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNALM (MINAM, 2014).

### 2.5. Análisis estadístico

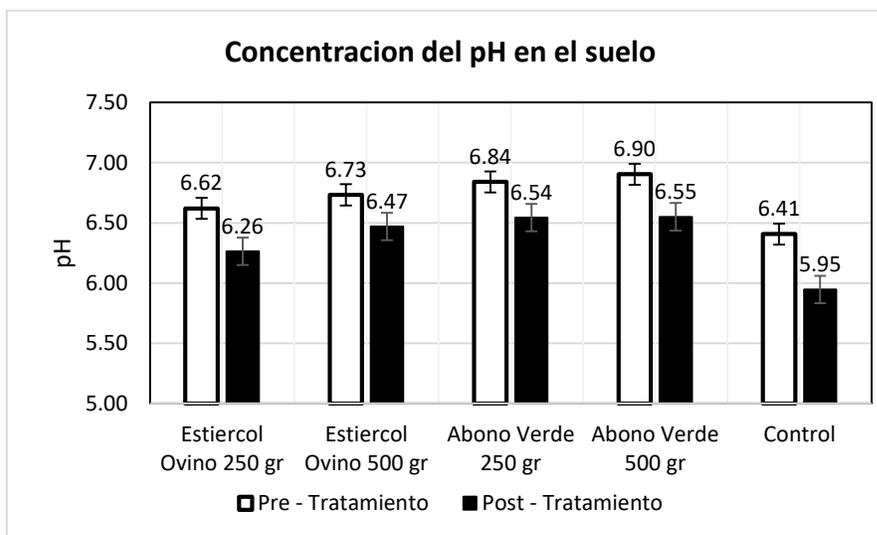
Se estableció un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), la cual incluyó cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos son: (1) estiércol de oveja con una dosis de 250 gr (T1a); (2) estiércol de oveja con una dosis de 500 gr (T1b); (3) abono verde de restos de alfalfa (*Medicago sativa*) con una dosis de 250 gr (T2a); (4) abono verde de restos de alfalfa (*Medicago sativa*) con una dosis de 500 gr (T2b); (5) tratamiento de control sin ningún fertilizante (T3), siendo aplicados al cultivo de papa yungay (*Solanum tuberosum*). La data se recolectó en la hoja de cálculo de Microsoft Excel, luego el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) se procesó a través del software R Studio versión 3.2.2, el cual comparó las medias a través del test de Friedman's y Fisher A fin de determinar si existe diferencias significativas mínima de los tratamientos.

## 3. Resultados y Discusiones

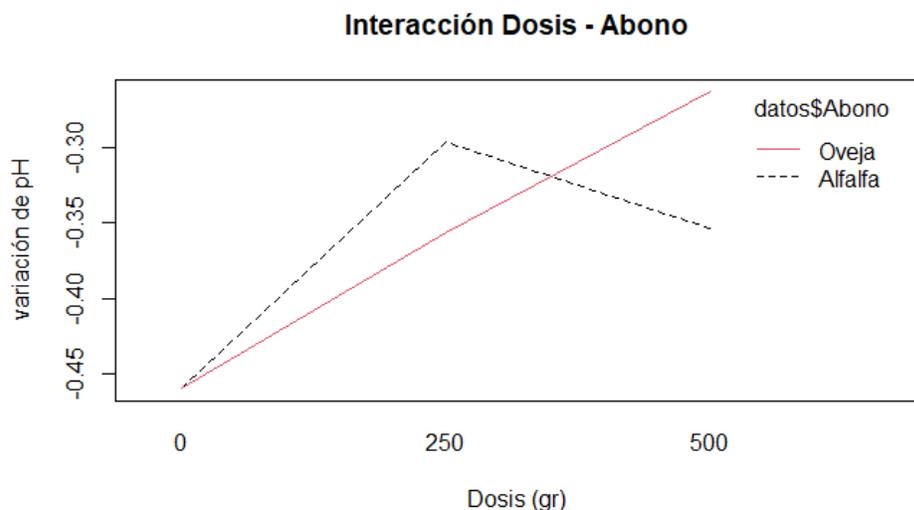
### 3.1. Resultados de las características fisicoquímicas del suelo.

#### 3.1.1. PH

En la figura 1, refleja una disminución del Ph en el suelo tras la aplicación del estiércol de ovino y abono verde en el post tratamiento. Estadísticamente en la figura 1, la aplicación del estiércol de oveja y abono verde no tienen variaciones significativas en el pre tratamiento con los resultados del post tratamiento.



**Gráfico 1.** Comparación del Ph en el pre y post tratamiento



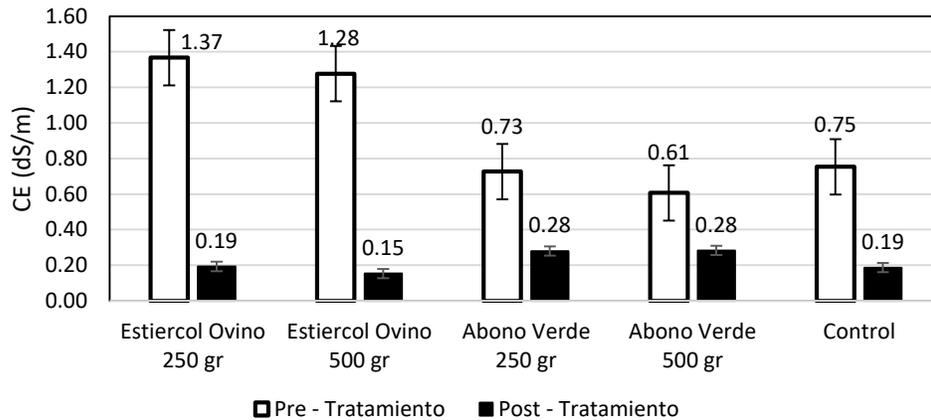
**Figura 1.** Interacción de Dosis – Abono sobre la variación del Ph en el suelo

Previo al cultivo de la papa Yungay el suelo tenía un pH de 6.46, lo cual se vio influenciado tras la aplicación del estiércol de ovino y los restos de alfalfa como abono verde, siendo notable la reducción del pH en cada tratamiento. Por un lado, la adición del abono de ovino con una proporción de 250 gr y 500 gr registro un Ph menor a comparación de los tratamientos con abono verde (restos de alfalfa), lo cual se le atribuye a la descomposición del estiércol de ovino y la liberación de sustancias acidificantes. Sin embargo, esto no afecta a la productividad del cultivo, debido a que (INTAGRI, 2017) refiere para llevarse a cabo un adecuado desarrollo esta puede estar en un rango de 5.0 a 7.0. Del mismo modo, (Nazmus, Md Khairul, Md Monirul, Laila, & Nik M, 2013) informaron que la disminución en el pH del suelo resultó de la aplicación del abono verde. Según (Adekiya et al., 2019; Dahal & Bista, 2018), el pH del suelo ligeramente más bajo en las parcelas incorporado con abono verde en comparación con el control puede atribuirse a la producción de CO<sub>2</sub> y ácidos orgánicos durante la descomposición del abono verde incorporado. Se recomienda que el ph no sea menor de 5.5 para evitar de acidez, y no pueda causar toxicidad a las plantas, ni dañar directamente a la vida microbiana (Garro, 2016).

### 3.1.2. CE

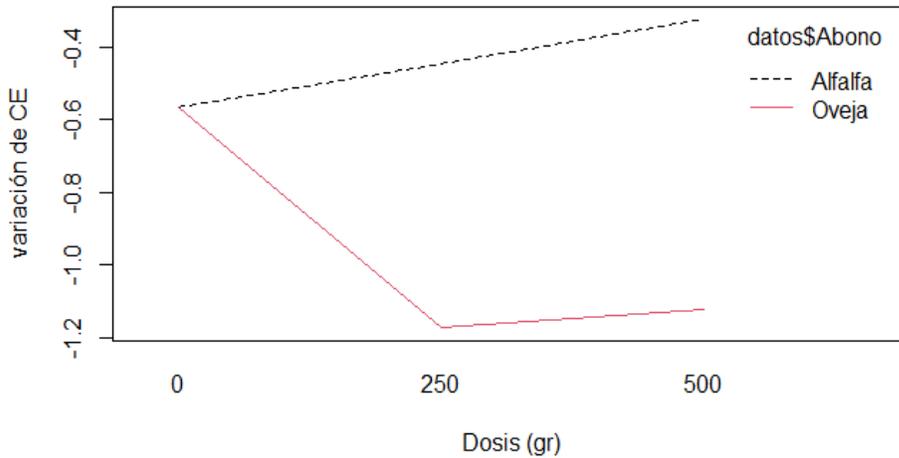
Tras una comparación de la Conductividad Eléctrica (CE) en el pre y post tratamiento (Gráfico 2) se registró un descenso de la conductividad eléctrica en todos los tratamientos aplicados con abono y el control. Por otro lado, la incorporación del abono verde en el pre tratamiento registro un suelo con una menor conductividad eléctrica, siendo la dosis de 500 gr con una menor CE que la dosis de 250 gr.

