

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



*Una Institución Adventista*

**Evaluar los efectos de los microorganismos eficientes (ME) sobre  
las propiedades químicas del suelo en el Distrito de Coata –  
Puno, 2019**

Por:  
Noeli Maribel Coarite Quispe  
Jhon Frank Masco Choque

Asesor:  
MSc. Jael Calla Calla

**Juliaca, Diciembre de 2019**

DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN


MSc. Jael Calla Calla, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "EVALUAR LOS EFECTOS DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (ME) SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO EN EL DISTRITO DE COATA-PUNO,2019" constituye la memoria que presentan los estudiantes Noeli Maribel Coarite Quispe y Jhon Frank Masco Choque para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

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

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 02, diciembre del 2019.

  
MSc. Jael Calla Calla

Evaluar los efectos de los microorganismos eficientes (ME) sobre las propiedades químicas del suelo en el Distrito de Coata – Puno, 2019

# TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentada para optar el grado de bachiller de Ingeniería Ambiental


## JURADO CALIFICADOR



Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera  
Presidente



Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani  
Secretario



MSc. Mateo Alejandro Salinas Mena  
Vocal



MSc. Jael Calla Calla  
Asesor

Juliaca, 02 de diciembre del 2019

# Evaluar los efectos de los microorganismos eficientes (ME) sobre las propiedades químicas del suelo en el Distrito de Coata-Puno, 2019

Coarite Quispe Noeli <sup>a</sup>, Masco Choque Jhon <sup>b</sup>, Calla Calla Jael<sup>c</sup>.

*.Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental-Universidad Peruana Unión*

---

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de los Microorganismos Eficientes, sobre las propiedades químicas del suelo en el distrito de Coata, Puno. El diseño que se empleó, fue cuasi experimental con pre prueba y post prueba, donde se realizó cuatro grupos experimentales T0, T1, T2 y T3 con tres repeticiones. Los tratamientos tuvieron las siguientes dosis: T0 (testigo o control): 250mL H<sub>2</sub>O, T1: 10 mL ME + 250mL H<sub>2</sub>O, T2: 20 mL ME + 250mL H<sub>2</sub>O y T3: 30 mL ME + 250mL H<sub>2</sub>O, cada tratamiento fue regado tres veces a la semana. Para evaluar el rendimiento del cultivo se sembró rábano como un indicador para ver el incremento de las propiedades químicas del suelo, donde se observó el número de plantas, el peso y la altura del cultivo, así mismo se analizaron los siguientes parámetros: CE, MO, F, P, y CIC. Los resultados muestran que el T2 y T3 presentaron mejores resultados después de aplicar ME; sin embargo, en cuanto al crecimiento y peso de las plantas, el tratamiento T2 mostro el mejor promedio en altura con 25.1 cm, de igual manera obtuvo el mayor peso de 0.0061 kg, en los 60 días. Por lo tanto, se concluye que la tecnología ME tiene un efecto positivo en el incremento de las propiedades químicas del suelo en el distrito de Coata, igualmente se concluye que las dosis de ME tuvieron influencia en cuanto al aumento de las propiedades químicas de dicho suelo.

*Palabras clave:* Microorganismos Eficientes, propiedades químicas, suelo.

## Summary

The objective of this research was to evaluate the effects of Efficient Microorganisms on the chemical properties of the soil in the district of Coata, Puno. The design that was used was quasi-experimental with pre test and post test, where four experimental groups T0, T1, T2 and T3 were performed with three repetitions. The treatments had the following doses: T0 (control or control): 250mL H<sub>2</sub>O, T1: 10 mL ME + 250mL H<sub>2</sub>O, T2: 20 mL ME + 250mL H<sub>2</sub>O and T3: 30 mL ME + 250mL H<sub>2</sub>O, each treatment was watered three times a week. To evaluate the crop yield, radish was sown as an indicator to see the increase of the chemical properties of the soil, where the number of plants, the weight and the height of the crop were observed, likewise the following parameters were analyzed: CE, MO, F, P, and CIC. The results show that T2 and T3 showed better results after applying ME; However, regarding the growth and weight of the plants, the T2 treatment showed the best average height with 25.1 cm, in the same way it obtained the greatest weight of 0.0061 kg, in the 60 days. Therefore, it is concluded that the ME technology has a positive effect on the increase of the chemical properties of the soil in the district of Coata, it is also concluded that the doses of ME had influence regarding the increase of the chemical properties of said soil.

Keywords: efficient microorganisms; chemical properties; soil.

---

## 1. Introducción

El suelo es un recurso natural que a lo largo de la historia ha proporcionado el sustento para la población humana; sin embargo, la creciente población y la demanda de alimentos aumentan cada día más la presión sobre este recurso (Sulbaran, 2010).

Actualmente a nivel mundial y específicamente en el Perú, la fertilidad y productividad del suelo agrícola va disminuyendo con el pasar del tiempo, la FAO (2015) menciona que “El 33% de la tierra está moderada o altamente degradada debido a la erosión alterando las propiedades químicas, físicas y biológicas, lo cual limita su productividad”, sin duda podemos expresar que gracias, al mal uso del suelo y técnicas agresivas al medio ambiente ocasionadas por el ser humano están provocando la alteración de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo que forman parte de la formación del suelo (Zuñiga, 2017).

Por consiguiente, este problema viene afectando severamente a los ecosistemas de la mayor parte del mundo. Un claro ejemplo es el caso de las chacras de cultivo de la región de Puno, entre otros, ya que hoy en día se puede observar la baja presencia de las propiedades químicas del suelo agrícola existente en estas zonas, específicamente en el distrito de Coata, por ser una zona donde se dedica a la agricultura y la ganadería, estas se ven afectados por el uso excesivo del suelo y sobrepastoreo, lo cual provoca indirectamente la pérdida de las propiedades químicas del suelo como materia orgánica, fósforo, potasio, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico, esto se ve reflejado en la apariencia física del suelo, así como también la baja o escasa producción de sus cultivos (Sulbaran, 2010).

Por ello, durante muchos años se investigaron soluciones que permitan reducir parámetros bajos en propiedades químicas del suelo, acogiendo diversos tratamientos que sean accesibles económicamente y de fácil manejo. Así mismo Bravo (2016) menciona que para aumentar las propiedades químicas bajas del suelo, es ineludible la reparación con microorganismos eficientes que incitan a la creación de nutrientes para un suelo saludable y fértil (Barragán, 2009).

