

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



Una Institución Adventista

**Revisión y análisis comparativo de los niveles de degradación de
suelos en cultivos de café - Moyobamba y Pichanaqui**

Por:

Dayana Alhely Abad Campoverde

Wendy Nicole Castillo García

Asesor:

Mg. Andrés Erick Gonzales López

Tarapoto, agosto de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

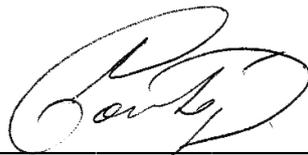
Yo, *Andrés Erick Gonzales López*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“REVISIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE DEGRADACIÓN DE SUELOS EN CULTIVOS DE CAFÉ - MOYOBAMBA Y PICHANAQUI”** constituye la memoria que presentan los Bachilleres Abad Campoverde, Dayana Alhely y Castillo García, Wendy Nicole; para aspirar al Grado Académico 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 informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Morales, a los 11 días del mes de agosto del año 2020.



Asesor

Mg. Andrés Erick Gonzales López

**Revisión y análisis comparativo de los niveles de degradación de
suelos en cultivos de café - Moyobamba y Pichanaqui**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla
Macedo

Presidente



Ing. Jhon Patrick Rios Bartra

Secretario



Ing. Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez

Vocal



Mg. Andrés Erick Gonzales López

Asesor

Tarapoto, agosto de 2020

Resumen

Esta investigación tiene por objetivo “revisar la metodología expresada mediante un análisis comparativo de los niveles de degradación de suelos agrícolas en cultivos de café (*Coffea arabica L.*) en los Distritos de Jepelacio y Pichanaqui según las investigaciones realizadas por (Zavaleta , 2019 y Arancel 2016)”.

La metodología que empleamos fue realizar una revisión de la literatura científica publicada en los últimos 8 años, acerca de los niveles de degradación de suelos en cultivos de café. Como resultados físicos se obtuvo una textura Franca para ambos Distritos; los resultados químicos fueron comparados con la Escala de interpretación de resultados de suelos agrícolas, la Guía técnica de Cultivo de café y otros autores.

Obteniendo como resultado en el Distrito de Jepelacio un pH de 5.05, M.O de 2.59 %, P de 14.84 ppm, K de 117 ppm, CIC de 14,9 (meq/100 gr) y en el Distrito de Pichanaqui se obtuvo un pH de 4.8, M.O de 1.85 %, P de 8.87 ppm, K de 149.02 ppm, CIC de 7.50 (meq/100 gr); la macrofauna encontrada varía de acuerdo al porcentaje de Materia Orgánica y textura del suelo. En conclusión, se puede afirmar que el Distrito de Pichanaqui está más degradado con respecto a los resultados del Distrito de Jepelacio, ya que este Distrito tiene diferencias significativas en los parámetros químicos, como Fósforo (P), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Materia Orgánica (M.O) y Macrofauna en sus suelos.

Palabras claves: Caficultura, Fertilidad, Macrofauna, Parámetros fisicoquímicos

Abstract

This research aims to “reviewing the methodology expressed through a comparative analysis of the levels of degradation of agricultural soils in coffee crops (*Coffea arabica* L.) in the Districts of Jepelacio and Pichanaqui according to the investigations carried out by (Zavaleta, 2019 & Arancel, 2016)”.

The methodology we used was a review of the scientific literature published in the last 8 years was carried out, about the levels of soil degradation in coffee crops. As physical results, a frank texture was obtained for both Districts; The chemical results were compared with the Scale for the interpretation of results of agricultural soils, the Technical Guide for Coffee Cultivation and other authors.

Obtaining as a result in the District of Jepelacio a pH of 5.05, MO of 2.59%, P of 14.84 ppm, K of 117 ppm, CIC of 14.9 (meq / 100 gr) and in the Pichanaqui District a pH of 4.8 was obtained, MO of 1.85%, P of 8.87 ppm, K of 149.02 ppm, CIC of 7.50 (meq / 100 gr); the macrofauna found varies according to the percentage of Organic Matter and soil texture. In conclusion, it can be affirmed that the Pichanaqui District is more degraded with respect to the results of the Jepelacio District, since this District has significant differences in chemical parameters, such as Phosphorus (P), Cation Exchange Capacity (CIC), Organic Matter (M.O) and Macrofauna in their soils.