## Concentración de la Conductividad Eléctrica



**Gráfico 2.** Comparación de la Conductividad Eléctrica en el pre y post tratamiento

## Interacción Dosis - Abono

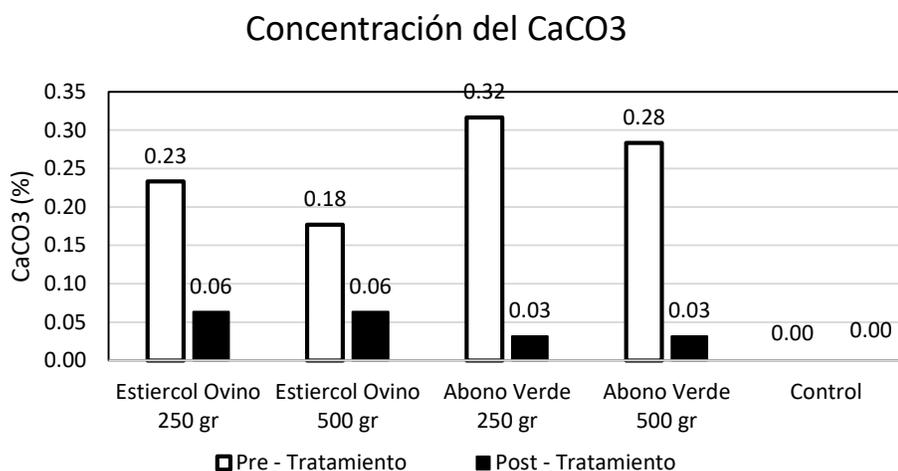


**Figura 2.** Interacción de Dosis – Abono sobre la variación de la CE en el suelo.

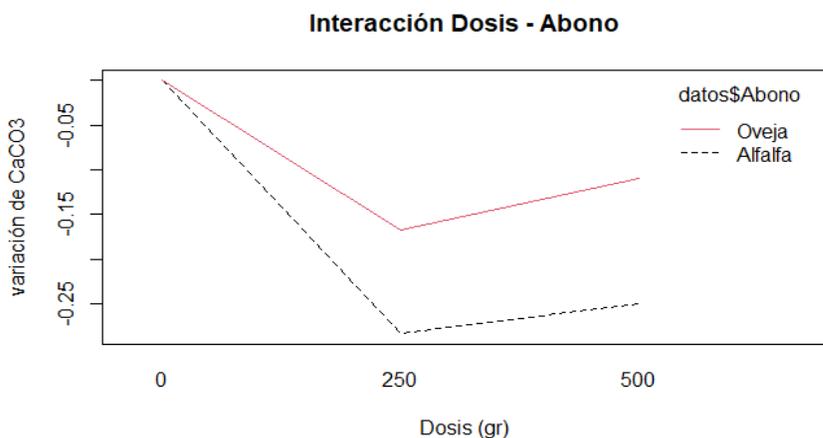
La concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato se mide mediante la CE; esto significa que, a mayor CE hay una elevada concentración de sales (Cortés, Pérez, & Camacho, 2013). Según la Gráfico 2, refleja una disminución de la conductividad eléctrica en cada tratamiento, manteniéndose en la categoría de muy ligeramente salino (<2 ds/m). El experimento con menor contenido de CE fue al tratamiento con abono de ovino con un promedio de 0.15 ds/m en el pos tratamiento. Así mismo, (Maceda, 2015) reporta que tras adición de abono de ovino la conductividad eléctrica fue de 0,0162 dS/m. Se recomienda que la CE de un sustrato sea baja, en lo posible menor a 1dS m<sup>-1</sup> (1+5 v/v), debido a que una CE baja facilita el manejo de la fertilización y se evitan problemas por fitotoxicidad en el cultivo (Barbaro, Karlanian, & Mata; Colachagua, 2011).

### 3.1.3. $\text{CaCO}_3$

El aporte del abono verde registro valores altos de la  $\text{CaCO}_3$  en el pre tratamiento a comparación al tratamiento con estiércol de ovino. Sin embargo, en la Gráfico 3, refleja una disminución del  $\text{CaCO}_3$  tras la aplicación de los abonos del post tratamiento. Tras la cosecha del cultivo de papa, el suelo con menor cantidad de  $\text{CaCO}_3$  fue aquel que se le adiciono el abono de restos de alfalfa. Así mismo, se evidencia que no existe una diferencia significativa sobre la aplicación de la dosis de 250 gr y 500 gr de ambos abonos.



**Gráfico 3.** Comparación del  $\text{CaCO}_3$  en el pre y post tratamiento

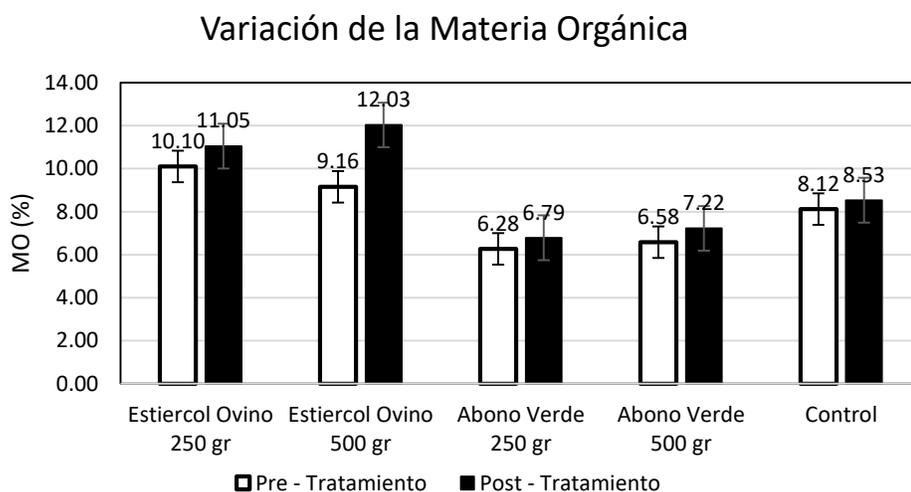


**Figura 3.** Interacción de Dosis – Abono sobre la variación de la  $\text{CaCO}_3$  en el suelo.

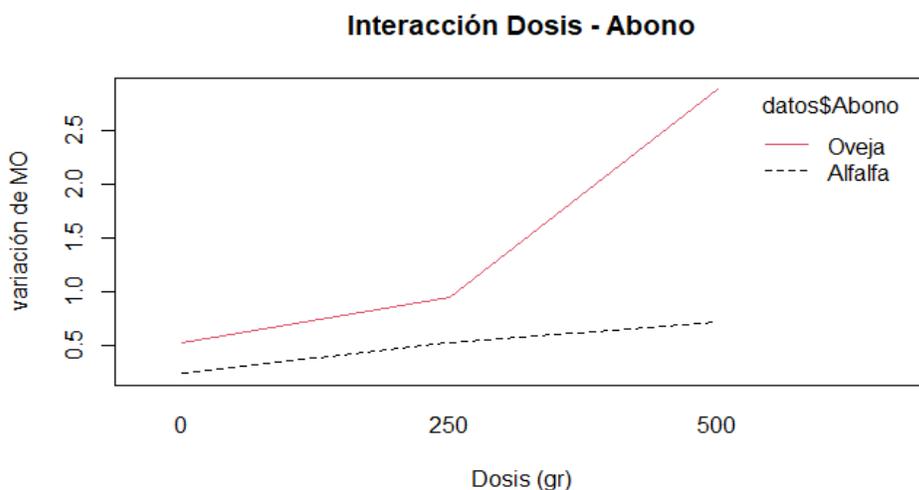
La disminución significativa del  $\text{CaCO}_3$  en cada tratamiento con o sin abono (Gráfico 3), concuerda con los resultados reportados en Gráfico 2, donde se evidencia una disminución de la conductividad eléctrica. Esto debido que a una menor CE se dará un bajo contenido de sales (Cortés et al., 2013). Así mismo, la aplicación del abono de ovino en el pre tratamiento de 250 gr y 500 gr registraron valores de 0.23% y 1.18% respectivamente. En este contexto, (Maceda, 2015) en un experimento reporta que las parcelas de zona experimental presentan un carbonato total (% $\text{CaCO}_3$ ) de 0.53 % con un nivel de calificación bajo (<1%), lo que indica que en estos suelos no existe toxicidad para los cultivos.

### 3.1.4. MATERIA ORGANICA

Según el grafico 4 y figura 4, el abono de ovino registró altos valores de materia orgánica (MO). Mientras tanto, en el pre tratamiento la adición de la restos de alfalfa como abono verde brindaron valores inferiores de MO a comparación del resto de tratamientos. Además, se reporta que a mayor proporción de dosis aplicada existe un mayor aporte de la materia orgánica en el suelo, es decir, para el post tratamiento la dosis de 500 gr en cada tratamiento incremento significativamente la Materia Orgánica en el suelo.



**Gráfico 4.** Comparación de la Materia Orgánica (MO) en el pre y post tratamiento



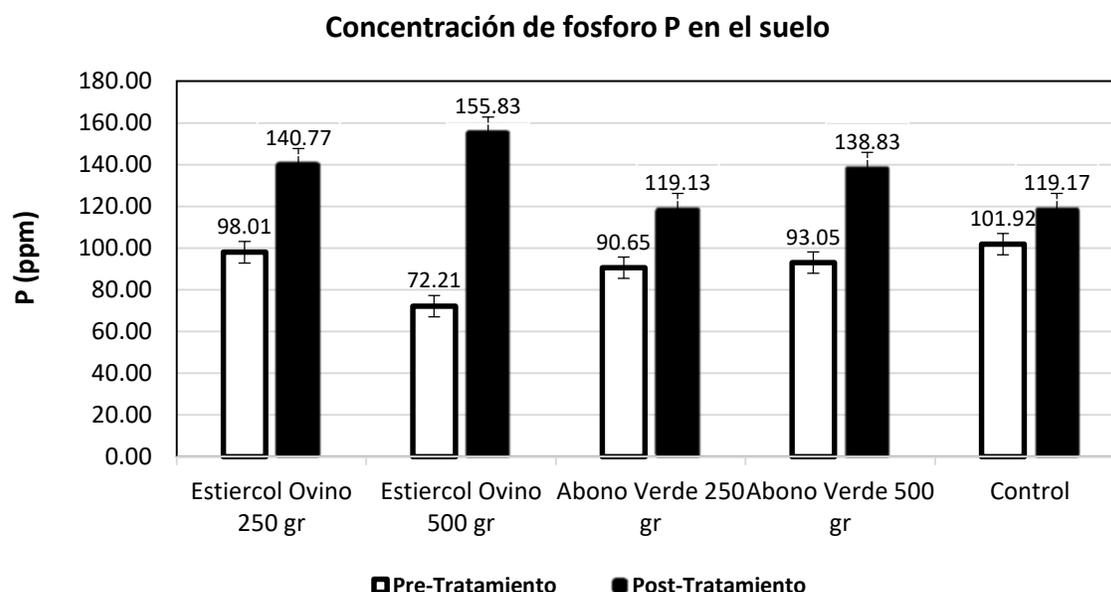
**Figura 4.** Interacción de Dosis – Abono sobre la variación de la Materia Orgánica en el suelo.

El contenido de materia orgánica (MO) de un suelo refleja la cantidad y el manejo del carbono (C) restituído al suelo (Ballesta, 2007). Es por ello, se evidencia aportes significativos de la MO posterior a la cosecha de papa. La aplicación del estiércol de ovino brindó altos contenidos de MO de 11.05% y 12.03% con una dosis de 250 gr y 500 gr respectivamente. En cambio, el tratamiento con restos de alfalfa como abono verde su mayor aporte fue de 7.22% con la dosis de 500 gr (Gráfico 4 y figura 4).

Se recomienda que el nivel de materia orgánica presente en el suelo sea de al menos un 2% (Colachagua, 2011). Por lo tanto, la utilización de estiércol puede ser muy importante en aquellas zonas donde el nivel de materia orgánica es bajo, más aun si se le aplica una dosis alta de abono(Tejada et al., 2008). El aporte de los abonos orgánicos y abono verde como la restos de alfalfa supone una mejora de la estructura del suelo, así como aumenta la capacidad de retención de agua, ya que dispone de alto contenido de MO y nutrientes como el N, P, K , Ca ,Mg y Mn (Adekiya et al., 2019; Coila, 2017).