Los microorganismos eficientes son cultivos de microorganismos naturales, que aumentan la variedad microbiana de suelos; en tal sentido Mejía (2005) y otros autores como Singh (2011) y Richardson (2001), sostienen que los ME, cuando hacen contacto con la materia orgánica del suelo segregan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y principalmente sustancias antioxidantes. A través de los efectos antioxidantes que generan la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus, lo cual mejora la fertilidad del suelo (Soriano, 2016).

Según Zúñiga (2011) realizó una investigación sobre la “Evaluación de tecnologías para la recuperación de suelos degradados por salinidad” donde el objetivo fue evaluar las tecnologías no convencionales empleadas para la reparación de suelos perjudicados por salinidad, la cual se emplearon 3 tratamientos alternativos con Microorganismos Benéficos, Biopolímeros y Electromagnetismo comprobados con la propuesta: convencional de enmiendas químicas (yeso-azufre), estas dieron como resultado que los tratamientos con el uso de microorganismos fueron los más eficientes en cuanto a la respuesta fisiológica y productiva, sin embargo la estimulación electromagnética resalta, puesto que apresura la actividad microbiana, lo cual reduce el tiempo de mejora y enriquece los suelos, asimismo los biofertilizantes (microorganismos benéficos) y los biopolímeros influenciaron en la mejora de las propiedades químicas, estructura del suelo, mostrando una reducción de la compactación. Es así que al aplicar los microorganismos eficientes se pretende contribuir a mejorar las propiedades químicas del suelo agrícola, por tal motivo este proyecto pretende evaluar el efecto que producen los Microorganismos Eficientes (ME) sobre las propiedades químicas del suelo en el distrito de Coata – Puno 2019 (Hryniewicz, 2012).

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Área de estudio

El distrito de Coata se encuentra ubicado en el departamento de Puno - Perú, a una altitud de 3812 msnm, cuyo clima corresponde a una zona sierra, con fuertes precipitaciones pluviales entre diciembre y marzo y bajas temperaturas en periodos de invierno ( $-5^{\circ}$  en promedio) SENAMHI (2015). La localidad se caracteriza por ser una zona agrícola y ganadera.

Para la determinación de puntos de muestreo, se tuvo en cuenta la representatividad de las muestras frente a la población agrícola del distrito de Coata, se tomó como referencia la guía para muestreo de suelos, establecido por el MINAM (2014).

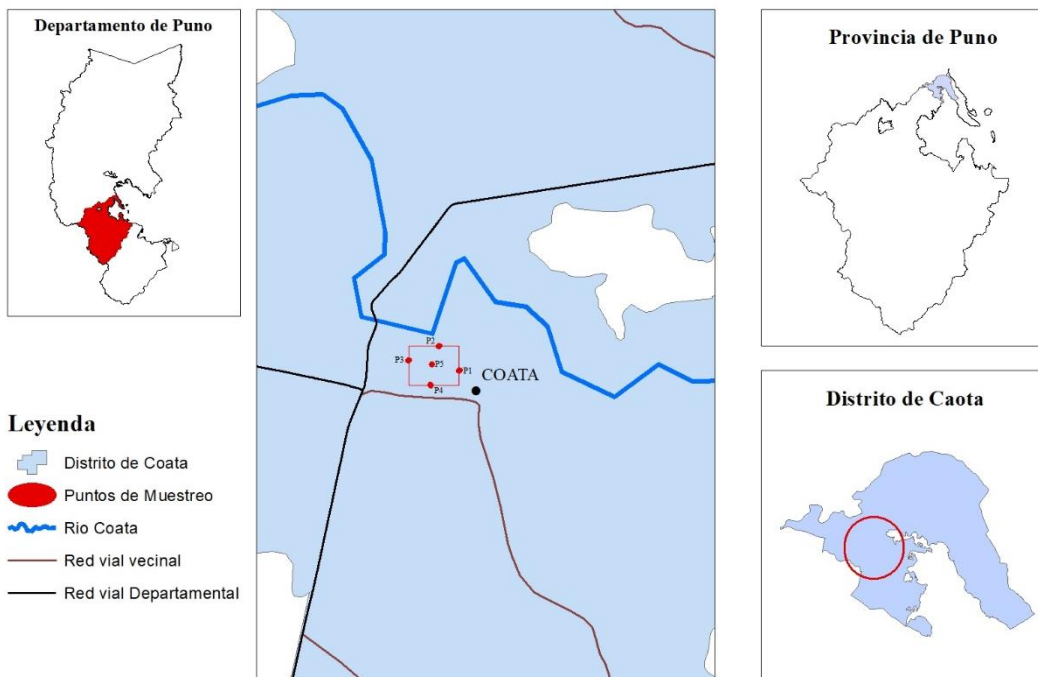


Figura 1. Ubicación del lugar de estudio.

Fuente: Elaboración propia

### 2.2. Recolección de muestras Guía de muestreos de suelo MINAM.

Para la recolección de muestra de suelo, se realizó calicatas de 30 x 30 x 30 cm de largo, ancho y profundidad por cada punto de muestreo, de dicha recolección se mezcló y homogenizó, posteriormente fueron llenados 5 kg en cada maceta, formando grupos de tratamiento.

La muestra de suelo recolectada fue enviada al laboratorio para determinar las condiciones de las propiedades químicas del suelo en el distrito de Coata-Puno, así mismo conocer el estado en el que se encuentra las propiedades químicas de dicho suelo (Pre prueba) (MINAM, 2014).

### 2.3. Diseño de Investigación

Se aplicó el diseño cuasi experimental con pre prueba y pos prueba, asimismo, la formación de parcelas fue completamente al azar como se observa en la siguiente figura 2 (Ramos, 2017).

#### **2.4. Determinación de dosis de (ME) y la cantidad necesaria de agua**

La cantidad de agua se determinó por la fórmula de la evapotranspiración real ( $ET_R$ ), donde la evaporación de suelo ( $E_o$ ) es de 3.8 (SENAMHI, 2015) y el coeficiente del suelo ( $K_c$ ) es 1.3 según la FAO (2006). Luego se reemplazó en la fórmula, dando como resultado 250 lt/H<sub>2</sub>O, para cada maceta, asimismo con los datos obtenidos se halló la concentración del 1%, 2% y 3% de Microorganismos eficientes para cada grupo experimental.

$$ET_r = E_o * K_c \quad (1)$$

Donde:

$ET_r$  = Evaporación real

$K_c$  = coeficiente único

$E_o$  = evaporación del suelo

#### **2.5. Aplicación del (ME)**

La experimentación se desarrolló con tres dosis diferentes de ME a cada Tratamiento experimental (T1, T2 y T3), excepto el tratamiento de control o testigo T0, con respecto al tiempo de tratamiento (8 semanas). Estas dosis se aplicó de la siguiente manera: al T0 se le aplicó 250 mL H<sub>2</sub>O, T1: 10 mL ME + 250 mL H<sub>2</sub>O, T2: 20 mL ME 250 mL H<sub>2</sub>O y al T3: 30 mL ME +250 mL H<sub>2</sub>O, tres veces por semana durante todo el tiempo de tratamiento (Ramos, 2017).