Keywords: Coffee growing, Fertility, Macrofauna, Physicochemical parameters

1. Introducción

A nivel mundial, el deterioro de suelos es causado por las actividades agrícolas, ya que sólo el 0.1 % de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la planta, mientras que el restante circula por el medio ambiente (FAO, 2015). El hombre es causante de la degradación y contaminación de la superficie terrestre, ocasionando la disminución de la productividad biológica y la pérdida de la biodiversidad; este problema puede revertirse siempre y cuando el Perú tome la iniciativa en promover prácticas de manejo sostenible y uso de tecnologías que contribuyan al cuidado del medio ambiente (Taxa, 2015).

En el Perú, el café es el principal producto agrícola de exportación, según el último Censo Nacional Agropecuario – CENAGRO – 2012. El insuficiente uso de tecnologías y la limitada capacidad técnica de los productores explican el manejo deficiente, elevando así la incidencia y severidad de las plagas en el cultivo de café, siendo estas las causas directas que explican los bajos niveles de productividad y sostenibilidad ambiental (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

San Martín es una de las regiones que ha sufrido el proceso de degradación; a partir de ello se han utilizado los recursos naturales excesivamente: como la deforestación, contaminación de los suelos y ríos, ocasionando la degradación e infertilidad del suelo (por el uso de fertilizantes), derivados de las actividades antrópicas que han ocasionado emisiones en gran cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera, en especial el dióxido de carbono (CO₂), ocasionando consecuencias negativas en el mediano y largo plazo en toda la Amazonia (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito – UNODC, 2014).

El presente trabajo tiene como objetivo revisar la metodología expresada mediante un análisis comparativo de los niveles de degradación de suelos agrícolas en cultivos de café (*Coffea arábica* L.) en los Distritos de Jepelacio y Pichanaqui según las investigaciones realizadas por (Zavaleta, 2019 y Arancel 2016). Finalmente, se quiere lograr que este proyecto de investigación sirva como una base de datos para evaluar planes y programas ambientales actuales y futuros mediante la búsqueda de medidas para la recuperación y/o

rehabilitación de dichos suelos; incrementando así la producción en los cultivos y contribuyendo con un equilibrio ecológico sostenible.

2. Materiales y Métodos

2.1. Métodos

2.1.1. Etapa de gabinete inicial

➤ Revisión bibliográfica

En este trabajo se realizó una revisión de la literatura científica publicada en los últimos 8 años acerca de los niveles de degradación de suelos en cultivos de *café (coffea arábica L)*. Se consideraron artículos científicos de revistas indexadas, tesis de doctorado y tesis de pregrado de Universidades Peruanas, Planes Nacionales de Cultivo de café, Manuales Peruanos de Café. Además, se recopiló información de base de datos especializadas con reconocimiento internacional, tales como: Scielo, Redalyc y DOAJ (Directory of open access journals).

2.1.2. Etapa de gabinete final

Análisis e interpretación de los resultados de niveles de degradación de suelos agrícolas a partir de las tesis realizadas para la investigación descriptiva.

2.2. Participantes

Dentro de esta área se considera la participación especialmente de las alumnas de la Carrera de Ingeniería Ambiental. De la Universidad Peruana Unión donde somos 2 participantes que estamos desarrollando dicho proyecto.

2.3. Instrumentos

- Laptop: Este instrumento permitirá recopilar información de investigaciones realizadas.

2.4. Análisis de datos

En este trabajo se realizó un análisis crítico a partir de la información extraída de los textos consultados; realizando inferencias, comparaciones, argumentaciones, deducciones, estimaciones y críticas fundamentadas con tus propias palabras obteniendo un contenido preciso; para ello se utilizó una matriz comparativa que permite comparar metodologías, instrumentos, aspectos o variables consideradas en cada tesis o trabajo de investigación consultado, con la única finalidad de analizar e interpretar de acuerdo a los objetivos planteados en nuestra investigación.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados físicos

Los resultados físicos de la textura del suelo de las investigaciones realizadas del Distrito de Jepelacio – Provincia de Moyobamba y Pichanaqui – Provincia de Chanchamayo son datos obtenidos a partir de la media expresados en porcentaje (%), tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Textura del suelo en % de los Distritos de Jepelacio y Pichanaqui

| UBICACIÓN | TEXTURA | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------------------------|---------|------|---------|------------------|
| | ARENA | LIMO | ARCILLA | |
| Jepelacio - Moyobamba | 38 | 28 | 34 | Franca arcillosa |
| Pichanaqui - Chanchamayo | 55 | 36 | 9 | Franca arenosa |

