



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Nivel de retención de agua por poliacrilato de potasio en  
vivero de plantones de café en San Ignacio - Cajamarca, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Mijahuanca Rueda, Eswar Edinson (ORCID: 0000-0002-8485-8754)

Oliva Torres, Javier Martin (ORCID: 0000-0003-0899-0611)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2021

## Dedicatoria

A mi familia por la perseverancia y el apoyo incondicional, para poder lograr ser profesional y buena persona.

*Eswar Mijahuanca*

Dedico esta tesis a toda mi familia por haberme inculcado los valores que me han llevado a alcanzar este objetivo.

*Javier Oliva*

## **Agradecimiento**

Agradecemos principalmente a Dios por habernos guiado a lo largo de nuestras carreras y habernos permitido culminarlas satisfactoriamente.

A nuestras familias por habernos apoyado y alentado a lo largo de todo nuestro desarrollo profesional.

A nuestro asesor, el Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo, por su asesoramiento y consejos durante la realización de nuestra tesis.

*Eswar Mijahuanca y Javier Oliva*

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	8
3.2. Variables y operacionalización .....	8
3.3. Población, muestra y muestreo .....	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimientos .....	11
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos .....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN .....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES .....	30
REFERENCIAS.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis de cada tratamiento .....	10
Tabla 2. Tamaño de planta.....	19
Tabla 3. Tamaño de raíz .....	20
Tabla 4. Número de hojas .....	21
Tabla 5. Correlación .....	22
Tabla 6. Pruebas de normalidad .....	23
Tabla 7. Prueba de homogeneidad de varianza.....	24
Tabla 8. Análisis de Pearson para determinar la correlación de la humedad con el tamaño de planta, tamaño de raíz y número de hojas .....	25
Tabla 9. Resultado de la correlación paramétrica .....	25
Tabla 10. Análisis de Spearman para determinar la correlación de la humedad con el tamaño de planta, tamaño de raíz y número de hojas.....	26
Tabla 11. Resultado de la correlación de la humedad con el tamaño de planta, tamaño de raíz y número de hojas .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Porcentaje de humedad .....	15
Figura N° 2. Porcentaje de Materia orgánica.....	16
Figura N° 3. Porcentaje de Nitrógeno.....	16
Figura N° 4. Porcentaje de pH.....	17
Figura N° 5. Porcentaje de Fósforo .....	18
Figura N° 6. Porcentaje de Potasio .....	18
Figura N° 7. Porcentaje de Calcio .....	19
Figura N° 8. Tamaño de planta .....	20
Figura N° 9. Tamaño de raíz .....	21
Figura N° 10. Número de hojas .....	22

## Resumen

La presente investigación busca determinar la eficiencia del polímero acrilato de potasio en la retención hídrica de 100 plántones de café divididos en 5 grupos de 20 plántones cada uno en un vivero construido en el centro de investigación "Parque del Café" de la provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, Perú. Para ello se aplicó a los plántones de cada grupo diferentes dosis hidratadas con 500 mL de agua, de los cuales al tratamiento C1 se lo dosificó con 6 g, al C3 con 7 g, al C4 con 8 g, al C5 con 5 g, a excepción del grupo C2 al cual no se le aplicó el producto hidrogel, todo ello en un marco de 40 días. Los resultados demostraron la eficacia del poliacrilato de potasio en la retención hídrica principalmente en aquellos tratamientos que recibieron las mayores dosis como el tratamiento C4 que registró una humedad de 29.71 % a comparación del tratamiento C2 que no recibió ninguna dosis y registró un porcentaje de humedad de 5.11 %. Por ello se concluye que el uso del poliacrilato de potasio es una alternativa muy importante para ahorrar agua y retener la humedad en el suelo, principalmente en zonas que padecen de problemas de sequías y estrés hídrico.

**Palabras clave:** Poliacrilato de potasio, retención hídrica, plántones de café, dosis, estrés hídrico.

## **Abstract**

The present research seeks to determine the efficiency of the potassium acrylate polymer in the water retention of 100 coffee plants divided into 5 groups of 20 plants each in a nursery built in the "Parque del Café" research center of the province of San Ignacio, department of Cajamarca, Peru. For this, different doses hydrated with 500 mL of water were applied to the seedlings of each group, of which treatment C1 was dosed with 6 g, C3 with 7 g, C4 with 8 g, C5 with 5 g, with the exception of group C2 to which the hydrogel product was not applied, all within a 40-day period. The results demonstrated the efficacy of potassium polyacrylate in water retention mainly in those treatments that received the highest doses, such as treatment C4 that registered a humidity of 29.71% compared to treatment C2 that did not receive any dose and registered a humidity percentage of 5.11%. Therefore, it is concluded that the use of potassium polyacrylate is a very important alternative to save water and retain moisture in the soil, mainly in areas that suffer from drought and water stress problems.

**Keywords:** Potassium polyacrylate, water retention, coffee plants, dose, water stress.



## **I. INTRODUCCIÓN**

Desde la agricultura tradicional se ha dependido principalmente del recurso hídrico (agua). Se puede afirmar que sin agua no se puede contar con agricultura, ya que este elemento es muy importante para el desarrollo de los cultivos. Con el pasar de los siglos su sobreexplotación, factores como el cambio climático y la contaminación ambiental han causado que este recurso sea escaso. Las prácticas del uso de agua en agricultura moderna se están modificando, y cada vez se busca el poder ahorrar la mayor cantidad de agua creando nuevas tecnologías de riego, productos retenedores (hidrogeles), e híbridos de plantas resistentes al estrés hídrico que tengan un impacto positivo en el ámbito social, ambiental y económico.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) establece que el cambio climático es un hecho "inequívoco" en el mundo actual, y que es muy probable que los factores antropogénicos sean las causas dominantes. Para gestionar los efectos relacionados con la variación global del clima del planeta, se requieren estrategias de mitigación y adaptación. La implementación efectiva de estrategias de mitigación y adaptación depende en gran parte de políticas gubernamentales, programas y capacidad institucional sólidos. (IPCC, 2014).

Una de las regiones del Perú con más susceptibilidad a los efectos del cambio climático es Cajamarca, el cual es uno de los territorios que produce uno de los mejores cafés del mundo (Gobierno Regional Cajamarca, 2019) y que es también el segundo productor de café a nivel nacional debido a que posee una gran variedad de microclimas. En 2013 el Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA) informó de 290 mil hectáreas afectadas, en virtud del aumento de la temperatura y los cambios en los patrones de precipitación, (WWF, 2014) afectando la producción de café en la provincia San Ignacio donde solo se depende de las precipitaciones como sistema de riego para la producción de los cultivos. Por ello es de suma importancia este trabajo de investigación debido que está enfocado en mejorar el estrés hídrico, aumentar la productividad agrícola y contribuir con la economía local.

En los últimos años la provincia de San Ignacio ha presentado diversas conductas en el ciclo hidrológico provocadas por el cambio climático. Esta alteración ha ocasionado que exista una deficiente frecuencia de lluvias, dando lugar a una escasez hídrica que compromete pérdidas económicas en temas de producción agrícola de los campesinos, en especial de los cafetaleros. Por esta razón fue necesario encontrarle una alternativa a esta problemática que somete a las plantas del café y otros productos agrícolas en un estrés hídrico que interrumpe el adecuado desarrollo y crecimiento de estas y su posterior comercialización. Para ello se utilizó un polímero super absorbente con la intención de incrementar la producción, y ofrecer una mejor resistencia a plagas como la roya amarilla y minimizar los costos de control que estas puedan ocasionar, reduciendo al mismo tiempo el estrés hídrico.

Tomando en cuenta lo anterior mencionado, para cumplir con dichos propósitos se planteó el siguiente problema general: ¿Cuál fue la eficiencia de los tratamientos con poliacrilato de potasio en los plántones de café en vivero en San Ignacio, Cajamarca? Como problemas específicos se tuvieron los siguientes: ¿Cómo influyeron los tratamientos con poliacrilato de potasio en las propiedades fisicoquímicas del suelo?, ¿Cómo influyeron los tratamientos con poliacrilato de potasio en el desarrollo de los plántones de café? y ¿Cuál fue la relación de la humedad retenida en el suelo tras la aplicación del poliacrilato de potasio con el crecimiento de las raíces, el crecimiento de las plantas y el número de hojas?

Como hipótesis general de la investigación se planteó que: Los tratamientos con poliacrilato de potasio en los plántones de café en vivero en San Ignacio, Cajamarca, fueron eficientes. Las hipótesis específicas fueron las siguientes: A menor dosis de poliacrilato de potasio menores fueron los efectos en las propiedades fisicoquímicas del suelo, A mayor dosis de poliacrilato de potasio mayor fue el desarrollo de las plantas de café y La relación de la humedad retenida en el suelo tras la aplicación del poliacrilato de potasio con el crecimiento de las raíces, el crecimiento de las plantas y el número de hojas fue directamente proporcional.

El objetivo general fue: Determinar la eficiencia de los tratamientos con poliacrilato de potasio en los plantones de café en vivero en San Ignacio, Cajamarca. Los objetivos específicos fueron: Determinar la influencia de los tratamientos con poliacrilato de potasio en las propiedades fisicoquímicas del suelo, Determinar la influencia de los tratamientos con poliacrilato de potasio en el desarrollo de los plantones de café y Determinar la relación de la humedad retenida en el suelo tras la aplicación del poliacrilato de potasio con el crecimiento de las raíces, el crecimiento de las plantas y el número de hojas.

## II. MARCO TEÓRICO

Solís *et al.* (2019) emplearon plantas de café y les aplicaron distintas dosis de hidrogel (5, 7 y 10 g) para comprender el periodo de contención de humedad en su suelo de muestra. El valor de su investigación realizada en la Universidad de El Salvador radicó en evaluar el comportamiento del hidrogel durante el crecimiento de las plantas y la preservación de la humedad en el suelo apto para las plantas a fin de saber la adecuada cantidad del producto a aplicar. En sus resultados obtenidos observaron que el hidrogel en dosis de 10 g por planta fue la dosis que mayor contuvo la humedad en el suelo apto para las plantas por un tiempo de 4 meses con 6.25 días. En lo concerniente a su crecimiento, aquellas plantas de café a las que les fue aplicada el hidrogel en dosis de 10 g obtuvieron un crecimiento de altura de 21.56 cm en contraste con las plantas que no recibieron ninguna dosis, las cuales alcanzaron una altura de 13.91 cm, con una disimilitud de 7.65 cm. Asimismo, el uso del hidrogel no influyó en el contenido de los nutrientes en el suelo, puesto que no se registraron disimilitudes en los tratamientos.

Adem Güneş *et al.* (2016) evaluaron los efectos de las aplicaciones del hidrogel en el rendimiento del maíz cultivado en diferentes niveles de deficiencia de agua en condiciones de invernadero en la provincia de Erzurum, Turquía. El polímero que utilizaron fue el Stockosorb K 410, el cual dio como resultado un valor en pH de 7.45, un valor en Materia Orgánica (%) de 1.40, un valor de Nitrógeno (%) de 0.12, y un valor de Fósforo de 5.20 mg/kg. Sus hallazgos sugirieron que la aplicación y las prácticas económicas del manejo del suelo podrían proporcionar una operación de producción de maíz eficiente en regiones afectadas por la sequía como el este de Turquía y otras áreas con ecologías similares.

Martínez *et al.* (2016) realizaron un estudio en la Universidad Nacional Agraria en el Departamento de Managua, Nicaragua, en enero 2016, con la finalidad de percatarse de los efectos de las dosis del hidrogel sobre un cultivo de caña de azúcar.

Para ello hicieron uso de un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo de tipo bifactorial en el que emplearon los niveles de 20, 30 y 40 kg ha<sup>-1</sup> con un riego por intervalos de 3, 4 y 5 días respectivamente para el primer ensayo. Para el segundo ensayo los niveles dispuestos del hidrogel fueron de 20 y 30 kg ha<sup>-1</sup>, la periodicidad de riego de 3 y 4 días y las texturas fueron de tipo arcilloso, arenoso y franco-arenoso. Asimismo, las variables fueron analizadas mediante el método LSD. Se comprobó que en los dos ensayos los números de brotes fueron perjudicados por los factores al tener los resultados del porcentaje de humedad. En el primer ensayo las dosis del hidrogel presentaron un efecto insignificante en el almacenamiento de humedad. Las variables del almacenamiento de humedad y del número de brotes tuvieron un efecto significativo en la periodicidad de riego de 4 días con un porcentaje de 17.62 % de humedad para un aproximado de 8 brotes. En el segundo ensayo las dosis de 20 kg ha<sup>-1</sup> del polímero manifestaron un impacto significativo en el factor suelo con un total de 20.83 % de humedad. En la dosis de 30 kg ha<sup>-1</sup> se obtuvo un porcentaje de 25.13 % de concentración de humedad. La dosis de 30 kg ha<sup>-1</sup> y la textura franco-arenoso lograron tener un impacto significativo en las variables de almacenamiento de humedad con un porcentaje de 27.81 %.

Cisneros *et al.* (2020) realizaron el estudio en la estación experimental de Alquizar, Cuba, a fin de estimar el propósito de los polímeros en el riego del cultivo de maíz. Esta investigación fue desarrollada en un suelo Ferralítico Rojo compactado y consistió en sembrar el maíz con polímero en el suelo con una ración de 10 g por cada metro lineal. Como resultado obtuvieron que el uso del polímero incrementó la altura de las plantas y su número de hojas y mejoró el rendimiento del peso de todo el maíz, y el número y peso fresco de los granos, logrando que este muestreo supere al otro valor con un 14%. En el tratamiento 1 que no tuvo aplicación de polímero se llegó a la conclusión de que para conservar el nivel de humedad fue necesario aplicar 4 veces el riego. Además, se concretó que hubo más porcentaje de agua consumida en 1.77 kg·m<sup>-3</sup>. En el otro caso, tratado con polímero, la producción fue de 2.98 kg·m<sup>-3</sup>, siendo este el que obtuvo un mejor rendimiento.

Zapeta (2012) corroboró que los tratamientos que tuvieron un mejor crecimiento de las plántulas en el almácigo de la especie *Nephelium lappaceum* fueron aquellos a los que se les suministró 3 gramos por planta de hidrogel, con una periodicidad de riego de una vez por semana. Estos tuvieron como resultado un aumento en su altura de 60.5 cm. Además, la misma dosis con una periodicidad de riego de cada 14 días logró un crecimiento en los tallos de 54.5 cm, en tanto que la dosis de 2 gramos por planta a una periodicidad de 21 días logró un crecimiento en su altura de 54 cm. Aquellas plantas en las que se empleó 2 gramos por planta con una periodicidad de riego de 14 días lograron un crecimiento de 51.5 cm.