#### **2.6. Análisis de las propiedades químicas del suelo**

Para conocer el actual estado del suelo se realizó el análisis de los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), textura y capacidad de intercambio catiónico (CIC), tomando como un punto de partida un pre prueba, con la finalidad de evaluar los parámetros. Una vez culminado el tratamiento experimental, se realizó un análisis final de los parámetros ya mencionados (post prueba), con lo que se pudo determinar el efecto de los ME sobre las propiedades químicas del suelo en el distrito de Coata (FAO, 1997).

#### **2.7. Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se aplicó el software microsoft excel, siendo un programa informático para desarrollar datos numéricos, cálculos aritméticos básicos, para ver si los datos se distribuyen en forma normal, como se dio el caso, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), para ver si existían diferencias significativas entre las dosis de ME y los parámetros que determinan la fertilidad del suelo, posteriormente se empleó la técnica de tukey para verificar en qué grupos existían las diferencias.

### **3. Resultados y Discusión**

#### **3.1. Caracterización de los análisis de las propiedades químicas del suelo (pre prueba)**

En la tabla 1 se detalla los valores promedios de las propiedades químicas del suelo, obtenidos en la pre prueba.

Tabla 1.

*Caracterización de las propiedades químicas del suelo (pre prueba)*

Condiciones	MO	P	K	CIC	CE
Condición inicial	1.58	19.8	243	19.20	0.41
Resultados obtenidos (indicador)	Bajo	Alto	Alto	Medio	No salino

**Interpretación:** En la tabla 1, nos indica que el porcentaje obtenido de M.O. es de 1,58%, es decir que este indicador se encuentra en un nivel bajo sin embargo en cuanto a fósforo y potasio, estas se encuentran en un nivel alto.

La FAO (1997) y MINAGRI (2011) mencionan que las propiedades químicas del suelo son importantes en el desarrollo de los cultivos, y que la disminución de materia orgánica, altera la fertilidad de suelo.

**3.2. Caracterización de los análisis de las propiedades químicas del suelo (post prueba)**

En la tabla 2 se detalla los valores promedios de las propiedades químicas del suelo, obtenidos en la post prueba, entre el tratamiento (T0), y los grupos de tratamiento con ME (T1, T2 y T3).

Tabla 2.

*Caracterización de las propiedades químicas del suelo (post prueba)*

Tratamientos	MO	P	K	CIC	CE
T0	2.25	27.60	360	21.05	1.81
T1	2.75	30.67	421	33.12	2.43
T2	3.22	32.23	595	31.57	3.28
T3	3.53	29.27	632	27.79	3.43

**Interpretación:** En la tabla 2, se observa los diferentes valores de cada parámetro obtenido en la post prueba con respecto a los tratamientos (T1, T2, T3 y el T0). En el T2 los valores incrementaron a comparación de la pre muestra y el T1, es así que, en el T2, en la post prueba, la M.O aumento a 3.22% (nivel medio), el P: 32.23 ppm (alto), el K: 595 ppm (alto), la E.C: 3.28 (ligeramente salino) y la C.I.C: 31.57 (alto), en el T3 la M.O aumento a 3.53% (nivel medio), el P: 29.27ppm (alto), el K: 632 ppm (alto), la C.E: 3.43 (ligeramente salino) y la C.I.C: 27.79 (alto), esto nos indica que hubo un incremento en las propiedades químicas del suelo, según Andrades & Martínez (2014).

**3.3. Análisis de varianza-ANOVA, para determinar si existen diferencias significativas entre**

*tratamientos*

Se aplicó el análisis de varianza-ANOVA, para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos frente a las propiedades químicas del suelo. A continuación, se presenta dicho análisis en las siguientes tablas.



Tabla 3.

*Análisis de Varianza – ANOVA en función a los tratamientos en MO*

Parámetros	Tratamiento experimental	Media	Desviación estándar	F	Sig. P
MO	T0	2.25	0.07	57.01	0.000
	T1	2.75	0.11		
	T2	3.22	0.08		
	T3	3.53	0.21		

**Interpretación:** En la tabla 3, el P valor es de 0.00 y este es menor a  $\alpha = 0.05$ ; por lo cual, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, donde nos menciona que si tuvo diferencia significativa entre tratamientos frente a las propiedades químicas del suelo. Por otro lado, Ramos (2017) obtuvo un P valor  $<0.05$  después de a ver aplicado las dosis de ME frente a las propiedades del suelo.

Tabla 4.

*Análisis de Varianza – ANOVA en función a los tratamientos en P*

Parámetros	Tratamiento experimental	Media	Desviación estándar	F	Sig. P
P	T0	27.6	1.453	7.68	0.010
	T1	30.67	0.1528		
	T2	32.23	1.242		
	T3	29.27	1.557		

**Interpretación:** En la tabla 4 el P valor es de 0.010 y este es menor a  $\alpha = 0.05$ ; por lo cual, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, donde nos menciona que si tuvo diferencia significativa entre tratamientos frente a las propiedades químicas del suelo. Por otro lado, Ávila (2014) en la investigación realizada “Dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (ferti em) en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) en la provincia de lamas” se obtuvo en P valor = 0.01 ( $\alpha = 0.05$ ).

Tabla 5.

*Análisis de Varianza – ANOVA en función a los tratamientos en P*

Parámetros	Tratamiento experimental	Media	Desviación estándar	F	Sig. P
K	T0	360	25	70.77	0.000
	T1	421	16.09		
	T2	595	23.9		
	T3	632	38.6		

**Interpretación:** En la tabla 5 el P valor es de 0.000 y este es menor a  $\alpha = 0.05$ ; por lo cual, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, donde nos menciona que si tuvo diferencia significativa entre tratamientos frente a las propiedades químicas del suelo.

Tabla 6.