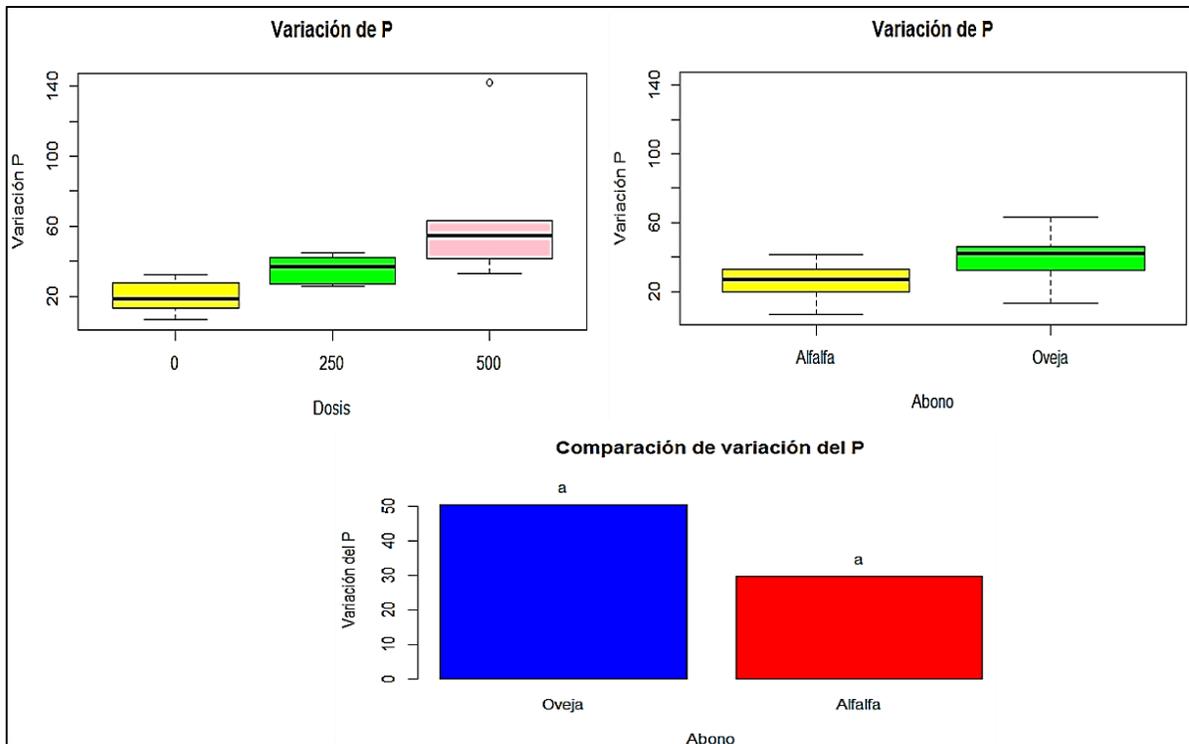
### 3.1.5. FOSFORO

Gráfico 5. Concentración de Fosforo (ppm) del suelo en función de los tratamientos aplicados, los resultados obtenidos muestran que el pre tratamiento tiene valores menores a comparación del Post que demuestran que las aplicaciones de los tratamientos incrementaron el contenido de Fosforo P el suelo.



**Gráfico 5.** Concentración de fosforo en función a la aplicación de los tratamientos.

En la figura 5. El análisis de varianza muestra que la dosis y el tipo de abono tienen efecto significativo sobre el Fosforo (P) del suelo en el cultivo de papa, sin embargo, la comparación de medias entre el estiércol de ovino y abono verde de restos de alfalfa no tiene diferencia significativa, estadísticamente son iguales.



**Figura 5.** Variación del Fosforo (P) en función a la dosis y tipo de abono.

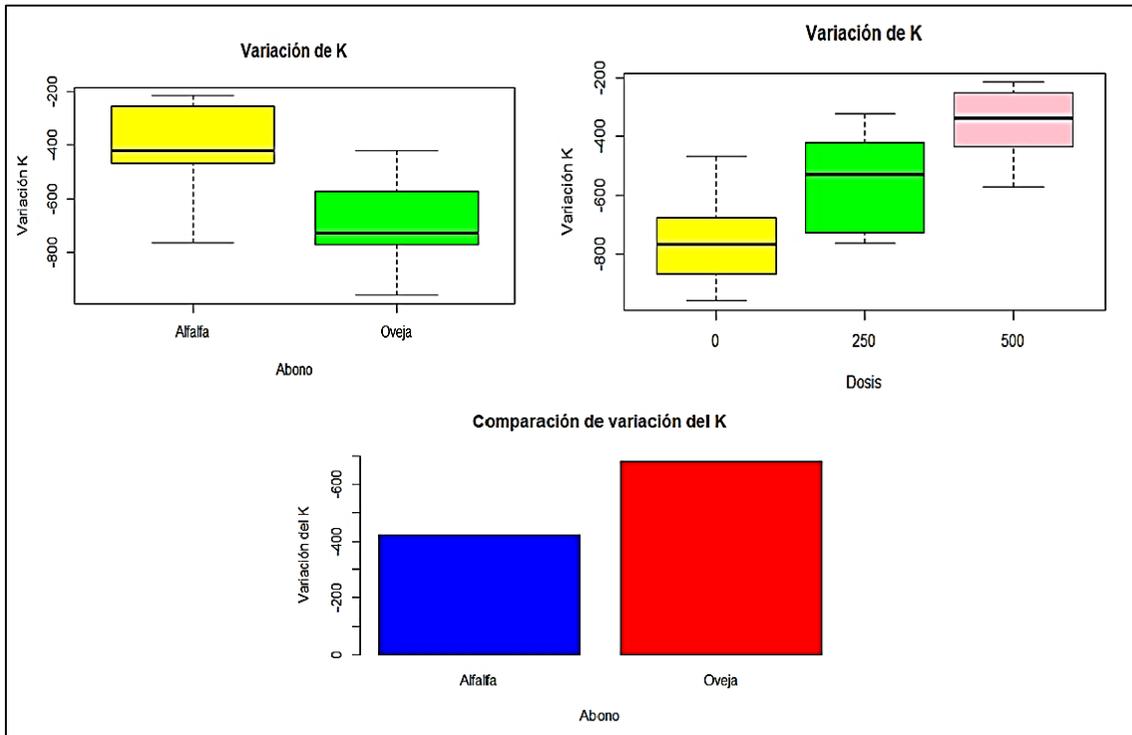
En el gráfico 5, se observa que los mejores resultados de aporte de Fosforo en el suelo comprende el tratamiento de estiércol de ovino en sus diferentes dosis, así mismo en la figura 5 destaca que a mayor dosis de aplicación mejores resultados, en ese contexto se destaca que el estiércol de ovino y el abono verde de restos de alfalfa tiene un mejor rendimiento en aporte de P, satisface la demanda nutricional del cultivo de papa y mejora la calidad del suelo a comparación del grupo control. Según (Nolasco, 2016) cuanto más dosis de aplicación de P contenga el suelo, tendrá mayor acumulación y fijación incrementado el nivel de fosforo, esto se refleja en los resultados del gráfico 5 y figura 5 donde las dosis de los tratamientos se aplicaron en dos periodos.

(Espinoza, Slaton, & Mozaffari, 1914) menciona que para producir un cultivo óptimo es ideal que el suelo contenga 75 ppm de fosforo, lo cual según el gráfico 5 los resultados de post tratamientos oscilan entre 119.13ppm -155.83 ppm esto indica que la aplicación de los tratamientos con estiércol de ovino y abono verde de restos de alfalfa mejoraron la capacidad nutricional con relación al P.

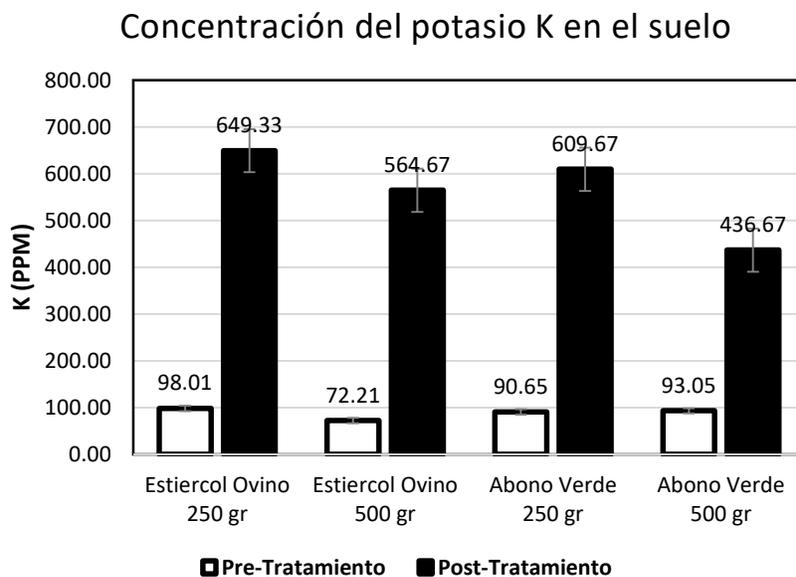
Este resultado tiene afinación con lo investigación de (Chaudhary, Dheri, & Brar, 2017), que indica que los abonos orgánicos de origen animal y vegetal constituye un alto contenido de nutrientes al suelo, refiriendo que el fosforo tiene mayor disponibilidad en el suelo y asimilación por la planta, permitiendo satisfacer la demanda nutricional de la papa. Por otro lado (Pan et al., 2020) evalúa cuatro estrategias de fertilización química con y sin enmienda de estiércol de ovino, destacando entre los mejores resultados con mayor fijación de fosforo en el suelo al tratamiento con estiércol.

### 3.1.6. POTASIO

Según la figura 6. La interacción de dosis-abono, análisis de varianza y la comparación de medias en función a la variación del potasio K (ppm) del suelo en el cultivo de la papa tiene diferencia significativa, esto indica que los tratamientos aplicados tienen diferentes aportes de potasio.