Barillas *et al.* (2016) evidenciaron una diferencia significativa entre las maneras de aplicación y las dosis de polímero empleadas en frijoles al comprobar que en el tratamiento 6 fue en donde se obtuvo el mejor efecto con una media de 109 cm. Le siguió el tratamiento 3, el cual presentó una media de 104.6 cm. Finalmente concluyeron que el polímero incrementó la altura de las plantas a medida que se incrementaba la dosis de este, contando con la hipótesis de que eso pudo deberse a que durante el ciclo de cultivo las lluvias aumentaron la cantidad de humedad.

Yara (2021) en su investigación afirma que cuando el pH es superior a 5.5 se neutraliza el  $Al^{3+}$  y deja de representar un problema para el crecimiento de los cafetales. Para el café, el rango idóneo se halla entre 5.2 y 6.3.

Procafé (2007) en su guía de manejo de café establece en su tabla de interpretación de análisis que el nivel óptimo de materia orgánica para el desarrollo adecuado del café está en el rango de 2.1 a 5.7 %.; el nivel óptimo para fósforo está en el rango de 0.002 a 0.0045 %; el nivel óptimo para calcio está en el rango de 0.1 a 0.225 %; y el nivel óptimo de potasio está en el rango de 0.02 a 0.0285%.

A continuación, se exponen los siguientes fundamentos teóricos relacionados con la variable de estudio, el cual es el Poliacrilato de potasio: Este polímero también conocido como acrilato de potasio o hidrogel es una sustancia química superabsorbente y retentiva de agua que al ser incorporada al suelo, absorbe y retiene el agua y los nutrientes en considerables cantidades a fin de que estén disponibles para que las plantas las puedan emplear en sus ciclos de absorción-liberación (Alquera, 2020).

Alarcón (2003) infiere en que el poliacrilato de potasio es sumamente sensible a los procesos aeróbicos y anaeróbicos de la degradación microbiana, lo que hace que se degrade de manera natural en el suelo entre un 10 % y 15 % aproximadamente por año, en presencia de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua y compuestos de nitrógeno.

Peña (2007) establece que los hidrogeles no contaminan el suelo, el agua ni ningún otro organismo, siempre que las concentraciones de acrilamida contengan valores menores al 0.05 %, debido a que es cancerígena y neurotóxica. Asimismo, los retenedores de agua disponen de un pH neutro dentro de su descomposición que no genera residuos peligrosos, no es volátil ni tóxico y es biodegradable.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación:

El tipo de investigación es aplicada, pues busca hallar una solución a un problema actual en la provincia de San Ignacio mediante la aplicación de teorías, conocimientos, métodos y técnicas con el propósito específico de lograr la retención de agua en plántones de café con un costo-beneficio rentable y una investigación que se desarrolló pulcramente en el campo científico y tecnológico.

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, ya que la causa y el efecto de una situación deben establecer una relación.

#### 3.2. Variables y operacionalización

La variable independiente es la **Aplicación de poliacrilato de potasio en los plántones de café de la variedad Catimor** y las variables dependientes son **Nivel de retención hídrica y desarrollo de los plántones de café de la variedad Catimor** y **Eficiencia de la aplicación del poliacrilato de potasio en el suelo**. En el Anexo 1 se muestra las matrices de operacionalización de dichas variables.

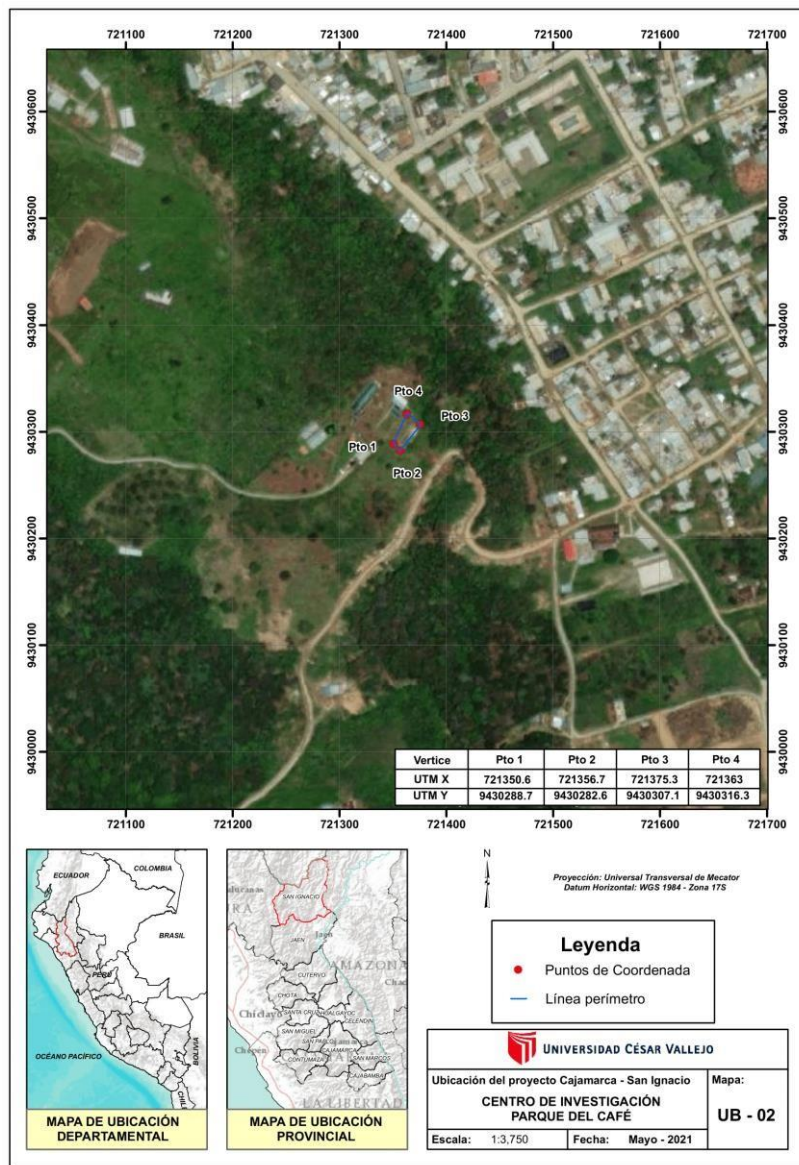


### 3.3. Población, muestra y muestreo

La población seleccionada correspondió a 100 plántulas de café de la variedad Catimor que fueron sembrados en el Centro de Investigación “Parque del Café”, distrito de San Ignacio, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, Perú.

En la Figura 1 se muestra el mapa del Centro de investigación donde se realizó el estudio.

**Figura 1. Mapa del Centro de Investigación**



**Mapa del Centro de investigación “Parque del Café”**

Las muestras fueron los 5 tratamientos de 20 plantones cada uno, denominadas C1, C2, C3, C4 y C5.

**Tabla 1.**

En la siguiente tabla se presenta la dosis que recibió cada tratamiento.

**Tabla 1. Dosis de cada tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis de poliacrilato de potasio en gramos</b>
C2	0
C5	5
C1	6
C3	7
C4	8

El muestreo fue de tipo no probabilístico intencional por conveniencia.

Fue aleatorio, puesto que se tomó un plantón de cada muestra para que sirva como testigo.

**Unidad de análisis**

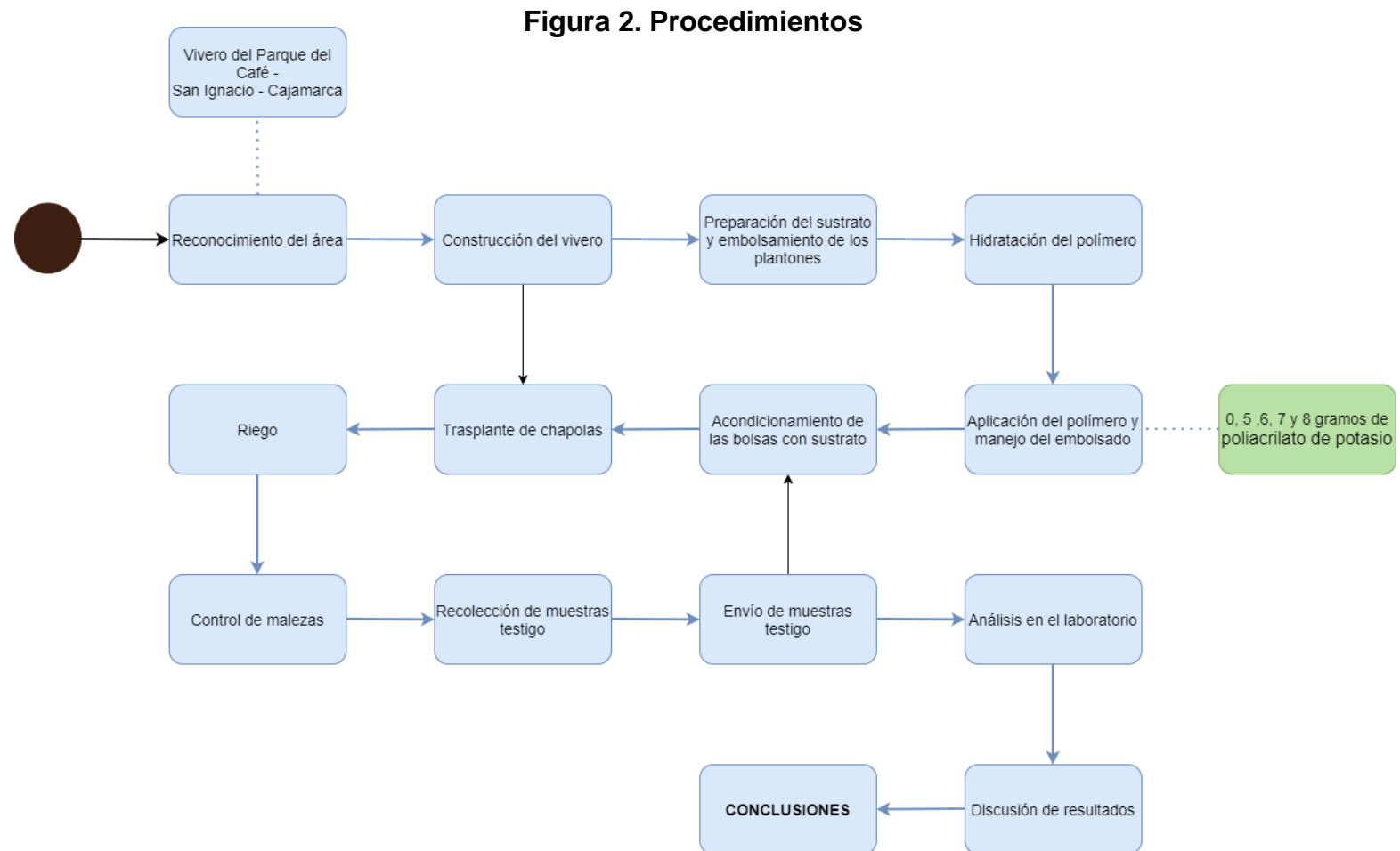
Las unidades de análisis fueron los 5 tratamientos realizados a los plantones de café de la variedad Catimor.

**3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas utilizadas en la presente investigación fueron la observación y experimentación en un tiempo de 40 días. Los instrumentos de recolección de datos fueron el Formato de resultados del proceso de la Ficha N.º 01 y la Guía de observación de la Ficha N.º 02.

### 3.5. Procedimientos

El procedimiento de la tesis se realizó de acuerdo al siguiente diagrama de flujo, tal como se muestra en la Figura 2.



Para llevar a cabo la investigación se realizó el siguiente procedimiento:

#### **3.5.1. Reconocimiento del área**

En el Parque del Café se tomaron puntos de coordenadas UTM con un equipo GPS, que fueron posteriormente procesados en el programa ArcGIS para la creación del mapa que permite la visualización del área de estudio.

#### **3.5.2. Construcción del vivero**

Se procedió a hacer limpieza de toda la maleza y recoger los residuos sólidos para poder hacer un terraplén, el cual luego fue techado con plástico transparente para el acondicionamiento de los plantones de café.

#### **3.5.3. Preparación del sustrato y embolsamiento de plantones**

Se abasteció de tierra para embolsado y de materia orgánica, los cuales posteriormente fueron homogeneizados para crear el sustrato que fue introducido más adelante en las bolsas.

#### **3.5.4. Hidratación del polímero**

Se pesó el poliacrilato de potasio en cantidades de 5, 6, 7 y 8 gramos, las cuales fueron separadas en bolsas de plástico, en donde se les añadió 0,5 L de agua y fueron amarradas y almacenadas en tachos de plástico por un lapso de 4 horas.

#### **3.5.5. Aplicación del polímero y manejo del embolsado**

Se incorporó el sustrato en las 20 bolsas del tratamiento C1. Para los tratamientos C2, C3, C4 y C5 se procedió a homogeneizar dentro de un depósito de plástico el sustrato con el poliacrilato de potasio que fue previamente hidratado. Luego de ello se procedió a embolsar.

### **3.5.6. Acondicionamiento de las bolsas con sustrato**

Se instalaron las bolsas en 5 columnas y 5 filas por cada tratamiento, a las cuales se le creó a cada una un distintivo con su nombre de tratamiento. Después se las aseguró con tierra a los costados para evitar que las bolsas se caigan.

### **3.5.7. Trasplante de chapolas**

Se extrajeron las chapolas del almácigo y fueron introducidas en las bolsas ya homogeneizadas con sustrato y poliacrilato de potasio. Para ello, se les hizo un hoyo vertical de 7 cm de profundidad en el centro de cada bolsa para que estas puedan ser introducidas.

### **3.5.8. Riego**

Se utilizó una regadera tipo manual de 5 L y se regó a todos los grupos de plántones después de 20 días del trasplante de las chapolas.

### **3.5.9. Control de malezas**

Se realizó una previa identificación de las malezas de los plántones y aquellas que fueron halladas se extrajeron manualmente a los 28 días del trasplante de las chapolas.

### **3.5.10. Recolección de muestras testigo**

Luego del trasplante y adición de las dosis transcurrieron 40 días, fecha en que se tomaron 5 muestras testigo, uno de cada grupo.

### **3.5.11. Envío de muestras testigo**

Las muestras testigo fueron enviados desde la provincia de San Ignacio, Cajamarca hacia la capital de Lima y 3 días después ingresaron al laboratorio químico.

### **3.5.12. Análisis en el laboratorio**

En el análisis se determinó la eficiencia de la retención hídrica en los plántones de café utilizando el poliacrilato de potasio a diferentes dosis. Para dicha determinación se evaluaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: materia orgánica del suelo, humedad; y como ensayo de caracterización: fósforo, bases y elementos menores (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn).