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

Para determinar la clase textural del suelo, tal como se muestra en la Tabla 1 se utilizó el triángulo de clasificación textural de suelos. De acuerdo a los porcentajes de las medias obtenidas el Distrito de Jepelacio clasificó como un suelo Franca arcillosa y el Distrito de Pichanaqui un suelo Franca arenosa. Según (Vivas & Rivera, s.f), en su libro mencionan que el material mineral del suelo está constituido de partículas de diversos tamaños: desde grandes (visibles a simple vista) hasta muy pequeñas (visibles sólo con un microscopio).

Según su tamaño (iguales o menores a 2 mm de diámetro) se clasifican en arenas, limos y arcillas. Así mismo, (Ayre, 2016) señala que los tipos de suelos adecuados para el cultivo de café son de textura franca (con buena fertilidad, drenaje y aireación), de pH ácido a ligeramente ácido, buena profundidad efectiva y adecuado contenido de Materia Orgánica (M.O). Igualmente (Taxa, 2015), en su investigación afirma que la textura Franca al tener cantidades iguales de arena, limo y arcilla, son las mejores texturas para cualquier tipo de cultivo. Estos autores confirman que la textura Franca del suelo es la adecuada para el cultivo de café.

3.2. Resultado químicos

Los macronutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas son el Fósforo (P) y Potasio (K). Los resultados obtenidos de las investigaciones estudiadas son datos obtenidos de la media que se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Parámetros químicos del suelo en el Distrito de Jepelacio y Pichanaqui

| PARÁMETROS | | JEPELACIO - MOYOBAMBA | PICHANAQUI - CHANCHAMAYO | RANGO ÓPTIMO |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|
| pH | | 5.05 | 4.8 | 4.5 – 5.8 Normal |
| M.O (%) | | 2.59 | 1.85 | 2 - 2.5 Normal |
| P (ppm) | | 14.87 | 8.67 | 10.1 - 20 Medio |
| K (ppm) | | 117 | 149.02 | 100 - 240 Medio |
| CIC (meq/100 gr) | | 14.9 | 7.50 | 13- 25 Medio |
| Cationes Cambiabiles | Ca++ (meq/100 gr) | 3.65 | 2.1 | 5.01 - 9 Medio |
| | Mg++ (meq/100 gr) | 0.88 | 1.00 | 0.51 - 1 Medio |
| | K+ (meq/100 gr) | 0.3 | 1.20 | 0.256 – 0.614 Medio |
| Relaciones catiónicas | Ca/Mg | 4.15 | 2.1 | 2 - 5 Normal |
| | Mg/K | 2.93 | 0.83 | 3 – 18 Normal |
| | Ca/K | 12.16 | 1.75 | 5 – 25 Medio |

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

De acuerdo a los resultados obtenidos de la media del Distrito de Jepelacio y Pichanaqui de la Tabla 2 se describe lo siguiente:

Potencial de Hidrógeno (pH):

En Jepelacio la media del pH es de 5.05 y de Pichanaqui la media del pH es de 4.8, considerados un pH muy fuertemente ácido de acuerdo a la escala de interpretación de resultados para suelos agrícolas. Según esta escala de interpretación de suelos agrícolas el rango óptimo varía entre 6.6 y 7.3, siendo considerado este rango un pH neutro. Es así como (Quintana, 2018), en su investigación afirma que para el desarrollo del cultivo de café el pH debe estar entre 4.5 y 5.8. De acuerdo a (Marquez Romero, 2015), en su investigación menciona que a mayor altitud el pH es más ácido, esto se debe a que los suelos de altura han estado sometidos a un mayor lavado de bases y un incremento de la acidez cambiante que está directamente relacionado al pH. Así mismo, (Vivas & Rivera, s.f), en su libro mencionan que el grado de acidez o de alcalinidad del suelo expresado en términos de pH es lo que comúnmente se denomina “reacción del suelo”. En ese mismo contexto (Domínguez, 2016), en su investigación menciona que el pH indica el grado de acidez de la solución del suelo (pero no la acidez total del suelo), el pH debido a la influencia que tiene sobre el desarrollo de las plantas y la fauna del suelo incide en la velocidad y calidad de los procesos de humificación y mineralización, así como en el estado de determinados nutrientes. Por otra parte, (Robiglio, y otros, 2017) en su investigación del estudio integrado de impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el nororiente del Perú mencionan que menor a 4.5 de pH limita la absorción de Cobre (Cu) y Zinc (Zn), causando toxicidad por Aluminio (Al); si el pH es mayor a 5 limita la absorción de elementos esenciales como Fósforo (P), Calcio (Ca), Boro (Bo), Potasio (K) y Magnesio (Mg). De acuerdo a (Agrobanco, 2012), en su Guía Técnica, afirma que el rango óptimo del pH para el cultivo de café varía de 6.6 y 7.3 (rango neutro). Por lo cual los resultados de las tesis evaluadas se encuentran dentro del rango óptimo para cultivos de café.