*Análisis de Varianza – ANOVA en función a los tratamientos en CE*

Parámetros	Tratamiento experimental	Media	Desviación estándar	F	Sig. P
CE	T0	1.81	0.12	10.62	0.004
	T1	2.43	0.53		
	T2	3.28	0.34		
	T3	3.43	0.49		

**Interpretación:** En la tabla 6 el P valor es de 0.004 y este es menor a  $\alpha = 0.05$ ; por lo cual, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, donde nos menciona que si tuvo diferencia significativa entre tratamientos frente a las propiedades químicas del suelo.

Tabla 7.

*Análisis de Varianza – ANOVA en función a los tratamientos en CE*

Parámetros	Tratamiento experimental	Media	Desviación estándar	F	Sig. P
CIC	T0	22.39	1.58	62.91	0.000
	T1	27.79	1.86		
	T2	32.91	0.821		
	T3	36.45	0.74		

**Interpretación:** En la tabla 7 el P valor es de 0.000 y este es menor a  $\alpha = 0.05$ ; por lo cual, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, donde nos menciona que si tuvo diferencia significativa entre tratamientos frente a las propiedades químicas del suelo.

Favio (1998) menciona que los análisis estadísticos son significados precisos, es decir que las pruebas estadísticas nos ayudan a ver si hubo diferencias entre tratamientos, también nos muestran resultados efectivos, por lo tanto, en la tabla 6 nos muestra que si hubo diferencias entre tratamientos.

### **3.4. Eficiencia de los tratamientos con respecto al pre y post prueba en cuanto a las propiedades químicas del suelo**

En la siguiente tabla se muestra la eficiencia de las propiedades químicas del suelo con relación al pre y post prueba, en cuanto a los tratamientos experimentales T0, T1, T2 y T3.

Tabla 8.

*Propiedades químicas del suelo con respecto a la pre y post prueba antes y después de aplicar ME*

Parámetros	T0			T1			T2			T3		
	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>Efic.</i> (%)	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>Efic.</i> (%)	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>Efic.</i> (%)	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>Efic.</i> (%)
MO	1.58	2.25	30	1.58	2.75	43	1.58	3.22	51	1.58	3.53	55
P	19.8	27.60	25.	19.8	30.67	35	19.8	32.23	39	19.8	29.27	32
K	243	360	32	243	421	42	243	595	59	243	632	62
CE	0.41	1.81	77	0.41	2.43	83	0.41	3.28	84	0.41	3.43	88
CIC	19.20	22.39	14	19.20	27.79	30	19.20	32.91	42	19.20	36.45	67

Nota: *i* = inicial; *f* = final; *Efic* = eficiencia.

**Interpretación:** En la tabla 8 se observa la eficiencia de los tratamientos con respecto a la pre y post prueba, es decir antes y después de aplicar ME, los tratamientos que tuvieron mayor eficiencia son: el T2 desde un 39% en fósforo y 84% en C.E. de igual manera el T3 obtuvo un 32% en fósforo y 88% en C.E. con respecto a las propiedades químicas del suelo.

Los tres tratamientos (T1, T2 y T3) mejoraron sus valores de las propiedades químicas del suelo, BID (2009) indica que esto es debido a la aplicación de los ME. Por el contrario, se observa que el T0 (Testigo) al no recibir ningún tratamiento, muestra un nivel medio, es decir que el porcentaje de incrementación no fue la misma a comparación con los tres tratamientos.

Toalombo (2012) realizó un trabajo de investigación sobre la evaluación de los ME en el cultivo de Cebolla blanca, donde obtuvo un 58% de eficiencia en el tratamiento D2F3 (2cc EM + 2cc melaza / 1lt de agua, cada 21 días) siendo el mejor tratamiento que tuvo incremento en cuanto a la pre prueba.

Como se pudo observar si hay eficiencia entre la pre y post prueba de acuerdo a los valores de las propiedades químicas del suelo en cuanto a los grupos de tratamiento y dosis de ME, por otra parte, se realizó la prueba de Tukey para saber las diferencias entre los grupos de tratamiento y la prueba de normalidad para verificar si tienen una distribución normal, dichas figuras se muestran en el anexo 6.

### **3.5. Análisis del peso y altura de las plantas del *R. sativus* por grupo experimental**

Para evaluar el incremento de nutrientes del suelo del distrito de Coata, se utilizó un indicador biológico *R. sativus*, donde se vio el peso y la altura del cultivo, por cada tratamiento experimental, en la siguiente tabla se presenta los componentes que se evaluaron el rendimiento del cultivo.

Tabla 9.

*Peso y altura de la planta R. sativus por cada tratamiento experimental.*

Grupo experimental	Nº Repeticiones	Peso (Kg/plt.)	Peso Promedio (Kg/plt.)	Altura	Altura promedio (cm)
<b>T0</b>	R1	0.0010	0.0012	11	13.5
	R2	0.0015		15.80	
	R3	0.0012		13.88	
<b>T1</b>	R1	0.0033	0.0039	21.68	22.5
	R2	0.0055		26.07	
	R3	0.0031		19.65	
<b>T2</b>	R1	0.0059	0.0061	25.56	25.1
	R2	0.0057		24.20	
	R3	0.0068		25.60	
<b>T3</b>	R1	0.0052	0.0046	24.98	24.1
	R2	0.0044		22.20	
	R3	0.0042		25.13	

**Interpretación:** En la tabla 9 se observa el número, peso y altura de las plantas, estas se obtuvieron en los grupos de tratamiento que recibieron dosis de ME (T1, T2, y T3) y frente al testigo (T0), donde los tratamientos que tuvieron mejores resultados en cuanto al peso fueron: (T2= 0.0061 y T3=0.0046 Kg) a diferencia de T0 y T1, de igual manera el T2 y T3 tuvieron el mayor promedio de altura (T2= 25.1 y T3= 24.1 cm) a diferencia de T0 y T1, Ñaupari (2015), menciona que al aplicar dosis optimas de ME no es rentable por que empieza a disminuir los ingresos, de igual manera es para la altura de cada tratamiento.

Aprolap (2007) y Peña (1998) mencionan que los microorganismos eficientes influyen en las propiedades del suelo, principalmente en la disposición de los nutrientes, estos microorganismos, al entrar en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y antioxidantes que ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas. En comparación con otros estudios y trabajos realizados en el cultivo de rábano Mejía (2005) obtuvo los valores máximos logrando un peso de 57.0 g/planta, lo cual nos indica que con la aplicación de ME, se obtiene un mayor resultado en el peso y altura de la planta.