**Figura 6.** Variación de Potasio (k) en función a la dosis y tipo de abono.



**Gráfico 6.** Concentración de Potasio en función a la aplicación de los tratamientos

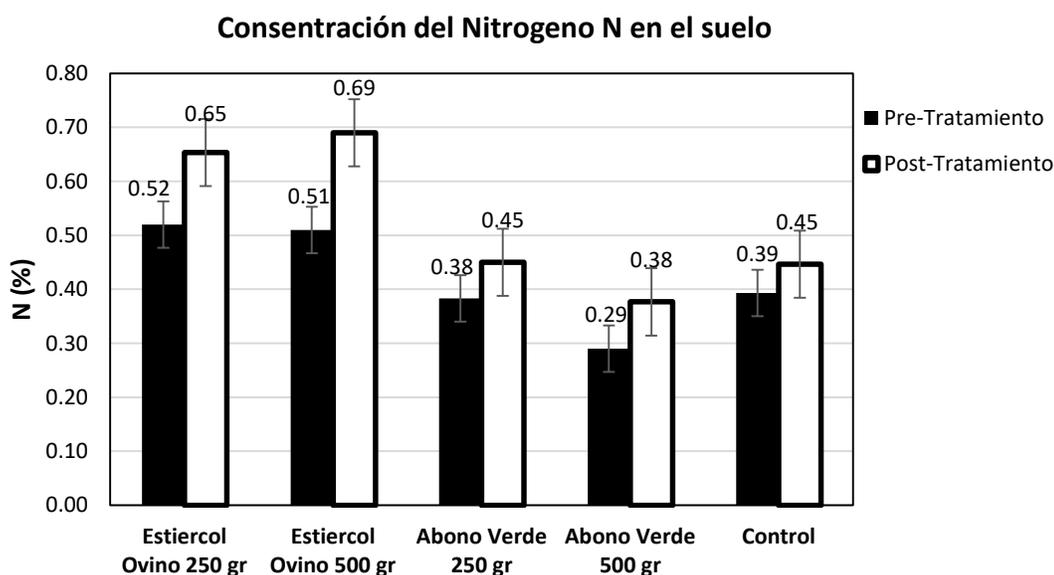
Las incorporaciones de los tratamientos propiciaron un incremento significativo del potasio en el suelo de cultivo de papa, con mayores efectos al estiércol de ovino particularmente en la dosis de 500 gr, sin embargo, el análisis de varianza muestra mejor efecto con el abono verde de restos de alfalfa, en ese contexto el estiércol de ovino y el abono verde de restos de alfalfa tiene un buen rendimiento en aporte de k contribuyen a mejorar la eficiencia, disponibilidad y fertilidad del suelo en el cultivo

de papa (Jamioy, 2018) (Espinoza et al., 1914) menciona que para producir un cultivo optimo es indispensable que el suelo contenga 131ppm – 175 ppm de fosforo, lo cual según los resultados del grafico 6 el post tratamientos oscilan entre 436.67ppm - 649.33ppm esto indica que la aplicación de los tratamientos con estiércol de ovino y abono verde de restos de alfalfa fijaron buen nivel de K en el suelo de cultivo de papa.

Resultados similares según (Dimas, Diaz, & Martínez, 2001) en su investigación con tratamientos de fertilizantes orgánicos e inorgánica con dosis de 20-30 t ha<sup>-1</sup> mostró resultados similares en la fijación del potasio en el suelo, destacado el estiércol como una alternativa para sustituir a la fertilización inorgánica. Por otro lado (Choudhary et al., 2018) en su estudio evidencio el buen rendimiento del estiércol de animales con respecto al aporte de K en el suelo agrícola.

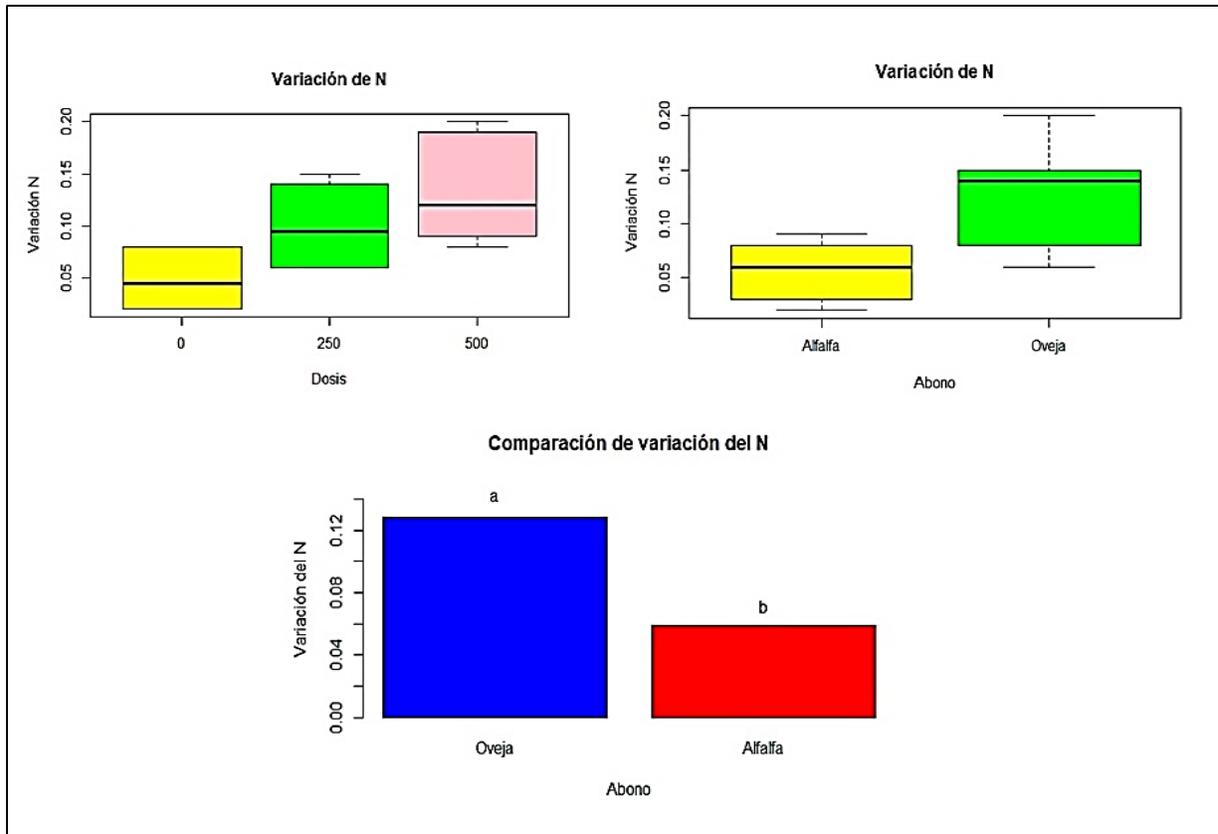
### 3.1.7. NITROGENO

Grafico 7. Concentración de Nitrógeno (%) del suelo en función de los tratamientos aplicados, los resultados obtenidos muestran que en el post tratamiento se incrementaron el % de N en el suelo de cultivo de papa.



**Gráfico 7.** Concentración del % Nitrógeno en función a la aplicación de los tratamientos.

Según la figura 7. El análisis de varianza muestra que la dosis y el tipo de abono tienen efecto significativo sobre el porcentaje de Nitrógeno del suelo en el cultivo de papa, así mismo la comparación de medias en función a la variación del % de N también tiene diferencia significativa, esto indica que los tratamientos aportaron diferentes proporciones de N (%).



**Figura 7.** Variación del % de N en función a la dosis y tipo de abono.

La incorporación de los abonos orgánicos de estiércol de ovino y abono verde de restos de alfalfa sobre el suelo agrícola en cultivo de papa Yungay, estuvo relacionado con el aporte significativo de la disponibilidad del porcentaje de N, en el gráfico 7 se observa como mejor resultado al estiércol de ovino de sus diferentes dosis por sus mejores valores en aporte de N, lo cual se podría atribuir a lo mencionado por (García, Treto, & Alvarez, 2000) son muy ricos en nitrógeno debido a que en el estiércol de ovino existen ciertos microorganismos del suelo que realizan la fijación biológica, a partir de ello se puede deducir que el abono verde de restos de alfalfa a pesar de ser buen fijador de nitrógeno no desarrolló la fijación biológica suficiente para obtener mejores resultados en comparación del grupo control. Por otro lado, en la figura 7 el análisis de varianza refleja que a mayor dosis de aplicación mayor aporte de N, esto indica que el suelo satisface la demanda nutricional del cultivo de papa Yungay y mejora la capacidad de fertilidad del suelo (Acevedo, Álvarez, Hernández, & Améndola, 2011).

(Perdomo & Barbazán, 1999) menciona que un suelo para cultivo óptimo debe contener 35% – 50% de Nitrógeno, lo cual según los resultados del gráfico 7 los post-tratamientos oscilan entre 0.45% - 0.69% esto indica que la aplicación de los tratamientos fijó porcentajes dentro del rango óptimo de N en el suelo de cultivo de papa. Al respecto en las investigaciones de (Francioli et al., 2016; Maceda, 2015) reportan un incremento del N en suelo de 34% y 70%, atribuyéndose al enriquecimiento de los abonos orgánicos, mientras que los fertilizantes químicos propiciaron valores similares.

### 3.2. Resultados de las características fisiológicas de la papa.

#### 3.2.1. Altura de la planta de papa

Esta grafica de cajas (figura 8) muestra que la altura de la planta de papa con una dosis de 250 y 500 gr de abono de ovino y abono verde (restos de alfalfa) tienen valores de 1.15 hasta 1.25 m, logrando un mayor rendimiento a comparación del control. Según la figura 8, la aplicación del abono de ovino difiere significativamente con el resultado del abono verde (restos de alfalfa).

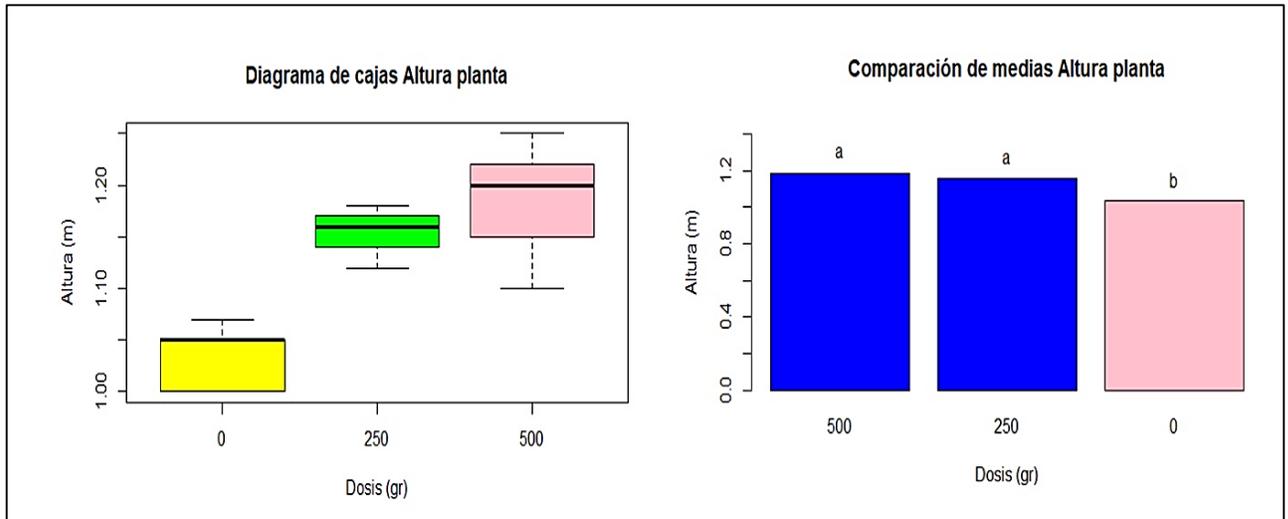


Figura 8. Diagrama de cajas y comparación de medias sobre la altura de la planta de papa.