Materia Orgánica (M.O):

En Jepelacio la media de Materia Orgánica (M.O) es de 2.59 % y Pichanaqui la media de Materia Orgánica (M.O) es de 1.85 %. De acuerdo a estos resultados podemos identificar

que el Distrito de Jepelacio tiene un nivel alto de Materia Orgánica (M.O) y Pichanaqui tiene un nivel levemente bajo de Materia Orgánica (M.O), estos de acuerdo a la escala de interpretación de suelos agrícolas; según esta escala determina que el rango óptimo está entre 2 y 2.5 % (rango normal) de Materia Orgánica (M.O). Así mismo, (Mosquera, 2017 cita a Betancourt, 1999), indicando que la importancia de la Materia Orgánica (M.O) del suelo está dada por su influencia en la estructura del suelo, suministro de nutrientes, relación carbono / nitrógeno y el aporte de sustrato para los microorganismos, influyendo significativamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Teniendo estas consideraciones, (Quispe Chacón & Florida, 2015), en su investigación realizada mencionan que en un suelo aplicando sistemas de manejo mejorado el porcentaje de Materia Orgánica (M.O) será óptimo a un suelo de sistema de bosque virgen. Por otro lado, (Mosquera , 2017), menciona que la Materia Orgánica (M.O) tiene una gran importancia en la fertilidad del suelo. La M.O está formada por compuestos que provienen de restos de organismos, como desechos de plantas y animales. Sin embargo, el (INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO, 2016), indica que el contenido de Materia Orgánica (M.O) es variable, puede hallarse hasta un 5%, esto va a depender de la constante incorporación al suelo de residuos animales y vegetales, permitiendo el desarrollo de microorganismos en descomposición. En tal sentido, (Robiglio, y otros, 2017), en la investigación del estudio integrado de impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el nororiente del Perú, mencionan que mayor al 8 % de Materia Orgánica (M.O) se incrementa la relación Carbono/ Nitrógeno en el suelo y la acidez por el alto contenido de nitrógeno, esto puede limitar la absorción de Fósforo (P), Potasio (K) y Magnesio (Mg). De acuerdo a (Agrobanco , 2012), en su Guía Técnica afirma que el rango óptimo de la Materia Orgánica (M.O) para el cultivo de café varía entre de 2 y 4 % (rango medio). Por lo tanto, los resultados de la tesis del Distrito de Jepelacio se encuentran dentro del rango óptimo para cultivo de café. De acuerdo a las evidencias anteriores, podemos afirmar que a mayor cantidad de Materia Orgánica (M.O) altera la absorción de ciertos minerales, es por ello que la escala de interpretación de resultados de suelos agrícolas y la

guía técnica han estandarizado un rango de Materia Orgánica (M.O) para evitar un desequilibrio en el suelo.

Fósforo (P):