#### 4. Conclusiones

Se concluye que al aplicar ME en los tres tratamientos (T1, T2 y T3) influyó sobre las propiedades químicas del suelo en el distrito de Coata, provincia de Puno.

En cuanto a las dosis de ME de 10, 20 y 30mL que se evaluó, se determinó que la dosis de 20 y 30mL hubo un incremento en las propiedades químicas del suelo, es decir que en ambas dosis incrementaron en las características químicas del suelo.

Los ME ayudaron a regular las propiedades químicas del suelo, considerando que la pre-prueba presentó un nivel bajo como es en materia orgánica, sin embargo, después de aplicar ME en cada tratamiento (Post prueba), los valores de cada tratamiento con ME, variaron de una manera significativa, demostrando un incremento en las propiedades químicas del suelo en el distrito de Coata.

También se evaluó el rendimiento del *R.sativus* como un indicador biológico, donde se determinó que el T2 y T3 alcanzaron los mayores promedios en cuanto al peso T2=0.0061Kg; T3=0.0046Kg, de igual manera la altura de las plantas alcanzaron un promedio T2=25.1cm; T3=24.1 cm, sin embargo, el T2 fue quien presentó el mayor peso y altura.

## 5. Referencias

- Andrades, M., & Martínez, E. (2014). *Agricultura y alimentación*. Obtenido de Fertilidad del suelo y parámetros que la definen : [file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-FertilidadDelSueloYParametrosQueLaDefinen-267902%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-FertilidadDelSueloYParametrosQueLaDefinen-267902%20(6).pdf)
- Aprolap. (2007). *Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces* . Obtenido de <http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/basedatos/manual para elaboraci3n de compost.pdf>.
- Ávila, L. (2014). *Dosis de fertilizante con Microorganismos Benéficos (Ferti EM) en el cultivo de rabanito (Raphanus sativus L.) en la provincia de Lamas*. Obtenido de presentado (para bachiller).
- Barragán, O. A. (2009). Acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo del municipio de Mondoñedo, Cundinamarca. *Colombia forestal*, 12, 141-160.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo- Convenio Fondo Especial de Japon) ). (Julio de 2009). *Proyecto de reduccion de pobreza y mejora de las condiciones higiénicas de los hogares de la poblaci3n rural de menores recursos* . Obtenido de Manual Práctico de uso de EM : [http://www.emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_em\\_oisca\\_bid.pdf](http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_em_oisca_bid.pdf)
- Bravo, J. A. (2016). *Efecto de la Tecnología de microorganismos eficaces en suelos intervenidos antrópicamente del parque forestal embalse del Neusa, Departamento de Cundinamarca*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15921/1/Perez%20Bravo%20Jahanavy%20Alejandra.pdf>
- Condori-Castillo, G. (2012). Influencia de la Fragmentación en la Diversidad de la Flora Silvestre y en los Cambios de Uso de Suelo y Cobertura Vegetal en Huerta Huaraya, Puno. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).
- FAO. (1997). *Guía tipo para las investigaciones sobre fertilidad de los suelos en terrenos de los agricultores*. Organizaci3n de las Naciones Unidas para la agricultura y Alimentaci3n.,: Roma N° 11,pp. 3-28.
- FAO. (2006). *Evapotranspiraci3n del cultivo: guías para la determinaci3n de los requerimientos de agua de los cultivos (Vol. 56)*. *FAO-Food & Agriculture Org.* Obtenido de <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s02.pdf>
- FAO. (2015). *Organizaci3n de las Naciones Unidas para la Alimentaci3n y la Agricultura* . Obtenido de El suelo es un recurso no renovable (Su conservaci3n es esencial para la seguridad alimentaria y nuestro futuro sostenible) : <http://www.fao.org/3/a-i4373s.pdf>
- Favio, R. (18 de Abril de 1998). *Texto del manuscrito completo*. Obtenido de El significado de la significancia : [file:///C:/Users/HP/Downloads/1000-Texto%20del%20manuscrito%20completo%20\(cuadros%20y%20figuras%20insertos\)-4621-1-10-20120923.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/1000-Texto%20del%20manuscrito%20completo%20(cuadros%20y%20figuras%20insertos)-4621-1-10-20120923.pdf)
- G3ngora, M. (22 de Octubre de 2016). *Docsity*. Obtenido de abonos orgánicos : <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>
- Higa, T. &. (1994). *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment (Vol. 1)*. Atami: International Nature Farming Research Center.
- Hryniewicz, K. &. (2012). The potential of rhizosphere microorganisms to promote the plant growth in disturbed soils. In *Environmental protection strategies for sustainable development* (pp. 35-64). Springer, Dordrecht.
- Jahanavy, P. (2016). *Efecto de la tecnología de Microorganismos Eficaces en suelos intervenidos antrópicamente del Parque Forestal Embalse del Neusa, departamento de Cundinamarca*. Tesis (licenciamiento en Biología). 52 .
- Javaid, A. (2010). Microorganismos beneficiosos para la agricultura sostenible. En *ingeniería genética, biofertilizaci3n, calidad del suelo y agricultura orgánica* (pp. 347-369). Springer, Dordrecht.
- Lafuente, A. L. (1995). *Biorremediaci3n y fitorremediaci3n en suelos contaminados* . Obtenido de <https://www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/598/615>