El resultado expresado en la figura 9, revela el tipo de abono difiere significativamente y que el abono de ovino permitió un mayor rendimiento en el crecimiento de la altura de la papa que la aplicación del abono verde (restos de alfalfa).

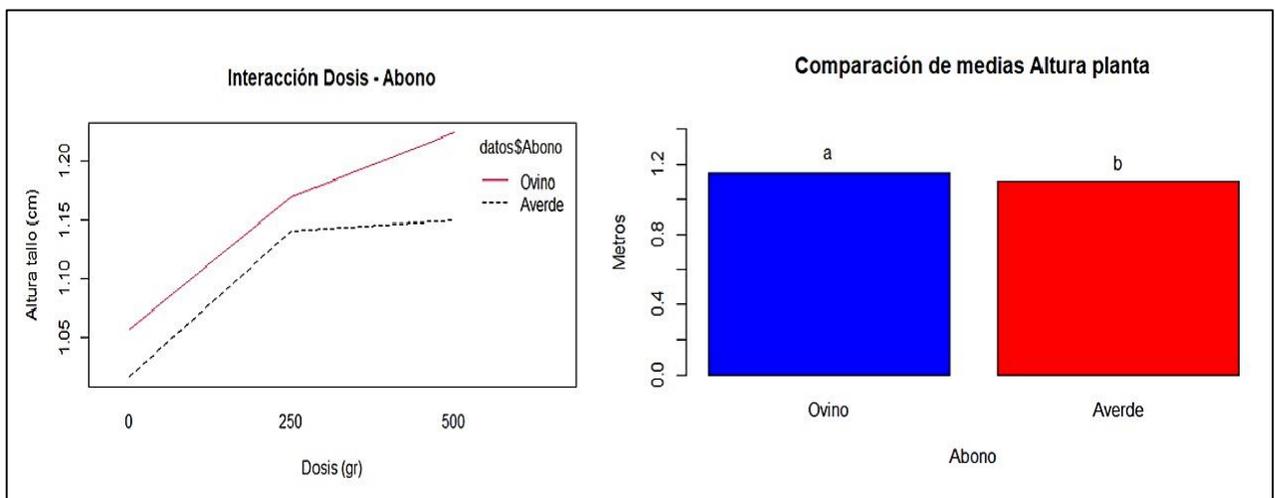
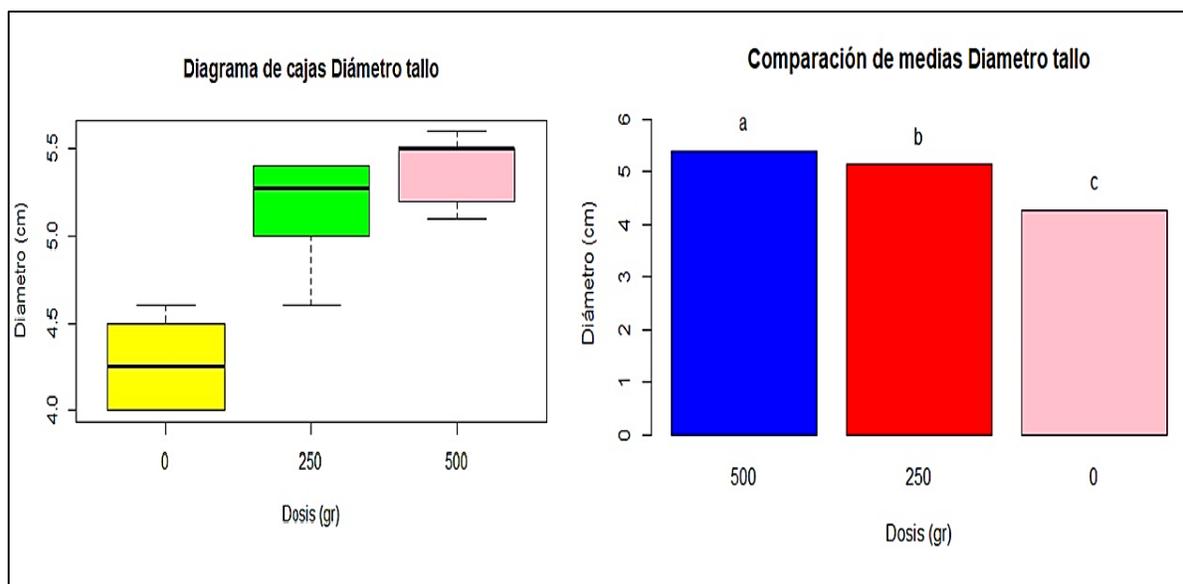


Figura 9. Interacción de la dosis - abono y comparación de medias sobre la altura de la planta

La aplicación del abono de ovino permitió una mayor altura de la planta de papa en un promedio de 1.15 m a comparación del abono verde con 1.10 m. Así mismo, la dosis de 500 gr. de abono de ovino logró un mayor crecimiento en cuanto a la altura de la planta de papa (1.15 m a 1.25 m), seguido de la dosis de 250 gr y ultimo el experimento control. Es por ello, se entiende que, si la aplicación de la dosis incrementa, la altura de la planta aumenta. Estas diferencias en altura de planta se atribuyen a los efectos positivos de la aplicación de las distintas dosis de abono, lo cual mejoro las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, provocando un incremento en altura de planta como se visualiza en la figura 9. Según(Maceda, 2015), indica que las diferencias podrían atribuirse también a la asimilación de nutrientes de nitrógeno en mayor proporción y que el crecimiento está condicionado con la disponibilidad de humedad, lo cual concuerda con el aporte significativo de N (%) registrado en la figura 7. Las alturas reportadas con la aplicación de estiércol de ovino fueron superiores a los 1.05 m (figura 9). De forma similar (Benites, 2014), en su mejor tratamiento tuvo alturas de 1.25 m para abono de ovino. Sin embargo, con la aplicación de ovino (Colachagua, 2011), la altura mayor fue de 41.583 cm, siendo inferior a lo reportado en esta investigación.

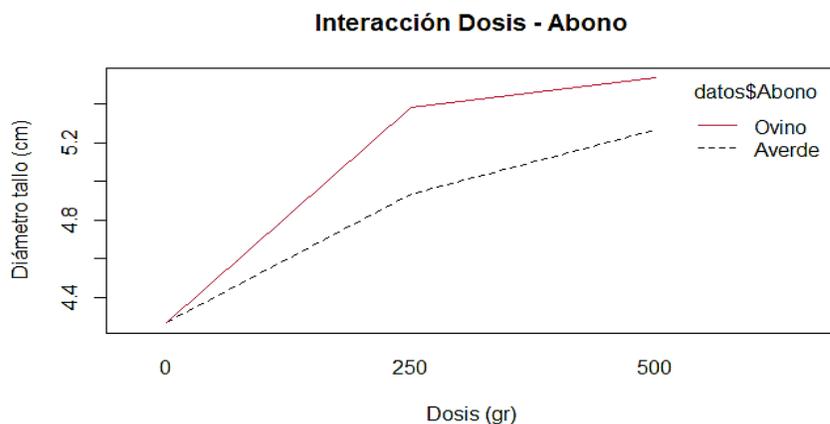
### 3.2.2. DIAMETRO DEL TALLO

La grafica de cajas sobre el diámetro del tallo de la planta (figura 10) demuestra que el diámetro de la planta de papa difiere significativamente en cuanto a la aplicación de la dosis de 500 gr, 250 gr y 0 gr. Además, al grupo que se le añadió la dosis de 500 gr tuvo el mayor diámetro con un promedio de 5.4 cm.



**Figura 10.** Diagrama de cajas y comparación de medias sobre la altura de diámetro de la planta

De acuerdo a la figura 11, el diámetro del tallo de la planta de papa Yungay es mayor tras la aplicación de 500 gr del abono de ovino con valores que oscilan de 5.4 a 5.6 cm, mientras que el resultado de los restos de alfalfa como abono verde con una dosis de 500 gr fue inferior teniendo valores entre 4.9 cm hasta 5.2 cm de diámetro del tallo.

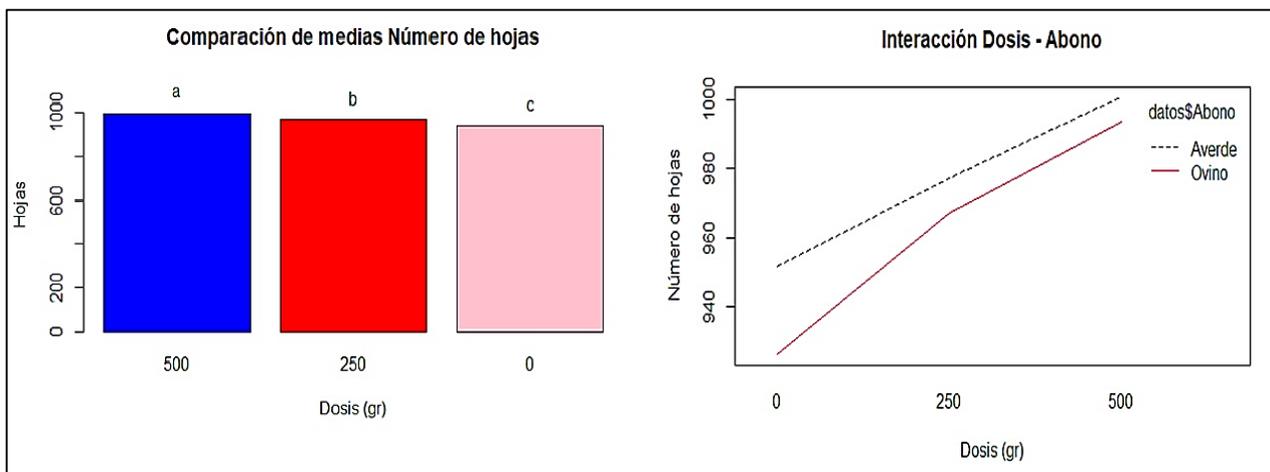


**Figura 11.** Interacción de la dosis - abono sobre el diámetro de la planta

En la figura 11, se evidencia que las plantas con diámetros de mayor grosor fueron la del tratamiento con estiércol de ovino. Según (Maceda, 2015), la diferencia alcanzada con relación al diámetro de tallo en las plantas es producto del desarrollo de los tejidos en función a sus características genéticas. Sin embargo, los factores climáticos juegan un papel muy importante en el proceso de engrosamiento del tallo, lo cual la época lluviosa durante los meses de noviembre a marzo beneficia su crecimiento. Por otro lado, a una mayor dosis aplicada de abono de ovino y abono verde existe un mayor diámetro del tallo de la planta de papa. En relación (Coila, 2017) menciona que el diámetro de tallo varía en función a la altura de planta, lo cual concuerda con el aumento de la altura y diámetro tras la aplicación de las distintas dosis de abono. Además, el incremento de diámetro del tallo como se observa en la figura 11 se le atribuye a la mejora las propiedades físico químicas como el MO, N, P y K.