### **3.5.13. Discusión de resultados**

Una vez obtenidos los resultados, estos se interpretaron relacionándolos con el marco teórico, los objetivos, y las hipótesis.

## **3.6. Método de análisis de datos**

Se utilizó el paquete estadístico Microsoft Excel para calcular el coeficiente de correlación de Pearson y Spearman, y se generó un mapa con la ubicación exacta del punto en donde se desarrolló la investigación con el software GIS, ArcGIS.

## **3.7. Aspectos éticos**

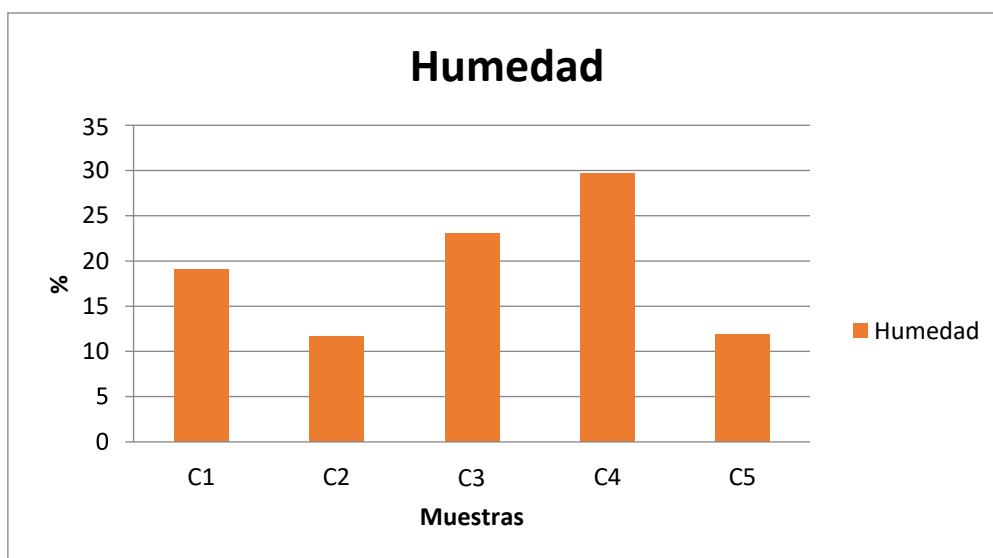
Toda información que se presentó en la investigación respetó la propiedad intelectual de los autores cuyas teorías y conocimientos diversos fueron de utilidad para su desarrollo. Se aseguró, además, que la identidad de las personas que participaron como informantes de la investigación se mantenga protegida anteponiendo, para ello, la confidencialidad y el respeto. Asimismo, se utilizó la plataforma de Turnitin para verificar la originalidad de la tesis.

## IV. RESULTADOS

### Humedad del suelo

Según los resultados del análisis de los suelos en el laboratorio, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de Humedad de 5.11 % para el Tratamiento C2, 11.92 % para el Tratamiento C5, 19.09 % para el Tratamiento C1, 23.03 % para el Tratamiento C3 y 29.71 % para el Tratamiento C4.

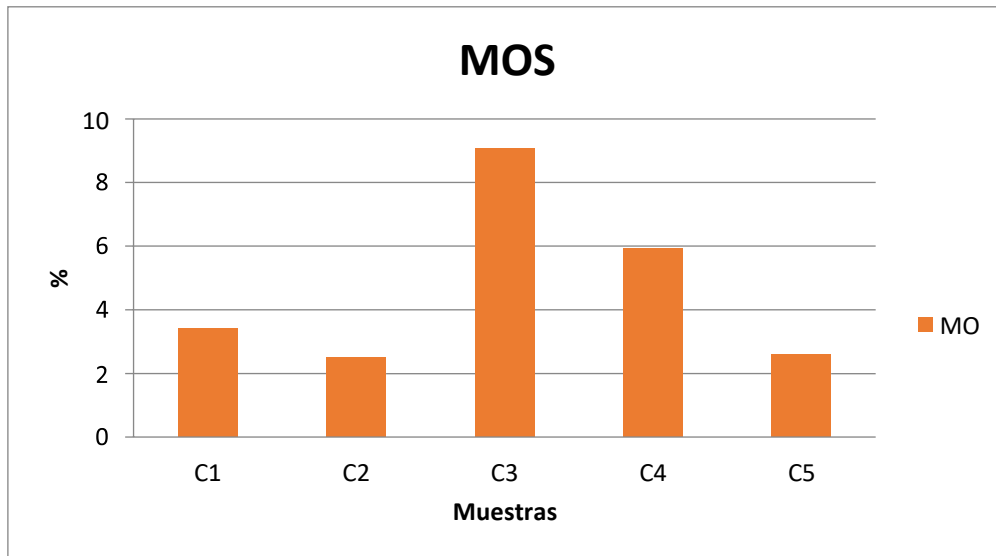
Figura N° 1. Porcentaje de humedad



### Materia orgánica del suelo (MOS)

Según los resultados del análisis de los suelos en el laboratorio, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de materia orgánica de 2.50 % para el Tratamiento C2, 2.60 % para el Tratamiento C5, 3.41 % para el Tratamiento C1, 5.93 % para el Tratamiento C4 y 9.07 % para el Tratamiento C3.

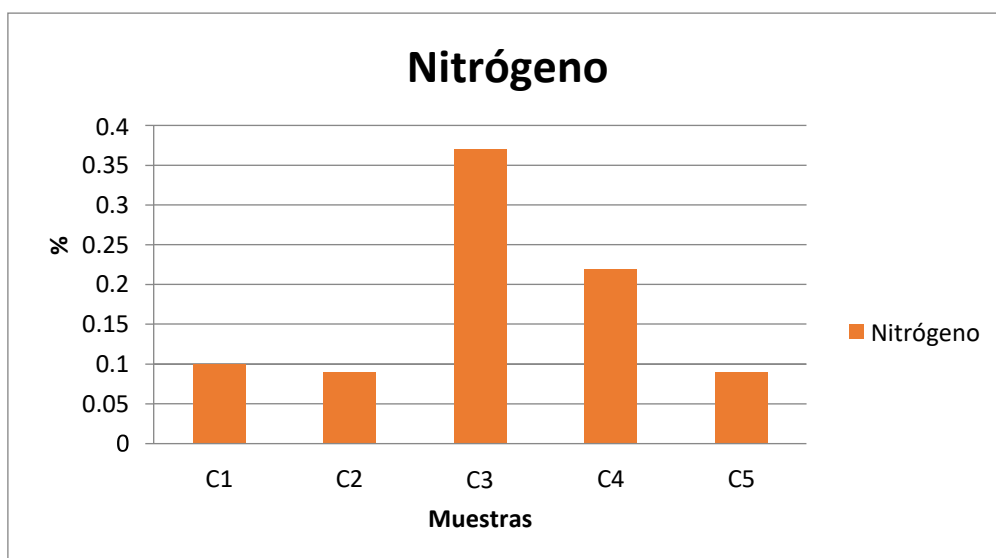
**Figura N° 2. Porcentaje de Materia orgánica**



### **Nitrógeno (N) del suelo**

Según los resultados del análisis de los suelos en el laboratorio, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de Nitrógeno de 0.09 % para el Tratamiento C2, 0.09 % para el Tratamiento C5, 0.10 % para el Tratamiento C1, 0.22 % para el Tratamiento C4 y 0.37 % para el Tratamiento C3.

**Figura N° 3. Porcentaje de Nitrógeno**

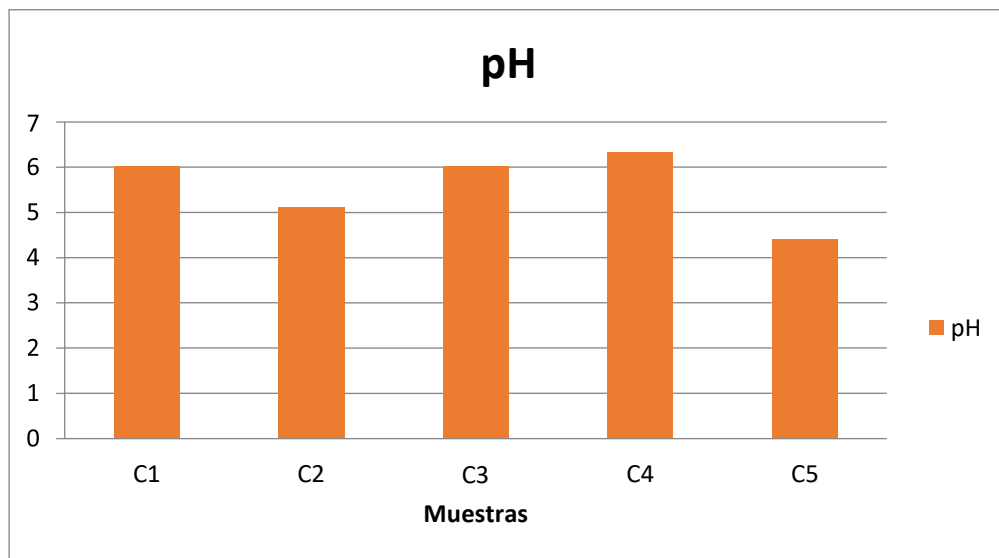




## pH del suelo

Según los resultados del análisis de los suelos en el laboratorio, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de pH de 4.40 unidades pH para el Tratamiento C5, 5.11 unidades pH para el Tratamiento C2, 6.02 unidades pH para el Tratamiento C3, 6.03 unidades pH para el Tratamiento C1 y 6.34 unidades pH para el Tratamiento C4.

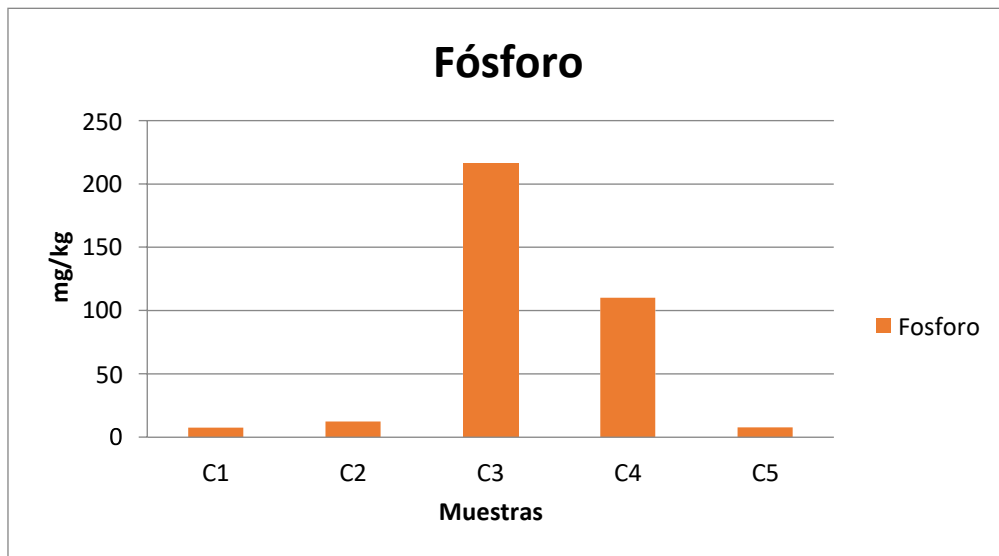
**Figura N° 4. Porcentaje de pH**



## Fósforo (P) del suelo

Según los resultados del análisis de los suelos en el laboratorio, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de Fósforo de 7.62 para el Tratamiento C1, 7.74 mg/kg para el Tratamiento C5, 12.40 mg/kg para el Tratamiento C2, 110.03 mg/kg para el Tratamiento C4 y 215.70 mg/kg para el Tratamiento C3.

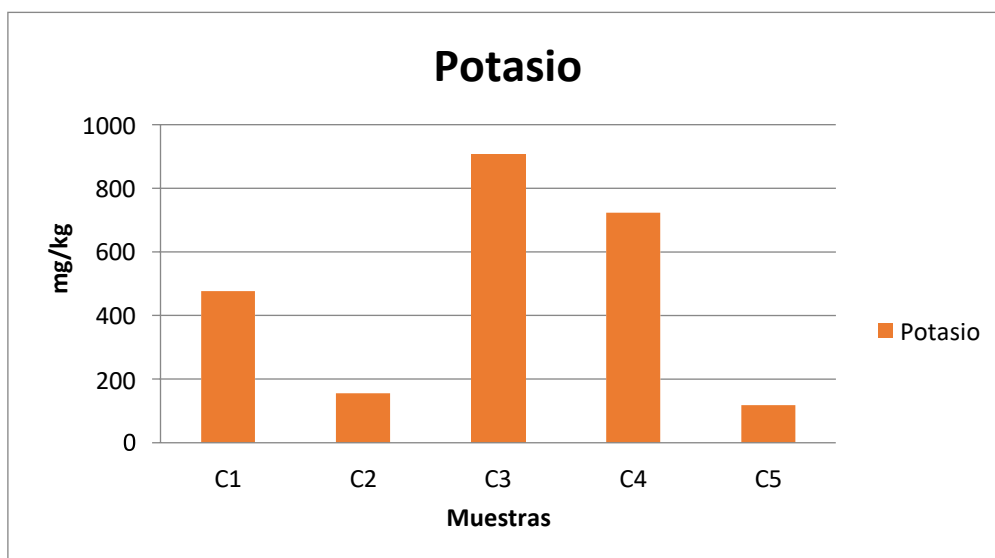
**Figura N° 5. Porcentaje de Fósforo**



**Potasio (K) del suelo**

Según los resultados del análisis de los suelos en el laboratorio, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de Potasio de 118.24 mg/kg para el Tratamiento C5, 156.01 mg/kg para el Tratamiento C2, 476.89 mg/kg para el Tratamiento C1, 723.35 mg/kg para el Tratamiento C4 y 905.19 mg/kg para el Tratamiento C3.