- Mejía, F. (2005). *Eficiencia de los microorganismos efectivos (em) y bokashi en la recuperación de suelos contaminados con glifosato*. Obtenido de Universidad Nacional de Trujillo obtencion de (Tesis Doctorado): <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/unitru/5998>
- MINAGRI. (Febrero de 2011). *Guía Técnica de orientación al productor*. Obtenido de Cadena agroproductiva de papa (Manejo y fertilidad de suelos) : <http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/papa/manejoyfertilidaddesuelos.pdf>
- MINAGRI. (Junio de 2018). *Decreto Supremo que adecúa el reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor*. Obtenido de [https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/reglamento-ctcum-junio2018\\_210618.pdf](https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/reglamento-ctcum-junio2018_210618.pdf)
- MINAM, (Ministerio del Ambiente Viceministro de Gestión Ambiental Dirección General de Calidad Ambiental). (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. Obtenido de Marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/guia-para-el-muestreo-de-suelo.pdf>
- Novelo, L. P. (2000). Mejoradores de la fertilidad del suelo en la agricultura de ladera de los altos de Chiapas., México. *Agrociencia*, 34(3), 251-259.
- Ñaupari, E. (2015). *Universidad Nacional del Centro del Perú*. Obtenido de Evaluación dem diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME) en cultivo de Zea Mays L. (Maiz Amarillo duro) en la zona de Satipo: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4021/%C3%91aupari%20Alcoser.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peña, E. (1998). *Manual de abonos orgánicos para la agricultura urbana*. Obtenido de inifat~ unica.: <http://www.ausc.co.cu/index.php/manuales?download=9:manual-de-abonos-organicos>
- Ramos, F. F. (2017). "Efecto de Microorganismos Eficientes (EM) en la fertilidad del suelo agrícola degradado biológicamente del sector Barraza, Laredo, Trujillo". *Universidad Cesar Vallejo*, 77.
- Richardson, A. E. (2001). Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Functional Plant Biology*, 28(9), 897-906.
- SENAMHI. (2015). *Dirección Regional de Puno*. ((. l. Acceso, Editor) Obtenido de SENAMHI - Dirección Zonal Puno.: <http://Puno.senamhi.gob.pe/web/hr.php?p=2013>.
- SENAMHI, S. N. (2011). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Balance Hídrico Superficial del Titicaca: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/docTec-2013-balance-hidr-supe-titicaca-2011.pdf>
- Silva Arroyave, S. M., & Correa Restrepo, F. J. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la Normativa y posibilidades de regulación económica. *SciELO*, 22.
- Singh, J. S. (2011). Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, ecosystems & environment*, 140(3-4), 339-353.
- Soriano, J. A. (2016). Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de Microorganismo Eficaces". *Universidad Nacional del Centro del Perú (Facultad de ciencias Forestales y Ambiental)*, 113.
- Sulbaran, S. N. (2010). Impacton del cambio en el manejo de tierras con vicuñas de secano del área mediterránea sobre la suplencia de humedad al cultivo y sobre los procesos de degradación del suelo: Caso de la Comarca del Anoia. 167. Obtenido de Universitat de Lleida.
- Toalombo, R. (11 de Junio de 2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum)*. Obtenido de presentado para optar (Título de Ingeniería Agrónoma).
- Zuñiga, O. (2017). Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. *SciELO*, 5.

## 6. Anexos

### 6.1. Método Tukey con una confianza del 95%

Las Medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 10.  
*Prueba Tukey de materia orgánica*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T2	3	32.233	A	
T1	3	30.6667	A	B
T3	3	29.267	A	B
T0	3	27.600	B	

Tabla 11.  
*Prueba Tukey de conductividad eléctrica*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T3	3	3.430	A	
T2	3	3.280	A	
T1	3	2.430	A	B
T0	3	1.8067	B	

Tabla 12.  
*Prueba Tukey de C.I.C*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T3	3	36.453	A	
T2	3	32.907	B	
T1	3	27.79	C	
T0	3	22.387	D	

Tabla 13.  
*Prueba Tukey de fósforo*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T3	3	3.527	A	
T2	3	3.2233	A	
T1	3	2.7467	B	
T0	3	2.2500	C	

Tabla 14.  
*Prueba Tukey de potasio*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T3	3	632.0	A	
T2	3	594.7	A	
T1	3	421.00	B	
T0	3	360.3	B	

**Interpretación:** En las siguientes tablas 11, 12,13 y 14, se observa que el T3 tuvo mayor aumento en cuanto a las siguientes propiedades: Conductividad eléctrica, fósforo, potasio y CIC, excepto la tabla 10 donde muestra que T2 fue el que tuvo mayor incremento en materia orgánica.

## 6.2. Propiedades químicas del suelo

Tabla 15.

### Materia Orgánica

Nivel	Materia Orgánica
Baja	<2%
Media	2-4%
Alto	>4%

Fuente: Laboratorio de agua, suelo y medio ambiente – Universidad Nacional Agraria la Molina

Tabla 16.

### Fósforo

Nivel	Fosforo P (pmm)
Baja	<7
Media	7-14
Alto	>14

Fuente: Laboratorio de agua, suelo y medio ambiente – Universidad Nacional Agraria la Molina

Tabla 17.

### Potasio

Nivel	Potasio K (ppm)
Baja	<100
Media	100-240
Alto	>240

Fuente: Laboratorio de agua, suelo y medio ambiente – Universidad Nacional Agraria la Molina

Tabla 18.

### Conductividad Eléctrica

Nivel	CE (Ms/CM)
No salino	<2
Ligeramente salino	2-4
Salino	4-8
Muy salino	>8

Fuente: Laboratorio de agua, suelo y medio ambiente – Universidad Nacional Agraria la Molina

Tabla 19.

### Capacidad de Intercambio Catiónico

Nivel	CIC (meq/100g)
Muy bajo	<6
Bajo	6 – 13
Medio	13 – 25
Alto	25 – 40
Muy alto	>40

Fuente: Laboratorio de agua, suelo y medio ambiente – Universidad Nacional Agraria la Molina