### 3.2.3. NUMERO DE LAS HOJAS

De acuerdo a la figura 12, la aplicación de los ambos abonos en proporción de 0 gr, 250 gr y 500 gr difieren significativamente en cuanto al número de hojas de las plantas. El abono verde a una dosis de 500 gr logró un mejor rendimiento en cuanto al desarrollo de las hojas de la planta de papa (en promedio 997 hojas por planta).

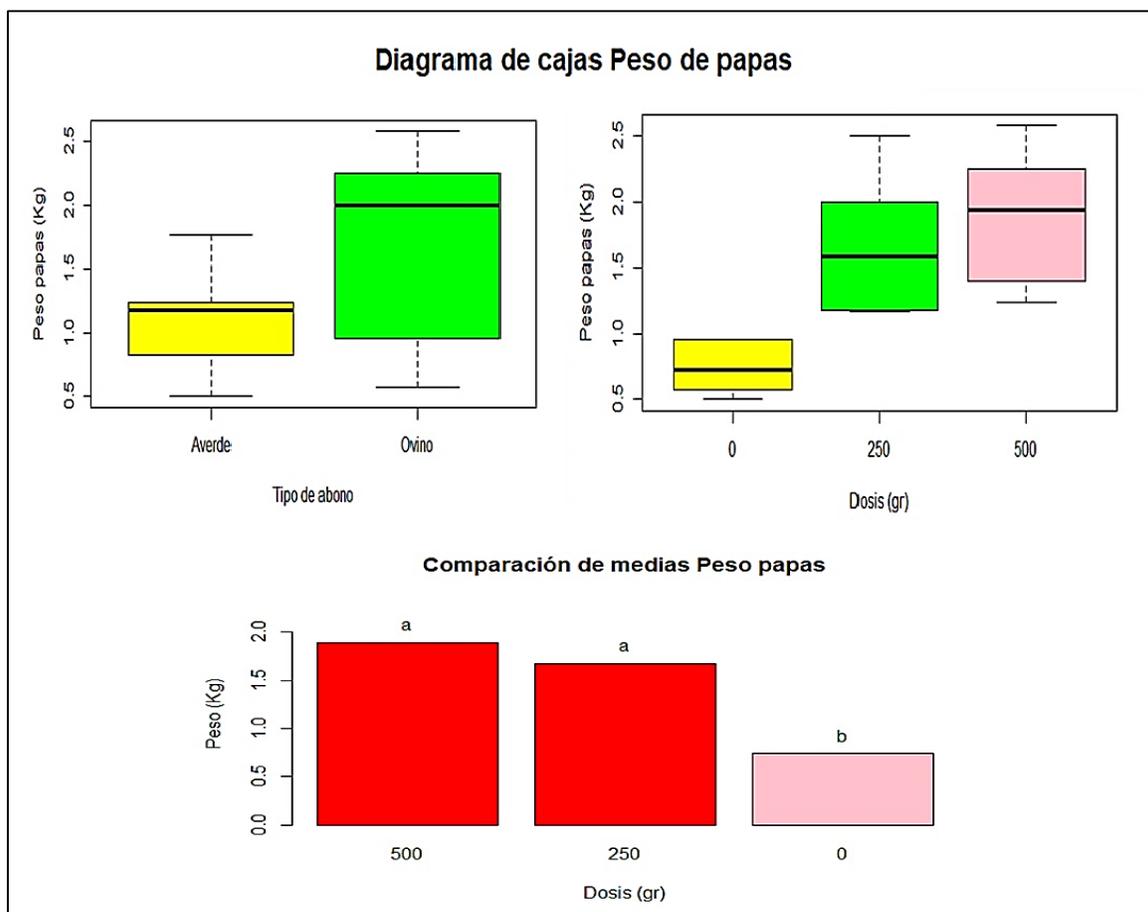


**Figura 12.** Comparación de medias e interacción de la dosis - abono sobre número de hojas de la planta

La planta de papa con mayor número de hojas fue el tratamiento con abono verde a 500 gr, el cual tuvo aproximadamente 1000 hojas por planta. Según (Rawson & Gómez, 2001), el incremento de la cantidad de hojas se le atribuye a su relación con el grosor del tallo, donde si esta es mayor se puede producir rápidamente muchas hojas capaces de capturar la radiación necesaria para un rápido desarrollo del cultivo. Por otro lado, la adición del estiércol de ovino provocó una menor cantidad de hojas que oscila de 925 a 990 por cada planta, no estando lejos al número de hojas por la adición del abono verde (restos de alfalfa). Por el contrario (Coila, 2017) reporta cantidades mínimas de hojas en una con una dosis de 0.5 kg/m<sup>2</sup> genera 10 hojas por planta.

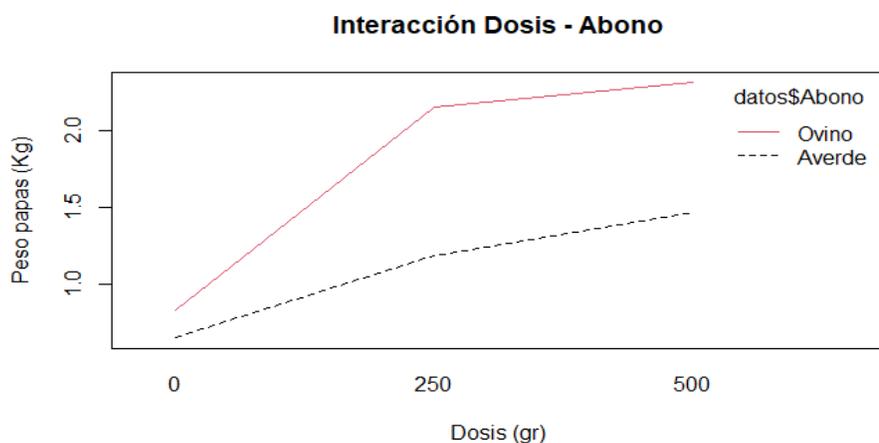
### 3.2.4. ANALISIS DE PESO DE LA PAPA

En la figura 13. El análisis de varianza muestra que la aplicación de los tratamientos con estiércol de ovino y abono verde de restos de alfalfa tienen efecto significativo sobre el peso de la papa, destacando que el grupo con estiércol de ovino tiene mejor resultado. Las diferentes dosis de aplicación de los abonos tienen efecto significativo sobre el peso de la papa, esto implica que el abono y la dosis tienen interacción en el rendimiento, a mayor dosis mayor peso, por lo tanto, el grupo control tiene menor peso. Por otro lado, en la comparación de media los tratamientos con dosis de 250 y 500 gr no tienen diferencias significativas, esto implica que ambos grupos estadísticamente son iguales.



**Figura 13.** Diseño de cajas del peso de papa según el tipo de abono- dosis y comparación de medias.

La interacción de dosis – abono en la figura 14 muestra que los tratamientos con aplicación de las dosis de 250 y 500 gr de abono verde a base de restos de alfalfa y estiércol de ovino proporcionan mejor resultado en peso de la papa a comparación del grupo control 0 gr que tiene menor peso. El análisis de varianza reporta un coeficiente de variación del 15.561 % lo que demuestra la confiabilidad de los datos.

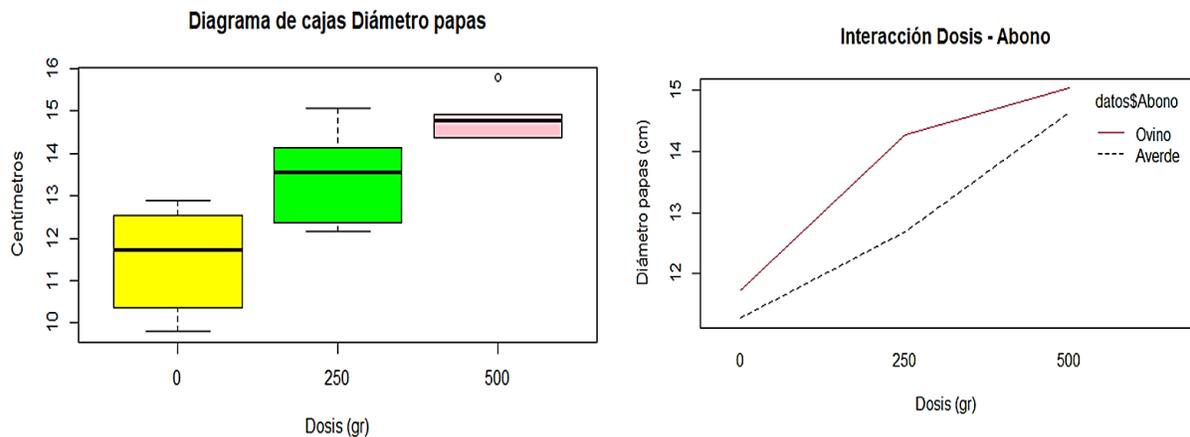


**Figura 14.** Interacción de Dosis – abono sobre el peso de la papa

Los resultados obtenidos coinciden con lo que indica (Benites, 2014), evaluó tres tratamientos de los cuales el estiércol de ovino es considerado como mejor tratamiento por haber dado como resultado mayor peso de tubérculo por planta. Por otro lado (Rodríguez, 2017), en su investigación obtiene mayor media en peso de papa superando estadísticamente a los otros tratamientos que utilizó. Todo este resultado satisfactorio se debe a que el estiércol de oveja aporta al suelo varios elementos nutritivos, particularmente Nitrógeno, Fósforo y potasio que son primordiales para el desarrollo de cultivos de papa (Dubey et al., 2019; Sifuentes et al., 2013). Con respecto al abono verde de restos de alfalfa en relación al peso de la papa, los restos de alfalfa tienen la capacidad de mejorar la calidad del suelo y suministro de nutrientes (Jamiy, 2018), en particular aporta buena cantidad de Nitrógeno sin embargo su aporte en fósforo y potasio no son tan eficientes como el estiércol de oveja, como se observa en los resultados.