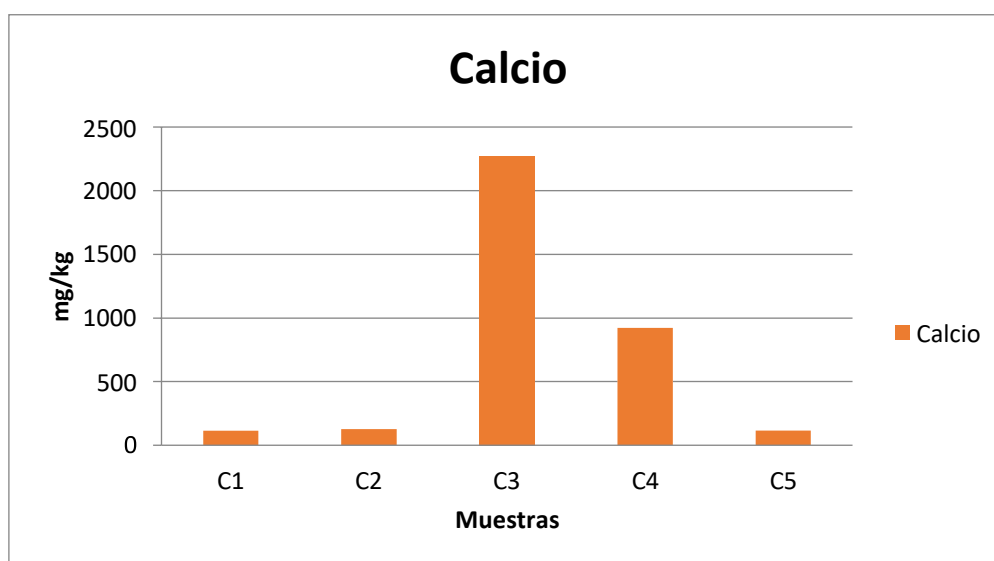
**Figura N° 6. Porcentaje de Potasio**



## Calcio (Ca) del suelo

Según los resultados del análisis de los suelos en el laboratorio, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de Calcio de 112.70 mg/kg para el Tratamiento C5, 114.66 mg/kg para el Tratamiento C1, 126.74 mg/kg para el Tratamiento C2, 921.27 mg/kg para el Tratamiento C4 y 2272.63 mg/kg para el Tratamiento C3.

**Figura N° 7. Porcentaje de Calcio**



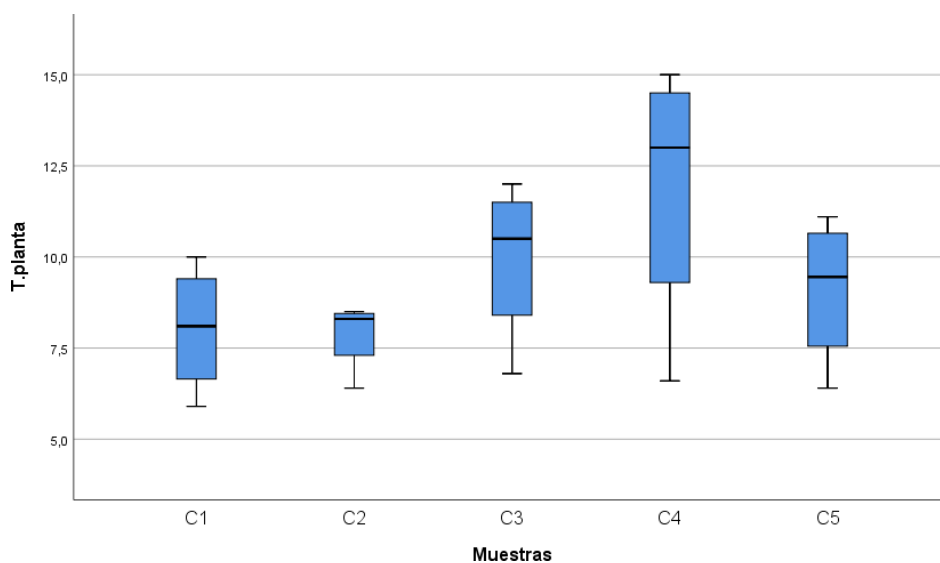
## Tamaño de planta (cm)

Según los resultados de la medición del tamaño de planta, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de tamaño de 8.5 cm para el tratamiento C2, 10 cm para el Tratamiento C1, 11.1 cm para el Tratamiento C5, 12 cm para el Tratamiento C3 y 15 cm para el Tratamiento C4.

**Tabla 2. Tamaño de planta**

Muestras	Tamaño de planta (cm)			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
C2	6.4	8.2	8.4	8.5
C5	6.4	8.7	10.2	11.1
C1	5.9	7.4	8.8	10
C3	6.8	10	11	12
C4	6.6	12	14	15

**Figura N° 8. Tamaño de planta**



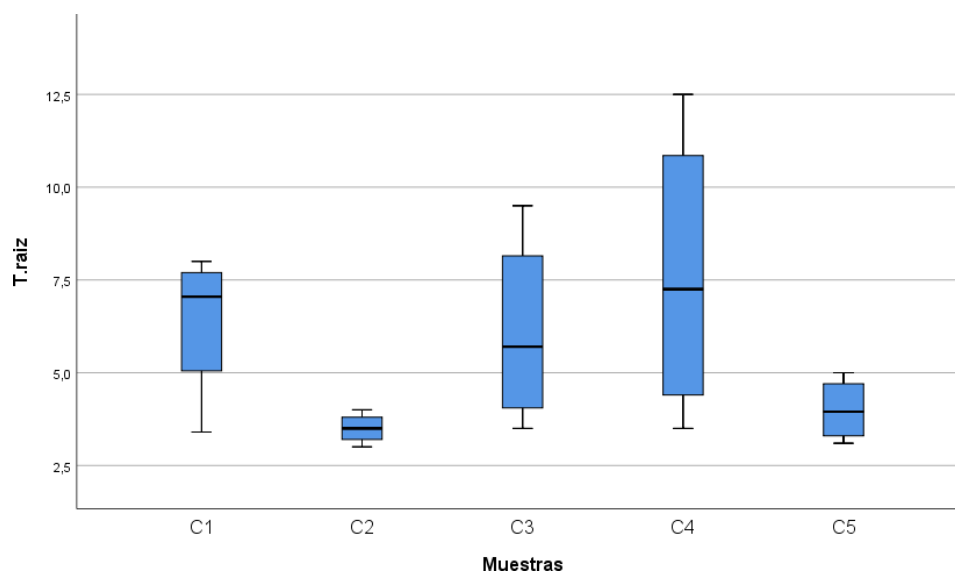
**Tamaño de raíz (cm)**

Según los resultados de la medición del tamaño de raíz, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de tamaño de 4 cm para el tratamiento C2, 5 cm para el Tratamiento C5, 8 cm para el Tratamiento C1, 9.5 cm para el Tratamiento C3 y 12.5 cm para el Tratamiento C4.

**Tabla 3. Tamaño de raíz**

Muestras	Tamaño de raíz (cm)			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
<b>C2</b>	3.0	3.4	3.6	4.0
<b>C5</b>	3.1	3.5	4.4	5.0
<b>C1</b>	3.4	6.7	7.4	8.0
<b>C3</b>	3.5	4.6	6.8	9.5
<b>C4</b>	3.5	5.3	9.2	12.5

**Figura N° 9. Tamaño de raíz**



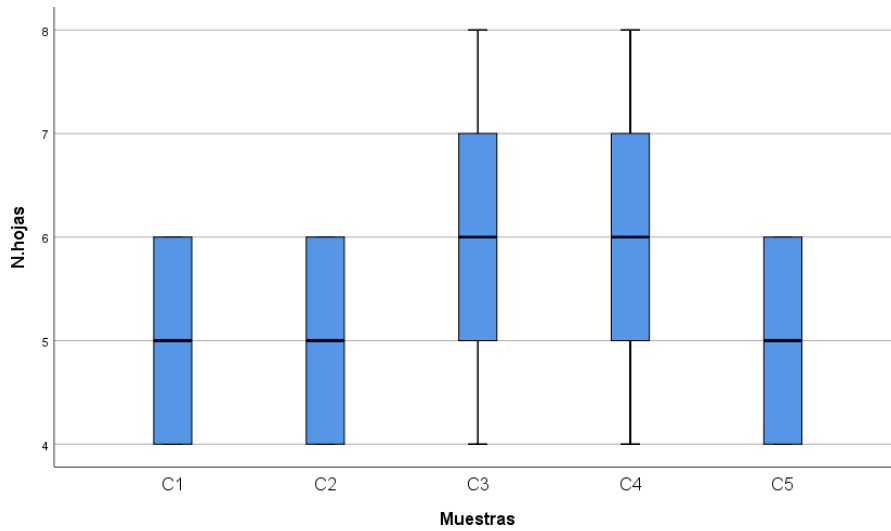
**Número de hojas (n)**

Según los resultados del conteo del número de hojas, los tratamientos utilizados en la investigación presentaron un valor de 6 hojas para el tratamiento C2, 6 hojas para el Tratamiento C5, 6 hojas para el Tratamiento C1, 8 hojas para el Tratamiento C3 y 8 hojas para el Tratamiento C4.

**Tabla 4. Número de hojas**

Muestras	Número de hojas (n)			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
<b>C2</b>	4	4	6	6
<b>C5</b>	4	4	6	6
<b>C1</b>	4	4	6	6
<b>C3</b>	4	6	6	8
<b>C4</b>	4	6	6	8

**Figura N° 10. Número de hojas**



**Tabla 5. Correlación**

Resumen de procesamiento de casos							
	Muestras	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
T.planta	C1	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C2	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C3	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C4	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C5	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
T.raíz	C1	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C2	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C3	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C4	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C5	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
N.hojas	C1	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C2	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C3	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C4	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
	C5	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

La Tabla de resumen de procesamiento de datos, muestra la cantidad de datos registrados por cada muestra y por tipo de variable.

**Tabla 6. Pruebas de normalidad**

Pruebas de normalidad							
	Muestras	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T.planta	C1	,169	4	.	,989	4	,954
	C2	,378	4	.	,740	4	,031
	C3	,259	4	.	,918	4	,528
	C4	,261	4	.	,885	4	,361
	C5	,204	4	.	,956	4	,756
T.raíz	C1	,313	4	.	,850	4	,225
	C2	,155	4	.	,998	4	,995
	C3	,214	4	.	,957	4	,760
	C4	,218	4	.	,960	4	,777
	C5	,219	4	.	,954	4	,743
N.hojas	C1	,307	4	.	,729	4	,024
	C2	,307	4	.	,729	4	,024
	C3	,250	4	.	,945	4	,683
	C4	,250	4	.	,945	4	,683
	C5	,307	4	.	,729	4	,024

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla de normalidad, se toman en consideración los valores obtenidos con el estadístico de Shapiro-Wilk, toda vez que la cantidad de datos que se emplearon son menores a 30.

La Tabla de normalidad, muestra que la variable de Tamaño de planta (T.planta) es normal en los grupos de las muestras C1, C3, C4 y C5, y no normal en el grupo C2. La variable de Tamaño de raíz (T.raíz) es normal en los grupos de las muestras C1, C2, C3, C4 y C5. La variable de Número de hojas (N.hojas) es normal en los grupos de las muestras C3 y C4, y no normal en el grupo C1, C2 y C5.

**Tabla 7. Prueba de homogeneidad de varianza**

Prueba de homogeneidad de varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
T.planta	Se basa en la media	1,138	4	15	,376
	Se basa en la mediana	,905	4	15	,486
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,905	4	7,682	,506
	Se basa en la media recortada	1,033	4	15	,422
T.raíz	Se basa en la media	5,161	4	15	,008
	Se basa en la mediana	3,962	4	15	,022
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	3,962	4	9,065	,040
	Se basa en la media recortada	5,013	4	15	,009
N.hojas	Se basa en la media	,000	4	15	1,000
	Se basa en la mediana	,000	4	15	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	4	6,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	4	15	1,000

La Tabla de homogeneidad, muestra que la variable de Tamaño de planta (T.planta) es homogénea en base a la media con una Sig. de 0.376. La variable de Tamaño de raíz (T.raíz) es no homogénea en base a la media con una Sig. de 0.008. La variable de Número de hojas (N.hojas) es homogénea en base a la media con una Sig. de 1.



**Correlación paramétrica:** Es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas. Si la asociación entre los elementos no es lineal, entonces el coeficiente no se encuentra representado adecuadamente.

**Tabla 8. Análisis de Pearson para determinar la correlación de la humedad con el tamaño de planta, tamaño de raíz y número de hojas**

Correlaciones					
		T.planta	T.raíz	N.hojas	Humedad
T.planta	Correlación de Pearson	1	,804**	,835**	,491*
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,028
	N	20	20	20	20
T.raíz	Correlación de Pearson	,804**	1	,759**	,573**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,008
	N	20	20	20	20
N.hojas	Correlación de Pearson	,835**	,759**	1	,332
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,153
	N	20	20	20	20
Humedad	Correlación de Pearson	,491*	,573**	,332	1
	Sig. (bilateral)	,028	,008	,153	
	N	20	20	20	20
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).					
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).					

**Tabla 9. Resultado de la correlación paramétrica**

Correlación con Humedad	
Parámetro	Correlación de Pearson
Tamaño de planta	0.491

En la Tabla de Correlación paramétrica, se muestra que existe una correlación positiva moderada entre la humedad y el tamaño de la planta.

**Correlación no paramétrica:** Es una medida no paramétrica de la correlación de rango. Es empleada principalmente para el análisis de datos. Mide la fuerza y la dirección de la asociación entre dos variables clasificadas.

**Tabla 10. Análisis de Spearman para determinar la correlación de la humedad con el tamaño de planta, tamaño de raíz y número de hojas**

Correlaciones						
		T.planta	T.raíz	N.hojas	Humedad	
Rho de Spearman	T.planta	Coeficiente de correlación	1,000	,842**	,857**	,463*
		Sig. (bilateral)	.	,000	,000	,040
		N	20	20	20	20
	T.raíz	Coeficiente de correlación	,842**	1,000	,813**	,565**
		Sig. (bilateral)	,000	.	,000	,009
		N	20	20	20	20
	N.hojas	Coeficiente de correlación	,857**	,813**	1,000	,306
		Sig. (bilateral)	,000	,000	.	,189
		N	20	20	20	20
	Humedad	Coeficiente de correlación	,463*	,565**	,306	1,000
		Sig. (bilateral)	,040	,009	,189	.
		N	20	20	20	20
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).						

**Tabla 11. Resultado de la correlación de la humedad con el tamaño de planta, tamaño de raíz y número de hojas**

Correlación con Humedad	
Parámetro	Correlación de Rho SPearman
Tamaño de raíz	0.565
Número de hojas	0.306

En la Tabla de Correlación no paramétrica, se muestra que existe una correlación positiva moderada entre la humedad y el tamaño de la raíz, por otro lado, se observa que existe una correlación positiva baja entre la humedad y el número de hojas.