En Jepelacio la media del Fósforo (P) es de 14.87 ppm y Pichanaqui la media del Fósforo (P) es de 8.67 ppm. De acuerdo a estos resultados podemos identificar que el Distrito de Jepelacio tiene un nivel medio de fósforo (rango óptimo) y el Distrito de Pichanaqui tiene un nivel bajo de fósforo, estos de acuerdo a la escala de interpretación de suelos agrícolas; según esta escala determina que el rango óptimo está entre 10.1 y 20 ppm (rango medio) de fósforo (P). Así mismo, el (INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO, 2016), indica que el Fósforo promueve la formación temprana y el crecimiento de raíces; la suficiente cantidad del fósforo (P) apoya la absorción de otros elementos como el Magnesio (Mg), el fósforo es imprescindible para la formación de la semilla; el exceso de fósforo (P), interfiere en la absorción de otros elementos como el Potasio (K), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Cobre (Cu). Por otro lado, (Quintana, 2018), señala que el fósforo (P) es un nutriente esencial dentro de los cultivos de café; por lo tanto, beneficia al desarrollo de los cultivos. De acuerdo a (Agrobanco, 2012), en su Guía Técnica afirma que el rango óptimo del Fósforo (P) para el cultivo de café varía de 7 y 14 ppm (rango medio); por lo cual los resultados de las tesis evaluadas están dentro del rango óptimo para cultivos de café. En conclusión, podemos afirmar que el Fósforo (P), es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas y para ello existe un rango que debe ser considerado de acuerdo al tipo de cultivo.

Potasio (K):

En Jepelacio la media del Potasio (K) es de 117 ppm y Pichanaqui la media del Potasio (K) es de 149.02 ppm. De acuerdo a estos resultados podemos identificar que ambos Distritos tienen un nivel medio de Potasio (K), estos de acuerdo a la escala de interpretación de suelos agrícolas; según esta escala, determina que el rango óptimo está entre 100 y 240 ppm (rango medio) de Potasio (K). Según (Quintana, 2018), en su investigación señala que el Potasio (K)

es un nutriente esencial dentro de los cultivos de café, por lo tanto, beneficia al desarrollo de los diferentes cultivos. Así mismo, el (INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO, 2016), afirma que el Potasio (K) es esencial para el crecimiento de las plantas, ayudando al uso eficiente del agua, además es importante en la formación y calidad de los frutos. La presencia de Potasio (k) en la planta ayuda a la resistencia contra las enfermedades en forma directa (fortaleciendo los tallos contra la invasión de patógenos), el exceso del Potasio (K), interfiere en la absorción de otros elementos como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Boro (B). Según (Agrobanco , 2012), en su Guía Técnica afirma que el rango óptimo del Potasio (K) para el cultivo de café varía de 120 y 240 ppm (rango medio). Por lo tanto, de acuerdo a la escala de interpretación de resultados de suelos agrícolas y la guía técnica para cultivo de café podemos afirmar que los resultados evaluados para el Distrito de Pichanaqui están dentro de los rangos establecidos.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):

En Jepelacio la media de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es de 14.9 (meq/100 gr) y en Pichanaqui la media de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es de 7.50 (meq/100 gr); demostrando diferentes niveles de Capacidad de Intercambio Catiónico en sus suelos agrícolas. Según (Mosquera, 2017), indica que en el suelo son varios los materiales que pueden intercambiar cationes. Los principales intercambiadores son las arcillas y la materia orgánica (ambos con propiedades coloidales). Según (Domínguez, 2016), afirma que la capacidad de Intercambio de Cationes (CIC) es la medida de la capacidad que posee un suelo de adsorber cationes y es equivalente a la carga negativa del suelo, esta propiedad es la que define la cantidad de sitios disponibles para almacenar los cationes en el suelo; los cationes que son sometidos a esta retención quedan protegidos contra los procesos que tratan de evacuarlos del suelo, como la lixiviación, evitando así que se pierdan nutrientes para las plantas. (Marquez Romero, 2015), en su investigación realizada menciona que el rango normal en América para la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es de 13.92 a 18.56 (meq/100 gr), tomando este rango establecido como un nivel óptimo para el crecimiento

de las plantas en el cultivo de café, cumpliendo con los rangos establecidos en los resultados de las tesis evaluadas. De acuerdo a (Agrobanco , 2012), en su Guía Técnica afirma que el rango óptimo de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) para el cultivo de café varía de 13 y 25 (meq/100 gr) (rango medio). Por lo tanto, los resultados evaluados del Distrito de Jepelacio esta dentro del rango óptimo para cultivo de café y el Distrito de Pichanaqui no está dentro del rango establecido para el cultivo de café.