### 6.3. Prueba de Normalidad

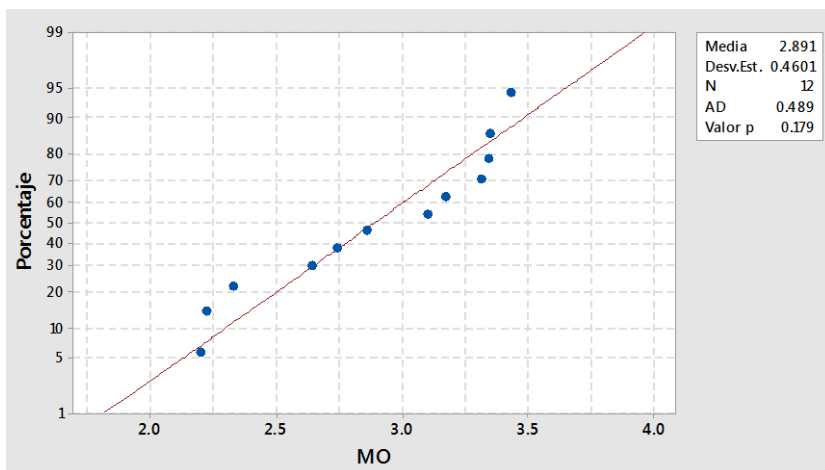


Figura 2. Gráfica de probabilidad de MO

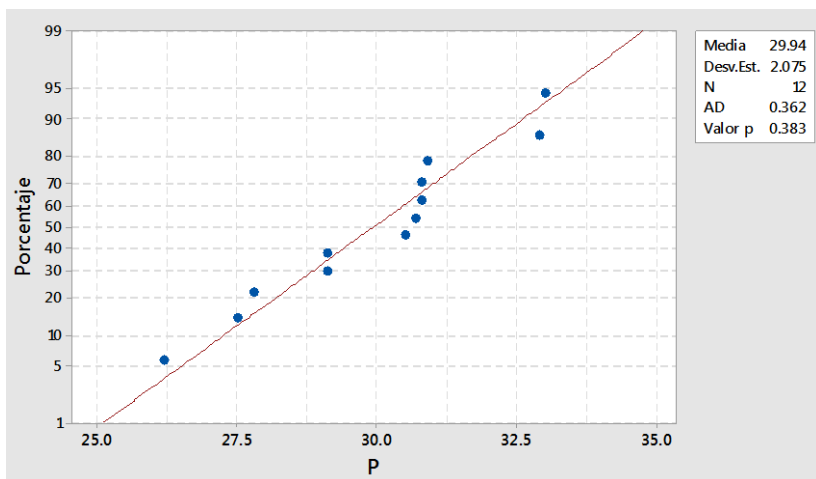


Figura 3. Gráfica de probabilidad de P

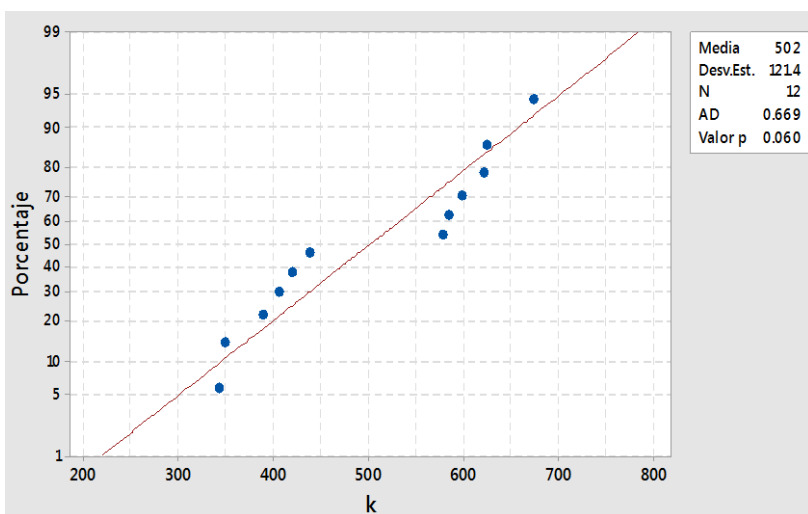


Figura 4. Gráfica de probabilidad de K

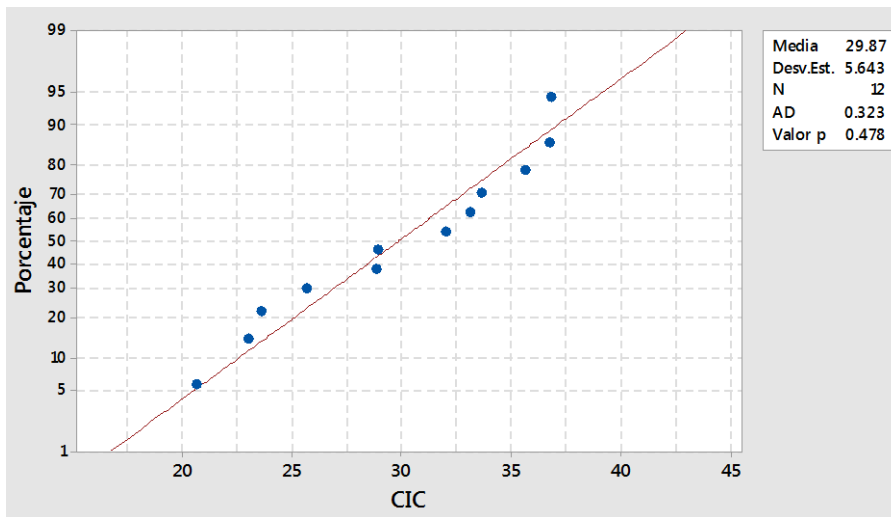


Figura 5. Gráfica de probabilidad de CIC

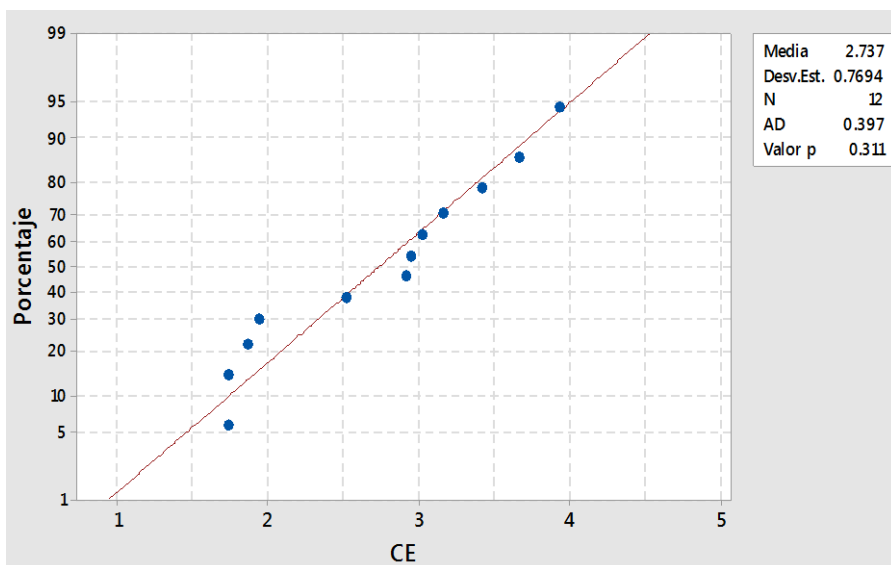


Figura 6. Gráfica de probabilidad de CE

**Interpretación:** En las figuras; 2, 3, 4, 5 y 6 se observa que si existe una distribución normal en cada propiedad.

**6.4. Imágenes de los tratamientos experimentales**



*Figura 7.* Grupos de tratamientos (T0, T1, T2 y T3)