## V. DISCUSIÓN

En comparación de los resultados obtenidos Solís *et al.* (2019) indicó en su investigación que el crecimiento de las plantas del tratamiento T1 de 5 g fue de 20.12 cm, el T2 de 7 g fue de 20.56 cm, el T3 de 10 g fue de 21.56 cm y el T0 al que no se le aplicó ninguna dosis fue de 13.91 cm. Estos resultados fueron más altos que los de la presente investigación por factores determinantes como el tiempo de experimentación y la edad de las plantas, pero cabe recalcar que la mayor dosis fue más eficiente en el crecimiento.

En la investigación de Solís *et al.* (2019) se obtuvieron resultados en las longitudes de las raíces principales. Estos determinaron que el T1 alcanzó una longitud de 38.50 cm, el T2 una longitud de 38.40 cm y el T3 una longitud de 33 cm. Para Zapeta (2012), la aplicación del polímero no tuvo resultados positivos en la longitud de la raíz principal. Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron los siguientes: C2 (4.0 cm), C5 (5.0 cm), C1 (8.0), C3 (9.5 cm) y C4 (12.5 cm). Comparando con las investigaciones citadas, se determinó que los resultados obtenidos son menores a la investigación de Solís, corroborando que sí existió eficiencia en el desarrollo de la raíz en menor escala por el factor tiempo. Con respecto a Zapeta, esta investigación sí logró obtener resultados favorables en la longitud de la raíz.

La aplicación del polímero en el cultivo de caña de la investigación de Martínez *et al.* (2016) registró una humedad máxima de 27.81 % con el tratamiento de 30 kg ha<sup>-1</sup>. El presente estudio reporta el mayor valor de humedad en el tratamiento de 8 gramos con 29.71 %, donde se afirma que el polímero aplicado en los plántones de café tuvo una mayor retención hídrica a diferencia del cultivo de caña, esto se debe a que ambos en comparación tienen diferente demanda hídrica y edad vegetativa.

Por su parte, Zapeta (2012) reportó que una altura de 60.5 cm con el tratamiento de 3 gramos y una altura de 54 cm con el tratamiento de 2 gramos con una frecuencia de riego de 7 días y 21 días, respectivamente.

Al comparar los resultados de esta investigación con una frecuencia de riego de cada 20 días la altura máxima fue del tratamiento C4 con una longitud de 15 cm, donde se infiere que los resultados son menores que los de la investigación citada, pero cabe resaltar que ello se debe a que el crecimiento de la especie *Nephelium lappaceum* es más rápida que la del café porque es una especie de árbol y este último es un arbusto.

Por su parte, Yara Knowledge Grows (2021) plantea que el rango adecuado para el cultivo de café es de 5.2 a 6.3 unidades pH. Comparando los resultados de los tratamientos de la presente investigación el tratamiento C5 de 5 gramos fue de 4.40 unidades pH, no cumpliendo con el rango establecido. Esto se supone que se pudo dar por la mala aplicación del sustrato en la bolsa. En cambio, el resto de los tratamientos cumplieron con el patrón de ascendencia de mayor dosis mayor condición de pH.

Al comparar los resultados del análisis de Materia orgánica de los plantones con la tabla de Procafé se determinó que todos los tratamientos estuvieron en el rango de nivel óptimo donde se obtuvo un valor máximo de 9.07 % en el tratamiento C3.

Al comparar los resultados del análisis de Fósforo de los plantones con la tabla de Procafé se determinó que los tratamientos que estuvieron en el rango de nivel óptimo fueron los tratamientos C2 (0 g), C4 (8 g) y C3 (7 g).

Al comparar los resultados del análisis de Calcio de los plantones con la tabla de Procafé se determinó que todos los tratamientos estuvieron en el rango de nivel óptimo.

## VI. CONCLUSIONES

- La eficiencia fue óptima para retener la humedad del suelo con los tratamientos de poliacrilato de potasio en los plántones de café en vivero bajo las condiciones de operación utilizadas.
- Se observó que al aumentar la dosis de los tratamientos esto influyó en obtener mayores valores en los parámetros físicoquímicos del suelo.
- Se observó que por el tipo de dosis de cada tratamiento hubo una influencia en el desarrollo de los plántones de café ya que su crecimiento fue secuencial según su dosis aplicada.
- El análisis de correlación con Pearson determinó una correlación positiva moderada entre la humedad y el tamaño de la planta, y para Spearman se obtuvo que existió una correlación positiva moderada entre la humedad y el tamaño de raíz. Asimismo, existió una correlación positiva baja entre la humedad y el número de hojas.

## VII. RECOMENDACIONES

- Comprobar la eficiencia con otras dosis, y con otra edad de plantas de café distintas a la de esta investigación.
- Es importante preparar sustrato a base de materia orgánica y tierra de embolsado para el desarrollo de las chapolas.
- Hidratar el hidrogel antes de ser aplicado con anticipación de 4 horas con la finalidad de que toda la cantidad de agua suministrada sea absorbida, y ser aplicada en la zona de la raíz de la bolsa del plantón.
- Hidratar el poliacrilato de potasio con agua a temperatura ambiente para no dañar las propiedades de absorción del producto.
- Realizar investigaciones del polímero a condiciones normales de ambiente con la interferencia de la precipitación en parcelas.
- No exponer el producto durante largos periodos a la luz del sol, debido a que los rayos ultravioletas reducen el tamaño de las moléculas, cristalizando y evaporando el agua ya contenida.

## REFERENCIAS

¿Cómo influye la humedad en la calidad de los cultivos? [Mensaje en un blog]. Estados Unidos: Parent, Susan. (7 de enero de 2021). [Fecha de consulta: 3 de julio de 2021]. Recuperado de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-influye-la-humedad-en-la-calidad-de-los-cultivos/>

ANDRADA, Horacio *et al.* Efecto de la aplicación de copolímeros sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Artículo de investigación. Argentina: Revista de Ciencias Agrícolas, 2018. Disponible en [www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n2/2256-2273-rcia-35-02-00027.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n2/2256-2273-rcia-35-02-00027.pdf)

Beneficios de la materia orgánica en el suelo [Mensaje en un blog]. Venezuela: Fedeaagro (12 de junio de 2019). [Fecha de consulta: 3 de julio de 2021]. Recuperado de <http://www.agrositio.com.ar/noticia/204377-beneficios-de-la-materia-organica-en-el-suelo>

CAMPAÑA, Iván. Evaluación de la capacidad de retención hídrica en sustratos con poliacrilato de potasio, para cultivo de haba, en ambiente controlado. Tesis. Quito: Universidad Central del Ecuador, 2016. Disponible en [www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10155/1/T-UCE-0004-93.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10155/1/T-UCE-0004-93.pdf)

CISNEROS, Enrique *et al.* EFECTO DE LOS POLÍMEROS SÚPER ABSORBENTES EN LA ECONOMÍA DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA. Artículo de investigación. La Habana: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, 2020. Disponible en <https://reviberpol.files.wordpress.com/2020/01/2020-21-1-1-13-cisneros.pdf>

CORENTIN, Yélézoumin *et al.* Assessment of the Effectiveness of Potassium Polyacrylate on Crop Production. Artículo de investigación. Burkina Faso: Journal of Agricultural Chemistry and Environment, 2021. Disponible en [https://www.scirp.org/pdf/jacen\\_2021022614384152.pdf](https://www.scirp.org/pdf/jacen_2021022614384152.pdf)

DE SOUSA, Maria et al. Utilização do hidrogel como alternativa de economia e uso eficiente da água para produção agrícola e recuperação de áreas degradadas. Artículo de investigación. São Paulo: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia. Disponible en <http://prpi.ifce.edu.br/nl/lib/file/doc2762-Trabalho/II%20CEABC.pdf>

DEHKORDI, K.: "Evaluation of Superabsorbent Application on Corn Yield under Deficit Irrigation World Academy of Science", Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering, 9(7): 811-815, 2015

Disponibilidad de nutrientes y el pH del suelo. [Mensaje en un blog]. México: Intagri. [Fecha de consulta: 3 de julio de 2021]. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrientos-y-el-ph-del-suelo>

ELSHAFIE, Hazem et al. Applications of Absorbent Polymers for Sustainable Plant Protection and Crop Yield. Artículo de investigación. Italia: University of Basilicata, 2021. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/6/3253/pdf>.

ESCOBOSA, Isabel et al. Effect of the use of potassium polyacrylate clay soils for optimization of irrigation water in the valley of Mexicali, Baja California, Mexico. Artículo de investigación. California: International Journal of Current Research, 2014. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/272169596\\_EFFECT\\_OF\\_THE\\_USE\\_OF\\_POTASSIUM\\_POLYACRYLATE\\_CLAY\\_SOILS\\_FOR\\_OPTIMIZATION\\_OF\\_IRRIGATION\\_WATER\\_IN\\_THE\\_VALLEY\\_OF\\_MEXICALI\\_BAJA\\_CALIFORNIA\\_MEXICO](https://www.researchgate.net/publication/272169596_EFFECT_OF_THE_USE_OF_POTASSIUM_POLYACRYLATE_CLAY_SOILS_FOR_OPTIMIZATION_OF_IRRIGATION_WATER_IN_THE_VALLEY_OF_MEXICALI_BAJA_CALIFORNIA_MEXICO)

FONDO NACIONAL DEL CAFÉ. La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café. Artículo de investigación. Manizales: Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana, 2016. Disponible en <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0466.pd>



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ-  
PROCAFE. Interpretación de resultados de análisis de suelo y  
recomendaciones de fuentes orgánicas e inorgánicas para el cultivo del café.  
El Salvador: PROCAFE, 2006

GHOLAMHOSEINI Majid et al. Zeolite and hydrogel improve yield of  
greenhouse cucumber in soil-less medium under water limitation. Artículo de  
investigación. Irán: Rhizosphere, 2018. Disponible en  
[https://www.researchgate.net/profile/Elnaz-  
Ebrahimian/publication/322842625\\_Interaction\\_of\\_irrigation\\_strategy\\_and  
substrate\\_amendment\\_on\\_some\\_physiological\\_traits\\_and\\_fruit\\_yield\\_of\\_c  
ucumber\\_grown\\_under\\_soiless\\_culture/links/5a83eef0aca272d6501f324b/I  
nteraction-of-irrigation-strategy-and-substrate-amendment-on-some-  
physiological-traits-and-fruit-yield-of-cucumber-grown-under-soiless-  
culture.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Elnaz-Ebrahimian/publication/322842625_Interaction_of_irrigation_strategy_and_substrate_amendment_on_some_physiological_traits_and_fruit_yield_of_cucumber_grown_under_soiless_culture/links/5a83eef0aca272d6501f324b/Interaction-of-irrigation-strategy-and-substrate-amendment-on-some-physiological-traits-and-fruit-yield-of-cucumber-grown-under-soiless-culture.pdf)

GILDA, Janine et al. Ecotoxicological effects of polyacrylate, acrylic acid,  
polyacrylamide and acrylamide on soil and water organisms. Artículo de  
investigación. Suiza: Centro Suizo de Ecotoxicología Aplicada, 2019.  
Disponible en  
[https://www.oekotoxzentrum.ch/media/194999/2019\\_dellambrogio\\_polyacr  
yl.pdf](https://www.oekotoxzentrum.ch/media/194999/2019_dellambrogio_polyacryl.pdf)

GIMÉNEZ, Nicolás et al. Evaluación de respuesta agronómica de la  
enmienda del suelo con polímero acrilato de potasio de acción  
almacenadora y reguladora de agua en el suelo. Tesis. Montevideo:  
Universidad de la República, 2016. Disponible en  
[https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/19686/1/TT  
S\\_Gim%c3%a9nezN%c3%ba%c3%b1ezNicol%c3%a1s\\_RileyGervazEmily  
\\_LapazOliveiraAdri%c3%a1nMarcelo.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/19686/1/TT_S_Gim%c3%a9nezN%c3%ba%c3%b1ezNicol%c3%a1s_RileyGervazEmily_LapazOliveiraAdri%c3%a1nMarcelo.pdf)

GONZÁLEZ, Felícita González et al The coffee tree (*Coffea arabica* L.) response to water deficit in different development phases, Respuesta al déficit hídrico del cafeto (*Coffea arabica* L.) en diferentes fases de desarrollo. Artículo de investigación. La Habana: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2017. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v26n3/rcta01317.pdf>

GÜNEŞ, Adem et al. Evaluation of effects of water-saving superabsorbent polymer on corn (*Zea mays* L.) yield and phosphorus fertilizer efficiency. Artículo de investigación. Turquía: Revista turca de agricultura y silvicultura, 2016. Disponible en <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-16-40-3/tar-40-3-8-1511-126.pdf>

GUZMÁN, Sandra et al. Viabilidad técnica, ambiental, social y financiera, en la utilización del hidrogel, en un cultivo de uchuva (*Physalis Peruviana*) del Municipio de Buenavista - Boyacá (Colombia). Tesis. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5934/GuzmanFrenchSandraGiselle.GomezHernandezJuanCamilo.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HUAMÁN, Felipe et al. Variabilidad climática y ocurrencia de sequias en la región de Cajamarca. Artículo de investigación. Cajamarca: Senamhi, 2017. Disponible en [http://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/119/Sequ%C3%ADas%20en%20la%20regi%C3%B3n%20Cajamarca\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/119/Sequ%C3%ADas%20en%20la%20regi%C3%B3n%20Cajamarca_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ICC. Evaluation of potassium polyacrylate, in the cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a potential practice adaptation in the face of drought, Parramos, Chimaltenango. Artículo de investigación. Guatemala: Instituto Privado de investigación sobre Cambio Climático. Disponible en <https://icc.org.gt/en/evaluation-of-potassium-polyacrylate-in-the-cultivation-of-beans-phaseolus-vulgaris-l-as-a-potential-practice-adaptation-in-the-face-of-drought-parramos-chimaltenango/>

KANYARU, Savina. A Thesis Submitted In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Award Of The Degree Of Master Of Environmental Science In The School Of Environmental Studies Of Kenyatta University. Tesis. Kenya: Kenyatta University, 2015. Disponible en [https://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/13231/Effects\\_of\\_Training\\_Farmers\\_pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/13231/Effects_of_Training_Farmers_pdf?isAllowed=y&sequence=1)

LAGUNA, Roger et al. Uso de hidroretenedores de agua en tres texturas de suelo y frecuencia de riego en brotes de yema en la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) variedad CP 72-2086, Managua 2016. Tesis. Managua: Universidad Nacional Agraria, 2017. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/3517/1/tnp331182.pdf>

LEITÃO Renan et al. (2015). Novel superabsorbent hydrogel composite based on poly(acrylamide-co-acrylate)/nontronite: characterization and swelling performance. Artículo de investigación. Brasil: Química Nova. Disponible en <https://www.scielo.br/j/qn/a/cd6s54ZNsGyvwVB6WkDyKBN/?lang=en>