### 3.2.5. ANÁLISIS DEL DIÁMETRO DE LA PAPA

Según la figura 15. El análisis de varianza y la interacción de dosis - abono muestra que los tratamientos de aplicación de los abonos tienen efecto significativo sobre el diámetro de la papa, esto comprende que a mayor dosis de aplicación mayor diámetro de papa, considerado como mejor tratamiento al estiércol de ovino cuyo resultado oscila entre 14.4 cm en la dosis de 250 gr y 14.84 cm en 500 gr de dosis, por otro lado, el abono verde de restos de alfalfa también tiene resultados relevantes a comparación del grupo control de 0 gr cuyo diámetro son los más bajos. El análisis de varianza reporta un coeficiente de variación del 5.92371 % lo que demuestra la confiabilidad de los datos.

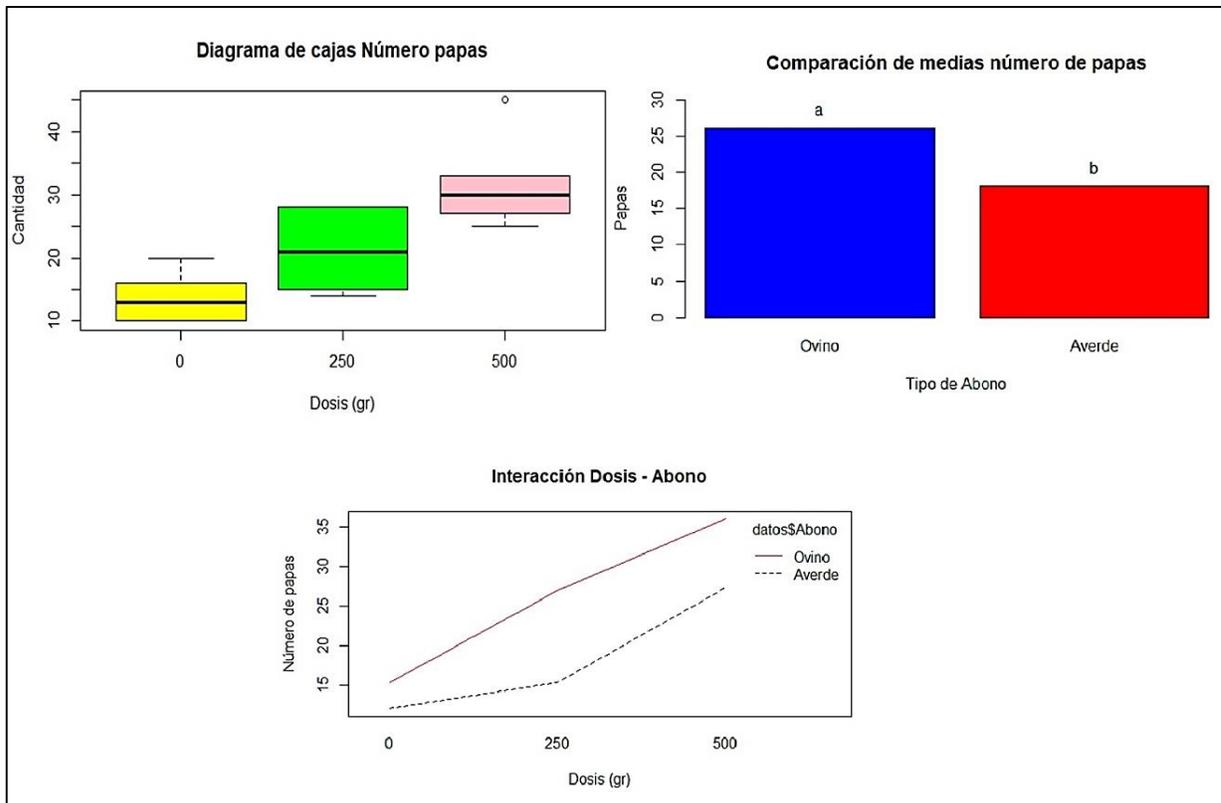


**Figura 15.** Diagrama de cajas e interacción de dosis – abono en relación al diámetro de papa

Resultados similares a los obtenidos, sostiene (Colachagua, 2011) en su investigación donde el estiércol de ovino en el suelo desarrolla mejores resultados en diámetro de la papa, según (Miranda et al., 2014; Perez et al., 2008) el aporte de nutrientes del estiércol de ovino en el suelo es constante debido a que su tiempo de descomposición es lenta, como manifiestan los resultados mientras mayor sea la dosis mejor resultado, por consiguiente a medida que se descompone siguen aportando nutrientes haciendo que el tubérculo consuma lo necesario mientras desarrollo. Sin embargo, la descomposición del abono verde de restos de alfalfa es más rápido por ello concentra sus nutrientes inmediatamente (García et al., 2000; Tautges, Borrelli, Burke, & Fuerst, 2017). Esto quiere decir los resultados del abono verde pueden mejorar conociendo el periodo en que la papa requiere más nutriente para el desarrollo de diámetro (Wiggins & Kinkel, 2005).

### 3.2.6. ANALISIS DE NÚMERO DE PAPAS

Según la figura 16. El análisis de varianza, la comparación de medias y la interacción de dosis - abono en función al número de papas tiene efectos significativos, el tipo de abonos y las diferentes dosis de aplicación de los abonos tienen diferencia significativa, por ello se deduce que el abono y la dosis tienen un buen rendimiento en la producción de número de papas, esto implica que a mayor dosis mayor número de papas. Los resultados estadísticos en la comparación de medias demuestran el tratamiento con estiércol de ovina obtuvo mejor resultado produciendo 26 papas, a comparación del de abono verde que produjo 18 papas, así mismo en el análisis de varianza la dosis de 500 gr de estiércol de ovino tiene rendimiento de 36 papas, siendo este el mejor resultado con relación al mayor número de papas. El coeficiente de variación fue de 18.36 %, el mismo que confiere adecuada confiabilidad a los resultados que se presentan.



**Figura 16.** Diagrama de cajas y comparación de medias del Peso de la papa en con relación al tipo de abono para el rendimiento de número de papa.

Los resultados obtenidos coinciden con lo indicado por (Fernandez et al., 2016) donde evaluó ocho tratamientos de los cuales el estiércol de ovino estuvo entre los cuatro mejores tratamientos obteniendo mejores resultados en número de papas por planta superando estadísticamente al resto de tratamientos. Por otro lado, (Colachagua, 2011) destaca que en su experimento con aplicación con cinco tratamientos los resultados con estiércol de ovino resultaron satisfactorios en relación al número de papa por planta. En tal contexto el cultivo de papa produce mayor número de tubérculo debido al aporte nutricional del suelo entre ellos el nitrógeno que se caracteriza por expandir la raíz del cultivo facilitando la formación de más número de papas (Berrios, 2015; Francioli et al., 2016).

#### 4. Conclusión

La incorporación de los tratamientos de estiércol de ovino y abono verde a base de restos de alfalfa en el suelo agrícola para el cultivo de papa Yungay (*Solanum tuberosum*) incrementaron de forma favorable la productividad y calidad del suelo a comparación del experimento control donde de obtuvieron resultados inferiores. Sin embargo, la aplicación de las diferentes dosis del estiércol de ovino tiene resultados superiores en cuanto a los parámetros de fisicoquímicas (MO, N, P y K) y el rendimiento del cultivo en lo que refiere a las características de la papa Yungay y la planta del tubérculo, a excepción del número de hojas. Por otro lado, hubo una disminución en parámetros del Ph, conductividad eléctrica y CaCO<sub>3</sub>, por efecto de la descomposición del abono, lo cual no perjudica la productividad del cultivo de papa yungay. Esto implica que el estiércol de ovino tiene un potencial para suministrar nutrientes necesarios en el cultivo de papa yungay (*Solanum tuberosum*) y fijar un porcentaje adicional de MO, N, P y K, contribuyendo a la calidad del suelo. La adición del estiércol de ovino con la dosis de 500 gr es una mejor opción para incrementar los parámetros de rendimiento

y desarrollo del cultivo de la papa Yungay, así mismo mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo de manera sustentable.

### Referencias:

- Acevedo, C., Álvarez, M., Hernández, E., & Améndola, R. (2011). Concentración de Nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional *Terra Latinoamericana*, 29, 325-332. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n3/2395-8030-tl-29-03-00325.pdf>
- Adekiya, A. O., Agbede, T. M., Aboyeji, C. M., Dunsin, O., & Ugbe, J. O. (2019). Green manures and NPK fertilizer effects on soil properties, growth, yield, mineral and vitamin C composition of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(2), 218-223. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.05.005>
- Alam, M. Z., Lynch, D. H., Sharifi, M., Burton, D. L., & Hammermeister, A. M. (2016). The effect of green manure and organic amendments on potato yield, nitrogen uptake and soil mineral nitrogen. *Biological Agriculture & Horticulture*, 32(4), 221-236. doi:<https://doi.org/10.1080/01448765.2015.1133319>
- Ballesta, A. (2007). *Efecto de la restos de alfalfa (Medicago sativa L.) del abonado nitrogenado en el maíz (Zea mays L.) y el trigo (Triticum aestivum L.) en una rotación Restos de alfalfa - Maíz y Trigo en regadío*. Universitat de Lleida, Retrieved from <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/77827/Tabr1de1.pdf;jsessionid=1CA5CF7596AC481F5E02EA7F7C8C6F4E?sequence=1>
- Barbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D.). *Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*.
- Benites, C. A. (2014). *Efecto del guano de ovino y la fertilización NPK en el rendimiento de Solanum Tuberosum L. Var. huevo de indio en Caypanda, Santiago de Chuco - La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo, Retrieved from <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9251/BENITES%20CASTA%20C3%91EDA%2C%20Carlos%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berrios, J. P. (2015). *Fuentes y niveles de materia organica en condiciones de invernadero*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1631/TESIS%20JUAN%20PABLO%20BERRIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, E., Mojica, J. E., Carulla, J. E., & Lascano, C. E. (2018). Evaluación de leguminosas como abono verde en cultivos forrajeros para ganaderías en el Caribe seco colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3). doi:<https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32350>
- Chaudhary, S., Dheri, G. S., & Brar, B. S. (2017). Long-term effects of NPK fertilizers and organic manures on carbon stabilization and management index under rice-wheat cropping system. *Soil and Tillage Research*, 166, 59-66. doi:<https://doi.org/10.1016/j.still.2016.10.005>
- Choudhary, M., Panday, S. C., Meena, V. S., Singh, S., Yadav, R. P., Mahanta, D., . . . Pattanayak, A. (2018). Long-term effects of organic manure and inorganic fertilization on sustainability and chemical soil quality indicators of soybean-wheat cropping system in the Indian mid-Himalayas. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 257, 38-46. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.029>
- Coila, M. A. (2017). *Efecto del estiércol de lombriz y ovino en la producción de acelga (Beta vulgaris L.) en invernadero - Puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10187/Coila\\_Bustinsa\\_Miguel\\_Angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10187/Coila_Bustinsa_Miguel_Angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Colachagua, C. (2011). *Fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción de papa (Solanum Tuberosum l.) Var. Canchán, en las localidades de Hualahoyo y el Mantaro*. (Experimental). Universidad Nacional del Centro del Perú, Retrieved from