*Figura 10.* Crecimiento de los rabanitos del T1



*Figura 8.* Crecimiento de los rabanitos del T0



*Figura 11.* Crecimiento de los rabanitos del T2



*Figura 9.* Sembrado de los rabanitos



*Figura 12.* Crecimiento de los rabanitos del T3



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : NOELI MARIBEL COARITE QUISPE/ JHON FRANK MASCO CHOQUE

Departamento : PUNO  
 Distrito : COATA  
 Referencia : H.R. 70241-122C-19

Bolt.: 3591

Provincia : PUNO  
 Predio :  
 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>			
8804	T0-R1	5.77	1.74	0.00	2.20	26.2	389	18	43	39	Fr.Ar.L.	20.60	20.85	5.43	1.18	2.03	0.10	29.60	29.50	143
8805	T0-R2	5.85	1.94	0.00	2.33	27.5	343	20	45	35	Fr.Ar.L.	23.60	14.50	5.30	1.19	2.79	0.10	23.89	23.79	101
8806	T0-R3	5.89	1.74	0.00	2.22	29.1	349	14	47	39	Fr.Ar.L.	22.96	14.30	6.10	1.10	2.03	0.10	23.64	23.54	103
8807	T1-R1	6.00	2.91	0.00	2.64	30.5	406	12	49	39	Fr.Ar.L.	25.64	14.30	6.68	1.38	2.01	0.00	24.38	24.38	95
8808	T1-R2	6.13	2.52	0.00	2.86	30.7	419	12	47	41	Ar.L.	28.80	13.70	5.30	1.26	2.32	0.00	22.58	22.58	78
8809	T1-R3	6.13	1.86	0.00	2.74	30.8	438	14	49	37	Fr.Ar.L.	28.92	23.37	6.30	1.17	3.08	0.00	33.92	33.92	117
8810	T2-R1	6.00	3.16	0.00	3.19	32.9	584	14	47	39	Fr.Ar.L.	33.12	14.70	6.68	1.51	1.74	0.00	24.63	24.63	74
8811	T2-R2	6.25	3.02	0.00	3.17	33.0	622	12	47	41	Ar.L.	33.60	12.60	5.30	1.31	1.79	0.00	21.00	21.00	62
8812	T2-R3	6.25	3.66	0.00	3.31	30.8	578	16	45	39	Fr.Ar.L.	32.00	14.10	5.38	1.25	2.34	0.00	23.07	23.07	72
8813	T3-R1	6.25	3.42	0.00	3.35	27.8	674	16	43	41	Ar.L.	36.72	11.50	4.53	1.15	2.42	0.00	19.60	19.60	53
8814	T3-R2	6.25	3.93	0.00	3.34	29.1	624	12	49	39	Fr.Ar.L.	35.60	12.60	5.40	1.15	2.23	0.00	21.37	21.37	60
8815	T3-R3	6.00	2.94	0.00	3.43	30.9	598	12	47	41	Ar.L.	36.84	14.80	6.08	1.45	2.30	0.00	24.63	24.63	67
8816	PRE MUESTRA	6.75	0.41	0.80	1.58	19.8	243	14	47	21	Fr.L.	19.20	14.12	3.28	1.06	0.73	0.00	19.20	19.20	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

Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio

Figura 13. Resultados de los análisis del suelo del distrito de Coata.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS  
 Teléfono: 614 7800 Anexo: 222 Teléfono Directo: 349 5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



18/10/19

### HOJA DE RECEPCION Nº 070241 - 20 19

SOLICITANTE: NOELI MARIBEL COARITE QUISPE / JHON FRANK MASCO CHOQUE Telf.: 973267833 / 983126362 Fecha: 09-10-19

PROCEDENCIA: Departamento: PUNO Provincia: PUNO  
 Distrito: COATA Predio: \_\_\_\_\_

MUESTRAS DE: SUELO CANTIDAD: 13

ANALISIS SOLICITADOS		P.U. S/	US\$
( )	Análisis Suelo Fertilidad .....		
( <u>Y</u> )	Análisis Suelo Caracterización .....	<u>20.00</u>	
( )	Análisis Suelo Salinidad .....		
( )	Análisis Agua .....		
( )	Análisis Foliar .....		
( )	Otros (Especificar) .....		

**CANCELADO**  
 09 OCT 2019  
 LASPAF - UNALM

Figura 14. Hoja de recepción de las muestras de suelo.

### 6.5. Flujograma de las fases del proyecto

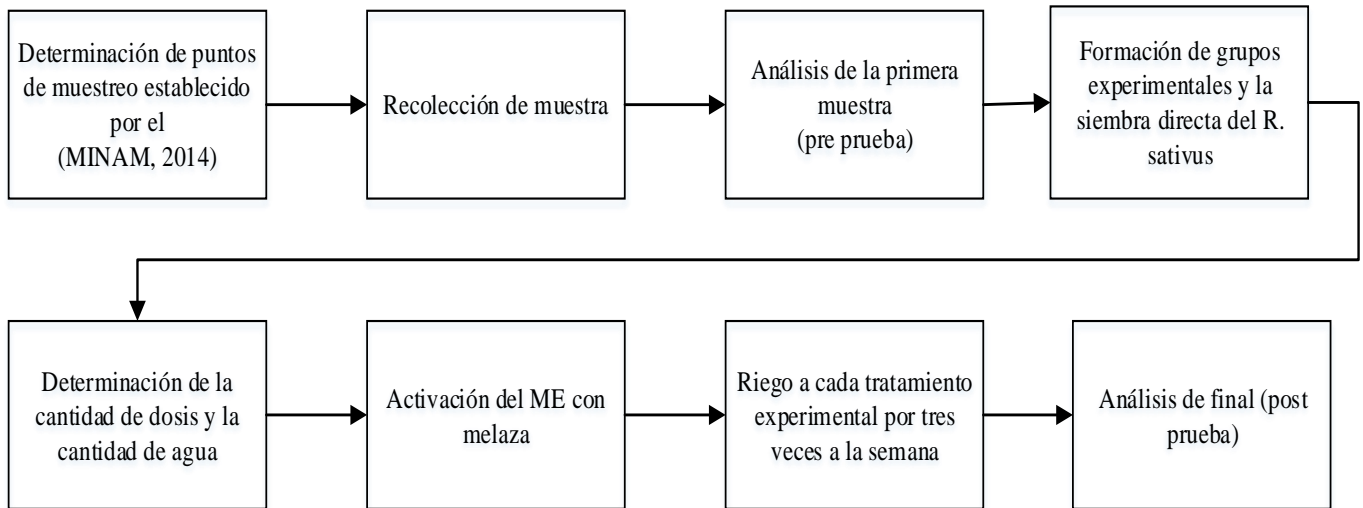


Figura 15. Diagrama de las fases del proyecto