LÓPEZ-ELÍAS, Jesús et al. Uso de un polímero hidrófilo a base de poliacrilamida para mejorar la eficiencia en el uso del agua. Artículo de investigación. Hermosillo: Universidad de Sonora, 2016. Disponible en <https://dagus.unison.mx/publicaciones/indexadas/7498-21867-1-PB.pdf>

LUKE, Lindsay. The Effects of Climate Change Considerations in Environmental Assessment: A Case Study of British Columbia's Liquid Natural Gas Sector. Tesis. Canadá: University of Saskatchewan, 2017. Disponible en <https://harvest.usask.ca/bitstream/handle/10388/8566/LUKE-THESIS-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MACÍAS, Rubén et al. Déficit de riego y aplicación de hidrogel en la productividad de olivo en regiones desérticas. Artículo de investigación. México: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2019. Disponible en <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/1751/2028>

MAHON, Ruissein et al. Swelling performance of sodium polyacrylate and poly (acrylamide-co-acrylic acid) potassium salt. Artículo de investigación. Reino Unido: SN Applied Sciences, 2020. Disponible en <https://rgu-repository.worktribe.com/OutputFile/811047>

MAMEDOV, Amrakh I. et al. Aggregate stability and water retention near saturation characteristics as affected by soil texture, aggregate size and polyacrylamide application. Estados Unidos: Virginia Commonwealth University, 2017. Disponible en [https://scholarscompass.vcu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1043&context=biol\\_pubs](https://scholarscompass.vcu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1043&context=biol_pubs)

OKSIŃSKA, Małgorzata P. et al. Biodegradation of the cross-linked copolymer of acrylamide and potassium acrylate by soil bacteria. Artículo de investigación. Polonia: Wrocław University of Environmental, 2016. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/292154429\\_Biodegradation\\_of\\_the\\_cross-linked\\_copolymer\\_of\\_acrylamide\\_and\\_potassium\\_acrylate\\_by\\_soil\\_bacteria](https://www.researchgate.net/publication/292154429_Biodegradation_of_the_cross-linked_copolymer_of_acrylamide_and_potassium_acrylate_by_soil_bacteria)

ORBEGOSO, Luis Orbegoso. Efecto del Polímero (Lluvia Solida) y Frecuencias de Riego en el Rendimiento de Maíz Amarillo (Mega Híbrido), Bajo Condiciones de Cambio Climático, Fundo "La Pampa", C.U. Morrope, Lambayeque, 2016. Tesis. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017. Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1389/BC-%20TES-TMP-224.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ORIKIRIZA, Lawrence et al. Effects of Hydrogels on Tree Seedling Performance in Temperate Soils before and after Water Stress. Artículo de investigación. Uganda: Journal of Environmental Protection, 2013. Disponible en [https://www.scirp.org/pdf/JEP\\_2013071810151695.pdf](https://www.scirp.org/pdf/JEP_2013071810151695.pdf)

ORTEGA, Adrián et al. Hidrogel acrilato de potasio como sustrato en cultivo de pepino y jitomate. Artículo de investigación. México: Universidad Autónoma de Querétaro, 2020. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/344372804\\_Hidrogel\\_acrilato\\_de\\_potasio\\_como\\_sustrato\\_en\\_cultivo\\_de\\_pepino\\_y\\_jitomate](https://www.researchgate.net/publication/344372804_Hidrogel_acrilato_de_potasio_como_sustrato_en_cultivo_de_pepino_y_jitomate)

PEREIRA DE ALMEIDA, Everton. Uso de hidrogel no desenvolvimento de espécies nativas, visando aplicação em áreas degradadas. Tesis. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2014. Disponible en <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOCTORADO-CIENCIA-TECNOLOGIA-AMBIENTAL/4.%20%E2%80%9CUse%20de%20hidrogel%20no%20desenvolvimento%20de%20esp%C3%A9cies%20nativas%2C%20visando%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20em%20%C3%A1reas%20degradadas%E2%80%9D.pdf>

POLIACRILATO DE POTASIO [Mensaje en un blog]. Madrid: Alquera. [Fecha de consulta: 3 de julio de 2021]. Recuperado de <http://www.alquera.com/poliacrilato-de-potasio>

Poliacrilato de potasio, agua sólida para la agricultura. [Mensaje en un blog]. Lima: Construcción y Vivienda, (3 de julio de 2018). [Fecha de consulta: 3 de julio de 2021]. Recuperado de <https://www.construccionyvivienda.com/2018/07/03/poliacrilato-de-potasio-aqua-solida-para-la-agricultura/>

QASIMULLAH, Ryan et al. Growth and Yield of Soybean [Glycinemax (L.) Merrill] as Influenced by Organic Manures and Superabsorbent Polymers. Artículo de investigación. India: Journal of Experimental Agriculture International, 2020. Disponible en <https://www.journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/30541/57424>

RENTERÍA, Olga. Evaluación de la tecnología poli acrilato de potasio como herramienta de la GIRH, para la eficiencia del uso del agua de lluvia en el cultivo de frijol de temporal, en el ejido de Nuevo Ideal, Durango, México, en el ciclo 2018-2019. Tesis. Durango: Instituto Politécnico Nacional, 2019. Disponible en [https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/26153/1/Tesis\\_posgrado Olga G. Renteria Tamayo.pdf](https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/26153/1/Tesis_posgrado%20Olga%20G.%20Renteria%20Tamayo.pdf)

RODRÍGUEZ, Ana et al. Evaluación de un Hidrogel y Ácido Salicílico Durante el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de un Cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) Bajo Invernadero. Tesis. Saltillo: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2017. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8474/6/4%20552%20Rodr%C3%ADguez%20Mart%C3%ADnez%20Ana%20Gabriela.pdf%20?sequence=1>

SÁNCHEZ, Dayana. Efecto de la poliacrilamida en el rendimiento y volumen de riego en maíz (zea mays) var. opaco mal paso Irrigación Majes. Tesis. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9981/AGsagudk.pdf?s%20equence=1&isAllowed=y>

SOLÍS, Franklin et al. Evaluación de cuatro dosis de poliacrilato de potasio en el desarrollo del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) y en la conservación de humedad disponible para la planta en el suelo. Tesis. El Salvador: Universidad de El Salvador, 2019. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20714/1/13101711.pdf>

SOSA, Gabriel et al. Efectividad De Un Polímero Retenedor De Humedad Para Elevar La Supervivencia En Plantaciones De Mezquite (*Prosopis Glandulosa* Torr.) En Zonas Áridas. Artículo de investigación. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, 2021. Disponible en <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/14031/14103>

SULTANA, Shanin et al. Swelling and physico-mechanical properties of synthesized sodium polyacrylate hydrogels. Artículo de investigación. Bangladesh: International Journal of Advanced Research, 2017. Disponible en [http://www.journalijar.com/uploads/444\\_IJAR-18149.pdf](http://www.journalijar.com/uploads/444_IJAR-18149.pdf)

TAMAYO, Andrea et al. Acrilato de potasio para las zonas de sequía en la Ciudad de México. Artículo de investigación. México: Colegio Anglo Mexicano de Coyoacán, 2018. Disponible en <http://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Memoria-Congreso-%202018/trabajos/medio-ambiente-quimica/doc10.pdf>

ÚBEDA, José et al. La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. Artículo de investigación. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, 2018. Disponible en <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941754001/html/index.html>

VARELA, Lizeth. Evaluación del efecto del poliacrilato de potasio sobre la productividad del cultivo de brócoli híbrido Avenger, en suelos del CADER. Tesis. Quito: Universidad Central del Ecuador, 2018. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16937/1/T-UCE-0004-CAG-%200038.pdf>

VÉLEZ, Néstor. Efecto de retenedores de agua en la producción de Lechuga (Lactuca Sativa L.) variedad Crespa Salad en la granja experimental Yuyucocha, provincia de Imbabura. Tesis. Imbabura: Universidad Técnica del Norte, 2017. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6884/2/03%20AGP%20196%20EXPOSICION.pdf>

WAKHET, Senggam. Development and characterization of mixed gel based hydrogel, emulgel and bigel. Tesis. India: National Institute of Technology, 2015. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/53190432.pdf>

ZHANG, Katherine et al. Protocol efficiently measuring the swelling rate of hydrogels. Artículo de investigación. Nueva York: Binghamton University, 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016119303553>



## ANEXOS

### Variables y operacionalización


Nivel de retención de agua por poliacrilato de potasio en vivero de plántones de café en San Ignacio - Cajamarca, 2021

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<b>Independiente: Uso del poliacrilato de potasio</b>	El poliacrilato de potasio es un polímero que se puede almacenar por mucho tiempo. En la agricultura, ayuda a ahorrar hasta 80% los costos de producción, es decir, mano de obra, fertilizantes, equipo, entre otras cosas. Además, este tipo de agua reduce los tiempos de cultivo, ya que permite sembrar antes de la temporada de lluvias en el caso del campo, se puede obtener una mayor producción y ofrece a las plantas más posibilidades para desarrollarse. (Construcción y Viviendo, 2018)	Para la aplicación del poliacrilato de potasio se pesó el polímero en 4 dosis diferentes y se utilizó la misma cantidad de agua para mezclarlas con ellas y formar los geles.	Dosis	Peso	5 gramos 6 gramos 7 gramos 8 gramos
			Hidratación del polímero	Cantidad de agua	500 mL

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<p><b>Independiente: Chapolas de variedad Catimor</b></p>	<p>Es una variedad enana/compacta, con altos rendimientos y resistente a las enfermedades de la roya del café y la antracnosis de la cereza (CBD). Requiere de un manejo cuidadoso para maximizar su rendimiento. Se encuentra comúnmente en Malawi, Zambia y Zimbabue. (Variedad de café arábica)</p>	<p>Se extrajeron del germinador y se trasplantaron a las bolsas del tratamiento experimental.</p>	<p>Cantidad de chapolas</p>	<p>Número de chapolas</p>	<p>100 chapolas</p>

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<p><b>Dependiente: Eficiencia de la aplicación del poliacrilato de potasio en el suelo</b></p>	<p>El hidrogel ha demostrado su eficiencia en la agricultura a gran escala, especialmente en el momento de la germinación y el desarrollo de la red de raíces, debido a una buena aireación del suelo. (Gómez, 2014)</p>	<p>La eficiencia de la aplicación del polímero hidratado a los plántones de café será determinada por la retención hídrica, las propiedades fisicoquímicas y el desarrollo vegetativo.</p>	Retención hídrica	Humedad	%
			Propiedades fisicoquímicas	Materia orgánica	%
				pH	Unidad pH
				Nitrógeno	N %
				Fósforo, bases y elementos	mg/kg
			Desarrollo vegetativo	Altura de plantas	cm
				Longitud de raíz	cm
Número de hojas	Nominal				

**Instrumento de recolección de datos.**

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>Ficha N.º 01</b> <b>Formato de resultados del proceso</b>
Título	Nivel de retención de agua por poliacrilato de potasio en vivero de plántones de café en San Ignacio - Cajamarca, 2021
Línea de investigación	Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático
Investigadores	Mijahuanca Rueda, Eswar Edinson Oliva Torres, Javier Martín

Muestras	Tamaño de planta (cm)			
	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40
C2				
C5				
C1				
C3				
C4				

Muestras	Tamaño de raíz (cm)			
	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40
C2				
C5				
C1				
C3				
C4				

Muestras	Número de hojas (n)			
	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40
C2				
C5				
C1				
C3				
C4				

\_\_\_\_\_  
 Firma del experto  
 CIP: .....  
 Teléfono: .....

\_\_\_\_\_  
 Firma del experto  
 CIP: .....  
 Teléfono: .....

\_\_\_\_\_  
 Firma del experto  
 CIP: .....  
 Teléfono: .....

### Guía de observación

**Fecha de las observaciones:** 22 de mayo del 2021 – 30 de junio del 2021

#### Nivel de retención de agua por poliacrilato de potasio en vivero de plantones de café en San Ignacio - Cajamarca, 2021

No.	Aspectos a evaluar	Cumple		Observaciones
		Sí	No	
1	¿Se realizó de manera correcta el trasplante de las chapolas de café?			Se realizó exitosamente el trasplante de las chapolas, ninguna se marchitó.
2	¿Se hidrató el poliacrilato de potasio con 500 mL de agua?			Todas las dosis de poliacrilato de potasio fueron pesadas y luego hidratadas con agua que fue medida con una jarra graduada.
3	¿Se aplicó correctamente el poliacrilato de potasio dentro de las bolsas con sustrato?			Antes de ser incorporado dentro de las bolsas se homogenizó el poliacrilato de potasio con el sustrato.
4	¿Se regó en el plazo establecido los plantones?			Se regó una sola vez.
5	¿Se protegió con techo de plástico transparente el vivero?			Se protegió con un plástico transparente para que la precipitación no interfiera con la investigación.
6	¿Hubo presencia de plagas en las plantas de café?			No se presentaron problemas de plagas en ninguno de los plantones.
7	¿Se realizó un control de malezas?			Se presentaron mayor cantidad de malezas en las muestras que contenían poliacrilato de potasio.
8	¿Hubo presencia del hongo de roya <i>Hemileia vastatrix</i> en las plantas de café?			Ninguna de las muestras tuvo presencia de roya.

## Características agroclimáticas

Tabla 1.

<b>Estación San Ignacio</b>		
<b>Departamento:</b> Cajamarca	<b>Provincia:</b> San Ignacio	<b>Distrito:</b> San Ignacio
<b>Latitud:</b> 5°8'39.2"	<b>Longitud:</b> 78°59'59.6"	<b>Altitud:</b> 1270 msnm.
<b>Tipo:</b> EMA - Meteorológica	<b>Código:</b> 4726706A	

Tabla 2.

<b>Características agroclimáticas</b>	<b>22 de mayo hasta el 2 de julio, 2021</b>
Temperatura (°C)	23,4
Humedad (%)	80,3
Dirección del viento (°)	210,8
Velocidad del viento (m/s)	0,9

Fuente: SENAMHI / DRD

## Fotos

**Lugar de estudio:** Parque del Café – Distrito de San Ignacio, Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca, Perú – 2021





Área de estudio en el “Parque del Café” en San Ignacio (Cajamarca)



Adquisición y envío del poliacrilato de potasio



Adquisición del poliacrilato de potasio de la marca Plantagel para su posterior envío a Cajamarca.



Aplicación del poliacrilato de potasio a los plántones de café para iniciar con la ejecución del proyecto



Preparación de la mezcla del poliacrilato de potasio con el sustrato de los cafetos.



Selección de los cafetos a trasplantar.



Trasplante de los cafetos en cada uno de los 5 grupos próximos a evaluar su retención hídrica.