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2063/Colachagua%20Canales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cortés, D., Pérez, J., & Camacho, J. (2013). Relación Espacial entre la Conductividad Eléctrica y algunas Propiedades Químicas del Suelo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16, 401-408. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a14.pdf>
- Costa, S. d., Nimi, J., Quesada, G., Dantas, A., Donegá, M. A., & Santos, C. T. d. (2018). Adubação verde na produtividade de salsa e na fertilidade do solo. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 183-191. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.6097>
- Dahal, S., & Bista, B. (2018). Cementing the Organic Farming by Green Manures. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 6(2), 87-96. doi:<https://doi.org/10.3126/ijasbt.v6i2.20427>
- Dimas, J., Diaz, A., & Martínez, E. (2001). Abonos Orgánicos y su efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en Maíz. *Terra Latinoamericana*, 19, 293-299. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
- Dubey, R. K., Dubey, P. K., & Abhilash, P. C. (2019). Sustainable soil amendments for improving the soil quality, yield and nutrient content of Brassica juncea (L.) grown in different agroecological zones of eastern Uttar Pradesh, India. *Soil and Tillage Research*, 195. doi:<https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104418>
- Espinoza, L., Slaton, N., & Mozaffari, M. (1914). Como interpretar los resultados de los Análisis de Suelo. *Agricultura y Recursos Naturales*. Retrieved from <https://www.uaex.edu/publications/pdf/fsa-2118sp.pdf>
- FAO. (2015). Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse. Retrieved from <http://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- Fernandez, A. L., Sheaffer, C. C., Wyse, D. L., Staley, C., Gould, T. J., & Sadowsky, M. J. (2016). Associations between soil bacterial community structure and nutrient cycling functions in long-term organic farm soils following cover crop and organic fertilizer amendment. *Sci Total Environ*, 566-567, 949-959. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.073>
- Francioli, D., Schulz, E., Lentendu, G., Wubet, T., Buscot, F., & Reitz, T. (2016). Mineral vs. Organic Amendments: Microbial Community Structure, Activity and Abundance of Agriculturally Relevant Microbes Are Driven by Long-Term Fertilization Strategies. *Front Microbiol*, 7, 1446. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01446>
- García, M., Treto, E., & Alvarez, M. (2000). Los abonos verdes: Una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de papa. I. Estudio comparativa de diferentes especies. *Cultivos Tropicales*, 21, 5-11. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232232001.pdf>
- Garro, J. (2016). *El Suelo y Los Abonos Orgánicos*.
- Gu, S., Hu, Q., Cheng, Y., Bai, L., Liu, Z., Xiao, W., . . . Tan, L. (2019). Application of organic fertilizer improves microbial community diversity and alters microbial network structure in tea (*Camellia sinensis*) plantation soils. *Soil and Tillage Research*, 195. doi:<https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104356>
- Guzmán, G., & Alonso, A. (2008). *Buenas Prácticas en Producción Ecológica. Uso de Abono Verde* (L. Dolores Ed.).
- Hernández, O. A., Rivera, C. H., Díaz, E. E., Ojeda, D. L., & Guerrero, V. M. (2017). Plant and livestock waste compost compared with inorganic fertilizer: nutrient contribution to soil. *Revista Terra Latinoamericana*, 35(4). doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v35i4.198>
- INTAGRI. (2017). Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de la Papa. *Artículos Técnicos de INTAGR*, 10, 3. Retrieved from <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa#:~:text=Suelos%20con%20una%20profundidad%20efectiva,y%20producci%C3%B3n%20de%20la%20papa.>

- Jamioy, D. (2018). Efecto de la aplicación de abonos verdes en el crecimiento y el rendimiento del *Phaseolus vulgaris*. *Agronomía Costarricense*, 42(2), 127-140. Retrieved from <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v42n2/0377-9424-ac-42-02-127.pdf>
- Khan, M. I., Gwon, H. S., Alam, M. A., Song, H. J., Das, S., & Kim, P. J. (2020). Short term effects of different green manure amendments on the composition of main microbial groups and microbial activity of a submerged rice cropping system. *Applied Soil Ecology*, 147. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103400>
- Li, P., Wu, M., Kang, G., Zhu, B., Li, H., Hu, F., & Jiao, J. (2020). Soil quality response to organic amendments on dryland red soil in subtropical China. *Geoderma*, 373. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114416>
- Luo, G., Li, L., Friman, V.-P., Guo, J., Guo, S., Shen, Q., & Ling, N. (2018). Organic amendments increase crop yields by improving microbe-mediated soil functioning of agroecosystems: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 124, 105-115. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.06.002>
- Maceda, w. (2015). *Efeccto del compost y estiércol de ovino en el cultivo dde quinua (Chenopodium quinoa willd) - Villa Patarani Altiplano Central*. Universidad Mayor de San Andres, Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5652/T-2062.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- MINAGRI. (2015). Indicadores Básicos del Cultivo de Papa en el Perú. Retrieved from <https://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/23-sector-agrario/cultivos-de-importancia-nacional/183-papa/#:~:text=Actualmente%20en%20el%20Per%C3%BA%2C%20es.arroz%20en%20la%20dieta%20alimentar%C3%ADa.>
- MINAM. (2014). Guia para el muestreo de suelos. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>
- Miranda, R., Lascano, M., Caballero, A., & Bosque, H. (2014). Influencia de la dosis de estiércol ovino y bioinsumo en la mineralización del nitrógeno. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 1, 92-98. Retrieved from [http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v1n1/v1n1\\_a12.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v1n1/v1n1_a12.pdf)
- Nazmus, S., Md Khairul, A., Md Monirul, I., Laila, N., & Nik M, M. (2013). Effects of green manure crops and tillage practice on maize and rice yields and soil properties *Australian Journal of Crop Science*, 7, 1901-1911. Retrieved from [http://www.cropj.com/islam\\_7\\_12\\_2013\\_1901\\_1911.pdf](http://www.cropj.com/islam_7_12_2013_1901_1911.pdf)
- Nolasco, J. (2016). *Niveles de Fosforo y su efecto en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) Cv. Black Fire en Cañete*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1978/F04-N6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Otiniano, R. (2017). Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú. Retrieved from <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>
- Pan, H., Chen, M., Feng, H., Wei, M., Song, F., Lou, Y., . . . Zhuge, Y. (2020). Organic and inorganic fertilizers respectively drive bacterial and fungal community compositions in a fluvo-aquic soil in northern China. *Soil and Tillage Research*, 198. doi:<https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104540>
- Perdomo, C., & Barbazán, M. (1999). *Areas de suelo y Aguas catendra de fertilidad: Nitrógeno*.
- Perez, A., Cespedez, C., & Nuñez, C. (2008). Caracterización Fsico - Química y Biológica de Enmiendas Orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista De La Ciencia Del Suelo Y Nutricion Vegetal*, 8.
- Rawson, H., & Gómez, E. (2001). Manejo del Cultivo. Retrieved from <http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s00.htm#Contents>

- Rodriguez, P. (2017). Impacto de los residuos organicos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de la Malanga (*Xanthosoma Sagitifolium*, Shott). *Ciencia en su PC*, 2. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615004.pdf>
- S. Andersen, S., M. Heller, J., Toft, T., & Raben, A. (2019). Comparación entre Papas con Índice Glucémico Bajo y Papas con Índice Glucémico Alto con Relación a la Saciedad: Estudio Simple Ciego Aleatorizado con Grupos Cruzados en Seres Humanos. *PubliCE*. Retrieved from <https://g-se.com/comparacion-entre-papas-con-indice-glucemico-bajo-y-papas-con-indice-glucemico-alto-con-relacion-a-la-saciedad-estudio-simple-ciego-aleatorizado-con-grupos-cruzados-en-seres-humanos-2505-sa-z5c7886cac64e6>
- SENAMHI. (2021). Datos Hidrometeorológicos en Ayacucho. Retrieved from <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=ayacucho&p=estaciones>.  
<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=ayacucho&p=estaciones>
- Sharifi, M., Lynch, D. H., Hammermeister, A., Burton, D. L., & Messiga, A. J. (2014). Effect of green manure and supplemental fertility amendments on selected soil quality parameters in an organic potato rotation in Eastern Canada. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 100(2), 135-146. doi:<https://doi.org/10.1007/s10705-014-9633-x>
- Sifuentes, E., Ojeda, W., Mendoza, C., Macías, J., Rúelas, J., & Inzunza, M. (2013). Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el “Valle del Fuerte” Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 585-597.
- Souza, B. d. J., Lopes do Carmo, D., Silva Santos, R. H., & Alves Fernandes, R. B. (2018). Productores agroecológicos y su percepción sobre el uso del abono verde en el Sudeste de Minas Gerais, Brasil. *Idesia (Arica)*(ahead), 0-0. doi:<https://doi.org/10.4067/s0718-34292018005000902>
- Tautges, N. E., Borrelli, K., Burke, I. C., & Fuerst, E. P. (2017). Nitrogen fertility effects of restos de alfalfa, pea green manure, and poultry manure on organic wheat productivity in a semiarid climate. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(2), 169-188. doi:<https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1380739>
- Tejada, M., Gonzalez, J. L., Garcia-Martinez, A. M., & Parrado, J. (2008). Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresour Technol*, 99(6), 1758-1767. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.052>
- Wiggins, B. E., & Kinkel, L. L. (2005). Green manures and crop sequences influence restos de alfalfa root rot and pathogen inhibitory activity among soil-borne streptomycetes. *Plant and Soil*, 268(1), 271-283. doi:<https://doi.org/10.1007/s11104-004-0300-x>
- Yang, Z. C., Zhao, N., Huang, F., & Lv, Y. Z. (2015). Long-term effects of different organic and inorganic fertilizer treatments on soil organic carbon sequestration and crop yields on the North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 146, 47-52. doi:<https://doi.org/10.1016/j.still.2014.06.011>