Trasplante completo de los cafetos en los 5 grupos de 20 unidades cada uno próximos a evaluar su retención hídrica con dosis de 0, 5, 6, 7, y 8 gramos de poliacrilato de potasio, respectivamente.





Primer grupo de plantones próximos a evaluar con una dosis de 0 gramos de poliacrilato de potasio.



Segundo grupo de plantones próximos a evaluar con una dosis de 5 gramos de poliacrilato de potasio.



Tercer grupo de plantones próximos a evaluar con una dosis de 6 gramos de poliacrilato de potasio.



Cuarto grupo de plantones próximos a evaluar con una dosis de 7 gramos de poliacrilato de potasio.





Quinto grupo de plantones próximos a evaluar con una dosis de 8 gramos de poliacrilato de potasio.



Empaquetamiento de las muestras testigo para su envío a la capital de Lima para sus respectivos análisis de laboratorio luego de haber estado trasplantados por 40 días.

## Envío de las muestras testigo



Envío de las muestras testigo desde la provincia de Cajamarca hasta la Capital de Lima para sus respectivos análisis de laboratorio.



Llegada de las muestras de testigo desde la provincia de Cajamarca hasta la Capital de Lima para sus respectivos análisis de laboratorio.



## Resultados de prueba de Anova

### Descriptivos

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
MO	1	3	3,4100	,04583	,02646	3,2962	3,5238	3,37	3,46
	2	3	2,5000	,87178	,50332	,3344	4,6656	1,50	3,10
	3	3	9,0700	,92261	,53267	6,7781	11,3619	8,11	9,95
	4	3	5,9300	,99685	,57553	3,4537	8,4063	4,97	6,96
	5	3	2,6000	,90316	,52144	,3564	4,8436	1,87	3,61
	Total	15	4,7020	2,69148	,69494	3,2115	6,1925	1,50	9,95
Nitrógeno	1	3	,1000	,03606	,02082	,0104	,1896	,07	,14
	2	3	,0900	,02646	,01528	,0243	,1557	,07	,12
	3	3	,3700	,08718	,05033	,1534	,5866	,31	,47
	4	3	,2200	,06557	,03786	,0571	,3829	,16	,29
	5	3	,0900	,02646	,01528	,0243	,1557	,07	,12
	Total	15	,1740	,12235	,03159	,1062	,2418	,07	,47
Humedad	1	3	19,0900	1,44042	,83162	15,5118	22,6682	17,51	20,33
	2	3	11,6600	,72333	,41761	9,8632	13,4568	10,98	12,42
	3	3	23,0300	,69397	,40067	21,3061	24,7539	22,27	23,63
	4	3	29,7100	,83504	,48211	27,6356	31,7844	28,88	30,55
	5	3	11,9200	1,33551	,77106	8,6024	15,2376	10,86	13,42
	Total	15	19,0820	7,15085	1,84634	15,1220	23,0420	10,86	30,55
pH	1	3	6,0300	,35171	,20306	5,1563	6,9037	5,70	6,40
	2	3	5,1100	,38197	,22053	4,1611	6,0589	4,81	5,54
	3	3	6,0200	,82777	,47791	3,9637	8,0763	5,08	6,64
	4	3	6,3400	,95063	,54885	3,9785	8,7015	5,26	7,05
	5	3	4,4000	,80430	,46436	2,4020	6,3980	3,83	5,32
	Total	15	5,5800	,95513	,24661	5,0511	6,1089	3,83	7,05
Fosforo	1	3	7,6200	,06083	,03512	7,4689	7,7711	7,58	7,69
	2	3	12,4000	,67639	,39051	10,7198	14,0802	11,75	13,10
	3	3	215,7000	,94493	,54556	213,3527	218,0473	214,98	216,77
	4	3	110,0300	1,00534	,58043	107,5326	112,5274	109,01	111,02
	5	3	7,7400	1,04790	,60501	5,1369	10,3431	6,74	8,83
	Total	15	70,6980	85,25101	22,01172	23,4876	117,9084	6,74	216,77

Potasio	1	3	476,8900	2,64023	1,52434	470,3313	483,4487	474,23	479,51
	2	3	156,0100	1,39989	,80823	152,5325	159,4875	155,08	157,62
	3	3	905,1900	1,12013	,64671	902,4074	907,9726	904,08	906,32
	4	3	723,3500	,73729	,42568	721,5185	725,1815	722,81	724,19
	5	3	118,2400	,90620	,52320	115,9889	120,4911	117,62	119,28
	Total	15	475,9360	319,30070	82,44309	299,1132	652,7588	117,62	906,32
Calcio	1	3	114,8300	,77904	,44978	112,8948	116,7652	114,15	115,68
	2	3	126,7400	1,09421	,63174	124,0218	129,4582	125,82	127,95
	3	3	2272,6300	,99338	,57353	2270,1623	2275,0977	2271,95	2273,77
	4	3	921,2700	1,12089	,64715	918,4855	924,0545	920,07	922,29
	5	3	112,7000	,83809	,48387	110,6181	114,7819	111,98	113,62
	Total	15	709,6340	870,66931	224,80585	227,4734	1191,7946	111,98	2273,77
Magnesio	1	3	24,7500	,96161	,55519	22,3612	27,1388	23,86	25,77
	2	3	26,2900	,91411	,52776	24,0192	28,5608	25,33	27,15
	3	3	221,5400	,76688	,44276	219,6350	223,4450	220,69	222,18
	4	3	95,8700	1,05929	,61158	93,2386	98,5014	94,76	96,87
	5	3	29,2900	,28827	,16643	28,5739	30,0061	28,98	29,55
	Total	15	79,5480	78,55245	20,28215	36,0471	123,0489	23,86	222,18
Hierro	1	3	37,0300	,46861	,27055	35,8659	38,1941	36,49	37,33
	2	3	42,8800	1,75194	1,01148	38,5279	47,2321	40,95	44,37
	3	3	55,8000	,83720	,48336	53,7203	57,8797	55,17	56,75
	4	3	78,3000	,81062	,46801	76,2863	80,3137	77,44	79,05
	5	3	209,9000	,68022	,39273	208,2102	211,5898	209,23	210,59
	Total	15	84,7820	66,40125	17,14473	48,0102	121,5538	36,49	210,59
Manganeso	1	3	1,1200	,14526	,08386	,7592	1,4808	,98	1,27
	2	3	1,7500	,61147	,35303	,2310	3,2690	1,05	2,18
	3	3	14,7400	1,29549	,74795	11,5218	17,9582	13,55	16,12
	4	3	6,2100	,98899	,57099	3,7532	8,6668	5,12	7,05
	5	3	1,5200	,08185	,04726	1,3167	1,7233	1,43	1,59
	Total	15	5,0680	5,39989	1,39425	2,0776	8,0584	,98	16,12
Cobre	1	3	,1300	,04359	,02517	,0217	,2383	,08	,16
	2	3	,0800	,05292	,03055	-,0514	,2114	,04	,14
	3	3	,2000	,07550	,04359	,0125	,3875	,13	,28
	4	3	,1000	,02646	,01528	,0343	,1657	,08	,13
	5	3	,0500	,02646	,01528	-,0157	,1157	,02	,07
	Total	15	,1120	,06700	,01730	,0749	,1491	,02	,28

Zinc	1	3	6,6000	,79373	,45826	4,6283	8,5717	5,70	7,20
	2	3	1,0600	,25942	,14978	,4156	1,7044	,85	1,35
	3	3	3,0700	,88831	,51287	,8633	5,2767	2,06	3,73
	4	3	3,2700	1,03320	,59652	,7034	5,8366	2,17	4,22
	5	3	,7600	,07211	,04163	,5809	,9391	,68	,82
	Total	15	2,9520	2,24469	,57958	1,7089	4,1951	,68	7,20

Como se aprecia en la tabla, la media de los valores son los valores registrados

## Prueba de TUKEY

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) Muestras	(J) Muestras	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
MO	1	2	,91000	,67554	,671	-1,3133	3,1333
		3	-5,66000*	,67554	,000	-7,8833	-3,4367
		4	-2,52000*	,67554	,025	-4,7433	-,2967
		5	,81000	,67554	,752	-1,4133	3,0333
	2	1	-,91000	,67554	,671	-3,1333	1,3133
		3	-6,57000*	,67554	,000	-8,7933	-4,3467
		4	-3,43000*	,67554	,003	-5,6533	-1,2067
		5	-,10000	,67554	1,000	-2,3233	2,1233
	3	1	5,66000*	,67554	,000	3,4367	7,8833
		2	6,57000*	,67554	,000	4,3467	8,7933
		4	3,14000*	,67554	,006	,9167	5,3633
		5	6,47000*	,67554	,000	4,2467	8,6933
	4	1	2,52000*	,67554	,025	,2967	4,7433
		2	3,43000*	,67554	,003	1,2067	5,6533
		3	-3,14000*	,67554	,006	-5,3633	-,9167
		5	3,33000*	,67554	,004	1,1067	5,5533
	5	1	-,81000	,67554	,752	-3,0333	1,4133
		2	,10000	,67554	1,000	-2,1233	2,3233
		3	-6,47000*	,67554	,000	-8,6933	-4,2467
		4	-3,33000*	,67554	,004	-5,5533	-1,1067
Nitrógeno	1	2	,01000	,04412	,999	-,1352	,1552
		3	-,27000*	,04412	,001	-,4152	-,1248
		4	-,12000	,04412	,120	-,2652	,0252
		5	,01000	,04412	,999	-,1352	,1552
	2	1	-,01000	,04412	,999	-,1552	,1352
		3	-,28000*	,04412	,001	-,4252	-,1348
		4	-,13000	,04412	,085	-,2752	,0152
		5	,00000	,04412	1,000	-,1452	,1452
	3	1	,27000*	,04412	,001	,1248	,4152
		2	,28000*	,04412	,001	,1348	,4252
		4	,15000*	,04412	,042	,0048	,2952
		5	,28000*	,04412	,001	,1348	,4252
	4	1	,12000	,04412	,120	-,0252	,2652

		2	,13000	,04412	,085	-,0152	,2752
		3	-,15000*	,04412	,042	-,2952	-,0048
		5	,13000	,04412	,085	-,0152	,2752
	5	1	-,01000	,04412	,999	-,1552	,1352
		2	,00000	,04412	1,000	-,1452	,1452
		3	-,28000*	,04412	,001	-,4252	-,1348
		4	-,13000	,04412	,085	-,2752	,0152
Humedad	1	2	7,43000*	,86105	,000	4,5962	10,2638
		3	-3,94000*	,86105	,007	-6,7738	-1,1062
		4	-10,62000*	,86105	,000	-13,4538	-7,7862
		5	7,17000*	,86105	,000	4,3362	10,0038
	2	1	-7,43000*	,86105	,000	-10,2638	-4,5962
		3	-11,37000*	,86105	,000	-14,2038	-8,5362
		4	-18,05000*	,86105	,000	-20,8838	-15,2162
		5	-,26000	,86105	,998	-3,0938	2,5738
	3	1	3,94000*	,86105	,007	1,1062	6,7738
		2	11,37000*	,86105	,000	8,5362	14,2038
		4	-6,68000*	,86105	,000	-9,5138	-3,8462
		5	11,11000*	,86105	,000	8,2762	13,9438
	4	1	10,62000*	,86105	,000	7,7862	13,4538
		2	18,05000*	,86105	,000	15,2162	20,8838
		3	6,68000*	,86105	,000	3,8462	9,5138
		5	17,79000*	,86105	,000	14,9562	20,6238
	5	1	-7,17000*	,86105	,000	-10,0038	-4,3362
		2	,26000	,86105	,998	-2,5738	3,0938
		3	-11,11000*	,86105	,000	-13,9438	-8,2762
		4	-17,79000*	,86105	,000	-20,6238	-14,9562
pH	1	2	,92000	,57797	,533	-,9822	2,8222
		3	,01000	,57797	1,000	-1,8922	1,9122
		4	-,31000	,57797	,981	-2,2122	1,5922
		5	1,63000	,57797	,103	-,2722	3,5322
	2	1	-,92000	,57797	,533	-2,8222	,9822
		3	-,91000	,57797	,543	-2,8122	,9922
		4	-1,23000	,57797	,280	-3,1322	,6722
		5	,71000	,57797	,737	-1,1922	2,6122
	3	1	-,01000	,57797	1,000	-1,9122	1,8922
		2	,91000	,57797	,543	-,9922	2,8122
		4	-,32000	,57797	,979	-2,2222	1,5822
		5	1,62000	,57797	,106	-,2822	3,5222
	4	1	,31000	,57797	,981	-1,5922	2,2122
		2	1,23000	,57797	,280	-,6722	3,1322

		3	,32000	,57797	,979	-1,5822	2,2222
--	--	---	--------	--------	------	---------	--------

		5	1,94000*	,57797	,045	,0378	3,8422
	5	1	-1,63000	,57797	,103	-3,5322	,2722
		2	-,71000	,57797	,737	-2,6122	1,1922
		3	-1,62000	,57797	,106	-3,5222	,2822
		4	-1,94000*	,57797	,045	-3,8422	-,0378
Fosforo	1	2	-4,78000*	,67950	,000	-7,0163	-2,5437
		3	-208,08000*	,67950	,000	-210,3163	-205,8437
		4	-102,41000*	,67950	,000	-104,6463	-100,1737
		5	-,12000	,67950	1,000	-2,3563	2,1163
	2	1	4,78000*	,67950	,000	2,5437	7,0163
		3	-203,30000*	,67950	,000	-205,5363	-201,0637
		4	-97,63000*	,67950	,000	-99,8663	-95,3937
		5	4,66000*	,67950	,000	2,4237	6,8963
	3	1	208,08000*	,67950	,000	205,8437	210,3163
		2	203,30000*	,67950	,000	201,0637	205,5363
		4	105,67000*	,67950	,000	103,4337	107,9063
		5	207,96000*	,67950	,000	205,7237	210,1963
	4	1	102,41000*	,67950	,000	100,1737	104,6463
		2	97,63000*	,67950	,000	95,3937	99,8663
		3	-105,67000*	,67950	,000	-107,9063	-103,4337
		5	102,29000*	,67950	,000	100,0537	104,5263
	5	1	,12000	,67950	1,000	-2,1163	2,3563
		2	-4,66000*	,67950	,000	-6,8963	-2,4237
		3	-207,96000*	,67950	,000	-210,1963	-205,7237
		4	-102,29000*	,67950	,000	-104,5263	-100,0537
Potasio	1	2	320,88000*	1,24097	,000	316,7959	324,9641
		3	-428,30000*	1,24097	,000	-432,3841	-424,2159
		4	-246,46000*	1,24097	,000	-250,5441	-242,3759
		5	358,65000*	1,24097	,000	354,5659	362,7341
	2	1	-320,88000*	1,24097	,000	-324,9641	-316,7959
		3	-749,18000*	1,24097	,000	-753,2641	-745,0959
		4	-567,34000*	1,24097	,000	-571,4241	-563,2559
		5	37,77000*	1,24097	,000	33,6859	41,8541
	3	1	428,30000*	1,24097	,000	424,2159	432,3841
		2	749,18000*	1,24097	,000	745,0959	753,2641
		4	181,84000*	1,24097	,000	177,7559	185,9241
		5	786,95000*	1,24097	,000	782,8659	791,0341
	4	1	246,46000*	1,24097	,000	242,3759	250,5441
		2	567,34000*	1,24097	,000	563,2559	571,4241
		3	-181,84000*	1,24097	,000	-185,9241	-177,7559
		5	605,11000*	1,24097	,000	601,0259	609,1941

	5	1	-358,65000*	1,24097	,000	-362,7341	-354,5659
--	---	---	-------------	---------	------	-----------	-----------



		2	-37,77000*	1,24097	,000	-41,8541	-33,6859
		3	-786,95000*	1,24097	,000	-791,0341	-782,8659
		4	-605,11000*	1,24097	,000	-609,1941	-601,0259
Calcio	1	2	-11,91000*	,79581	,000	-14,5291	-9,2909
		3	-	,79581	,000	-2160,4191	-2155,1809
			2157,80000*				
		4	-806,44000*	,79581	,000	-809,0591	-803,8209
		5	2,13000	,79581	,128	-,4891	4,7491
	2	1	11,91000*	,79581	,000	9,2909	14,5291
		3	-	,79581	,000	-2148,5091	-2143,2709
			2145,89000*				
		4	-794,53000*	,79581	,000	-797,1491	-791,9109
		5	14,04000*	,79581	,000	11,4209	16,6591
	3	1	2157,80000*	,79581	,000	2155,1809	2160,4191
		2	2145,89000*	,79581	,000	2143,2709	2148,5091
		4	1351,36000*	,79581	,000	1348,7409	1353,9791
		5	2159,93000*	,79581	,000	2157,3109	2162,5491
		4	1	806,44000*	,79581	,000	803,8209
	2		794,53000*	,79581	,000	791,9109	797,1491
	3		-	,79581	,000	-1353,9791	-1348,7409
			1351,36000*				
	5		808,57000*	,79581	,000	805,9509	811,1891
	5	1	-2,13000	,79581	,128	-4,7491	-,4891
2		-14,04000*	,79581	,000	-16,6591	-11,4209	
3		-	,79581	,000	-2162,5491	-2157,3109	
		2159,93000*					
4		-808,57000*	,79581	,000	-811,1891	-805,9509	
Magnesio	1	2	-1,54000	,68834	,242	-3,8054	-,7254
		3	-196,79000*	,68834	,000	-199,0554	-194,5246
		4	-71,12000*	,68834	,000	-73,3854	-68,8546
		5	-4,54000*	,68834	,000	-6,8054	-2,2746
		2	1	1,54000	,68834	,242	-,7254
	3		-195,25000*	,68834	,000	-197,5154	-192,9846
	4		-69,58000*	,68834	,000	-71,8454	-67,3146
	5		-3,00000*	,68834	,010	-5,2654	-,7346
	3		1	196,79000*	,68834	,000	194,5246
		2	195,25000*	,68834	,000	192,9846	197,5154
		4	125,67000*	,68834	,000	123,4046	127,9354
		5	192,25000*	,68834	,000	189,9846	194,5154
		4	1	71,12000*	,68834	,000	68,8546
	2		69,58000*	,68834	,000	67,3146	71,8454

		3	-125,67000*	,68834	,000	-127,9354	-123,4046
--	--	---	-------------	--------	------	-----------	-----------

		5	66,58000*	,68834	,000	64,3146	68,8454
	5	1	4,54000*	,68834	,000	2,2746	6,8054
		2	3,00000*	,68834	,010	,7346	5,2654
		3	-192,25000*	,68834	,000	-194,5154	-189,9846
		4	-66,58000*	,68834	,000	-68,8454	-64,3146
Hierro	1	2	-5,85000*	,82540	,000	-8,5664	-3,1336
		3	-18,77000*	,82540	,000	-21,4864	-16,0536
		4	-41,27000*	,82540	,000	-43,9864	-38,5536
		5	-172,87000*	,82540	,000	-175,5864	-170,1536
	2	1	5,85000*	,82540	,000	3,1336	8,5664
		3	-12,92000*	,82540	,000	-15,6364	-10,2036
		4	-35,42000*	,82540	,000	-38,1364	-32,7036
		5	-167,02000*	,82540	,000	-169,7364	-164,3036
	3	1	18,77000*	,82540	,000	16,0536	21,4864
		2	12,92000*	,82540	,000	10,2036	15,6364
		4	-22,50000*	,82540	,000	-25,2164	-19,7836
		5	-154,10000*	,82540	,000	-156,8164	-151,3836
	4	1	41,27000*	,82540	,000	38,5536	43,9864
		2	35,42000*	,82540	,000	32,7036	38,1364
		3	22,50000*	,82540	,000	19,7836	25,2164
		5	-131,60000*	,82540	,000	-134,3164	-128,8836
	5	1	172,87000*	,82540	,000	170,1536	175,5864
		2	167,02000*	,82540	,000	164,3036	169,7364
		3	154,10000*	,82540	,000	151,3836	156,8164
		4	131,60000*	,82540	,000	128,8836	134,3164
Manganeso	1	2	-,63000	,63855	,855	-2,7315	1,4715
		3	-13,62000*	,63855	,000	-15,7215	-11,5185
		4	-5,09000*	,63855	,000	-7,1915	-2,9885
		5	-,40000	,63855	,967	-2,5015	1,7015
	2	1	,63000	,63855	,855	-1,4715	2,7315
		3	-12,99000*	,63855	,000	-15,0915	-10,8885
		4	-4,46000*	,63855	,000	-6,5615	-2,3585
		5	,23000	,63855	,996	-1,8715	2,3315
	3	1	13,62000*	,63855	,000	11,5185	15,7215
		2	12,99000*	,63855	,000	10,8885	15,0915
		4	8,53000*	,63855	,000	6,4285	10,6315
		5	13,22000*	,63855	,000	11,1185	15,3215
	4	1	5,09000*	,63855	,000	2,9885	7,1915
		2	4,46000*	,63855	,000	2,3585	6,5615
		3	-8,53000*	,63855	,000	-10,6315	-6,4285
		5	4,69000*	,63855	,000	2,5885	6,7915

	5	1	,4000	,63855	,967	-1,7015	2,5015
--	---	---	-------	--------	------	---------	--------

		2	-,23000	,63855	,996	-2,3315	1,8715
		3	-13,22000*	,63855	,000	-15,3215	-11,1185
		4	-4,69000*	,63855	,000	-6,7915	-2,5885
Cobre	1	2	,05000	,03967	,719	-,0805	,1805
		3	-,07000	,03967	,442	-,2005	,0605
		4	,03000	,03967	,937	-,1005	,1605
		5	,08000	,03967	,325	-,0505	,2105
		2	1	-,05000	,03967	,719	-,1805
	2	3	-,12000	,03967	,075	-,2505	,0105
		4	-,02000	,03967	,985	-,1505	,1105
		5	,03000	,03967	,937	-,1005	,1605
		3	1	,07000	,03967	,442	-,0605
	3	2	,12000	,03967	,075	-,0105	,2505
		4	,10000	,03967	,161	-,0305	,2305
		5	,15000*	,03967	,023	,0195	,2805
		4	1	-,03000	,03967	,937	-,1605
	4	2	,02000	,03967	,985	-,1105	,1505
		3	-,10000	,03967	,161	-,2305	,0305
		5	,05000	,03967	,719	-,0805	,1805
		5	1	-,08000	,03967	,325	-,2105
	5	2	-,03000	,03967	,937	-,1605	,1005
		3	-,15000*	,03967	,023	-,2805	-,0195
		4	-,05000	,03967	,719	-,1805	,0805
Zinc	1	2	5,54000*	,58413	,000	3,6176	7,4624
		3	3,53000*	,58413	,001	1,6076	5,4524
		4	3,33000*	,58413	,001	1,4076	5,2524
		5	5,84000*	,58413	,000	3,9176	7,7624
		2	1	-5,54000*	,58413	,000	-7,4624
	2	3	-2,01000*	,58413	,040	-3,9324	-,0876
		4	-2,21000*	,58413	,023	-4,1324	-,2876
		5	,30000	,58413	,984	-1,6224	2,2224
		3	1	-3,53000*	,58413	,001	-5,4524
	3	2	2,01000*	,58413	,040	,0876	3,9324
		4	-,20000	,58413	,997	-2,1224	1,7224
		5	2,31000*	,58413	,018	,3876	4,2324
		4	1	-3,33000*	,58413	,001	-5,2524
	4	2	2,21000*	,58413	,023	,2876	4,1324
		3	,20000	,58413	,997	-1,7224	2,1224
		5	2,51000*	,58413	,011	,5876	4,4324
		5	1	-5,84000*	,58413	,000	-7,7624
	5	2	-,30000	,58413	,984	-2,2224	1,6224

		3	-2,3100*	,58413	,018	-4,2324	-,3876
--	--	---	----------	--------	------	---------	--------

		4	-2,51000*	,58413	,011	-4,4324	-,5876
--	--	---	-----------	--------	------	---------	--------

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

# Informe de ensayo del laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 153392 - 2021 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
**DOMICILIO LEGAL** : AV. TUPAC AMARU NRO. 4784 DPTO. 4 COO. VILLA COLLIQUE - COMAS - LIMA - LIMA  
**SOLICITADO POR** : JAVIER MARTÍN OLIVÁ TORRES  
**REFERENCIA** : RESERVADO POR EL CLIENTE  
**PROCEDENCIA** : RESERVADO POR EL CLIENTE  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 2021-07-02  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2021-07-02 AL 2021-07-15  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2021-05-22  
**MUESTREO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
pH	EPA SW-846, Method 9045 D (Rev4) 2004. Soil and waste pH.	---	unid pH
Materia orgánica	NOM-021-SEMARNAT-2000 ítem 7.1.7 Método AS-07. 2002. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	0.22	%
Humidity Humedad	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 ítem 7.1.5 AS-05 - Método Gravimétrico (31 de Diciembre 2002). Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	0.10	%
Kjeldahl Total Nitrogen (Nitrógeno total Kjeldahl)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-C. 23rd Ed. 2017. Semi-Micro-Kjeldahl Method.	0.05	N %
Fósforo total	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	0.3 <sup>(a)</sup>	P mg/kg
*Fósforo, Bases y Elementos Menores (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn).	Método de Morgan Modificado. Método de Análisis de Suelos Dr. Felipe Calderón Sáenz.	---	mg/kg

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Expresado como límite de detección del método.

*M. Tello Paucar*  
**Ing. Marilú Tello Paucar**  
 Director Técnico  
 C.I.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod. FI 004/Version 02/ F.E.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Central Telefónica (511) 425-8885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 3





LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 153392 - 2021 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2021-05-22	2021-05-22	2021-05-22
Hora de inicio de muestreo (h)	03:00	03:00	03:00
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código del Cliente	C1	C2	C3
Código del Laboratorio	21070121	21070122	21070123
<b>ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA</b>			
Ensayo	Unidad	Resultados	
Materia orgánica	%	3.41	2.50 9.07
<b>ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS</b>			
Ensayo	Unidad	Resultados	
Kjeldahl Total Nitrogen (Nitrógeno total Kjeldahl)	N %	0.10	0.09 0.37
** Humidity (Humedad)	%	19.09	11.66 23.03
** pH	unidad pH	6.03	5.11 6.02
Producto declarado	Suelo	Suelo	
Matriz analizada	Suelo	Suelo	
Fecha de muestreo	2021-05-22	2021-05-22	
Hora de inicio de muestreo (h)	03:00	03:00	
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	
Código del Cliente	C4	C5	
Código del Laboratorio	21070124	21070125	
<b>ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA</b>			
Ensayo	Unidad	Resultados	
Materia orgánica	%	5.93	2.60
<b>ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS</b>			
Ensayo	Unidad	Resultados	
Kjeldahl Total Nitrogen (Nitrógeno total Kjeldahl)	N %	0.22	0.09
** Humidity (Humedad)	%	29.71	17.02 11.92
** pH	unidad pH	6.34	4.40

\*\*Resultados fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA e IAS por haber superado el tiempo de perecibilidad.  
Resultados de Suelo reportados en base seca.  
Medición de pH realizada a 25°C.



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 153392 - 2021 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2021-05-22	2021-05-22	2021-05-22
Hora de inicio de muestreo (h)	03:00	03:00	03:00
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código del Cliente	C1	C2	C3
Código del Laboratorio	21070121	21070122	21070123
Ensayo	Unidad	Resultados	
<b>*Fósforo, Bases y Elementos Menores</b>			
*Fósforo (P)	mg/kg	7.62	12.40
*Potasio (K)	mg/kg	476.89	156.01
*Calcio (Ca)	mg/kg	114.66	126.74
*Magnesio (Mg)	mg/kg	24.76	26.29
*Hierro (Fe)	mg/kg	37.03	55.80
*Manganeso (Mn)	mg/kg	1.11	1.75
*Cobre (Cu)	mg/kg	0.13	0.08
*Zinc (Zn)	mg/kg	6.60	1.06
215.70		905.19	2272.63
221.54		209.90	14.74
0.20		3.07	
3.07			
Producto declarado	Suelo	Suelo	
Matriz analizada	Suelo	Suelo	
Fecha de muestreo	2021-05-22	2021-05-22	
Hora de inicio de muestreo (h)	03:00	03:00	
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	
Código del Cliente	C4	C5	
Código del Laboratorio	21070124	21070125	
Ensayo	Unidad	Resultados	
<b>*Fósforo, Bases y Elementos Menores</b>			
*Fósforo (P)	mg/kg	110.03	7.74
*Potasio (K)	mg/kg	723.35	118.24
*Calcio (Ca)	mg/kg	921.27	112.70
*Magnesio (Mg)	mg/kg	95.87	29.29
*Hierro (Fe)	mg/kg	78.30	42.88
*Manganeso (Mn)	mg/kg	6.21	1.52
*Cobre (Cu)	mg/kg	0.10	0.05
*Zinc (Zn)	mg/kg	3.27	0.76

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA e IAS.  
Resultados de Suelo reportados en base seca.

Lima, 16 de Julio del 2021

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod. FI 004/Versión 02/FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo: laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 3 de 3