Cationes Cambiables (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺):

En Jepelacio la media del Calcio (Ca⁺⁺) es de 3.65 (meq/100 gr) y Pichanaqui con una media en Calcio (Ca⁺⁺) de 2.1 (meq/100 gr), la media de Magnesio (Mg⁺⁺) de 0.88 (meq/100 gr) y Pichanaqui con una media en Magnesio (Mg⁺⁺) de 1.00 (meq/100 gr), la media de Potasio (K⁺) es de 0.3 (meq/100 gr) y Pichanaqui la media de Potasio (K⁺) es de 1.20 (meq/100 gr). De acuerdo a la escala de interpretación de resultados para suelos agrícolas indican un rango de: Calcio (Ca⁺⁺) 5.01 y 9 (meq/100 gr - rango medio), Magnesio (Mg⁺⁺) 0.51 y 1 (meq/100 gr - rango medio), Potasio (K⁺) 0.256 y 0.614 (meq/100 gr - rango medio). El calcio (Ca⁺⁺) y Magnesio (Mg⁺⁺) son los cationes que cumplen con el rango óptimo en ambos Distritos. En el Distrito de Jepelacio el Potasio (K⁺) está dentro del rango optimo, en cambio Pichanaqui tiene un Potasio (K⁺) elevado. En este contexto se tiene como resultado a las relaciones catiónicas, indicando que en el Distrito de Jepelacio Ca/Mg es 4.15 (meq/100 gr) y Pichanaqui con un Ca/Mg de 2.1 (meq/100 gr), en el Distrito de Jepelacio el Mg/K es de 2.93 (meq/100 gr) y Pichanaqui el Mg/K es 0.83 (meq/100 gr), en el Distrito de Jepelacio el Ca/K es de 12.16 (meq/100 gr) y Pichanaqui con un Ca/K de 1.75 (meq/100 gr). De acuerdo a la escala de interpretación de resultados para suelos agrícolas se determinó que las relaciones catiónicas de Ca/Mg en ambos distritos cumplen con el rango óptimo establecido para el cultivo de café, Mg/K en ambos distritos no cumplen con el rango óptimo establecido, Ca/K en el distrito de Jepelacio cumple con el rango óptimo establecido y Pichanaqui no cumple con el rango óptimo establecido. De acuerdo al (INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO, 2016), indica que el Magnesio (Mg) es el principal constituyente de la

clorofila y por lo tanto está fuertemente involucrado en la fotosíntesis, contribuyendo con el metabolismo de los fosfatos y participa en la respiración de la planta. La existencia de suficiente cantidad del Magnesio (Mg) apoya la absorción de otros elementos como el Fósforo (P). El exceso del Magnesio (Mg), interfiere en la absorción de otros elementos como el Potasio (K). El Ca⁺⁺ es un macronutriente esencial para las plantas, y un constituyente de la pared celular (función estructural), regulando la permeabilidad de las membranas. Los suelos fértiles se distinguen porque tienen altos contenidos de Ca y Mg, mientras que los suelos muy ácidos generalmente presentan deficiencias de Ca y Mg. Entre más alto el contenido de Ca y Mg, mejor es la fertilidad del suelo. De acuerdo a los resultados obtenidos de las relaciones catiónicas de Mg/K en comparación con la media de la Capacidad de Intercambio Catiónico de Pichanaqui está por debajo del rango, incluyendo el Fósforo, esto provocando una deficiencia en la fertilidad del suelo.

3.3. Resultados biológicos

Los microorganismos del suelo son agentes reguladores de los procesos físico-químicos, estos organismos tienen un tamaño de 2 y 20 milímetros aproximadamente, entre ellos está la Oligochaeta (lombrices), organismo que acelera la descomposición de la Materia Orgánica (M.O). En la Tabla 3 se muestra la media de los resultados obtenidos en las investigaciones estudiadas expresada en unidades.

Tabla 3.

Macrofauna del Distrito de Jepelacio y Pichanaqui

| MACROFAUNA | |
|--------------------------|-------------------------|
| UBICACIÓN | OLIGOCHAETA - LOMBRICES |
| | Unid |
| Jepelacio - Moyobamba | 79 |
| Pichanaqui - Chanchamayo | 41 |

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

En Jepelacio la media de Oligochaeta (lombrices) es de 79 unidades en 34 fincas y en Pichanaqui la media de Oligochaeta (lombrices) es de 41 unidades en 18 fincas, variando la cantidad de lombrices por el % de M.O en los suelos de cultivo. De acuerdo a (Quispe Chacón & Florida, 2015), en su investigación realizada, evaluaron tres sistemas de manejo de suelos en cafetales, las cuales tuvo como resultado que el Sistema de Bosque Virgen (BVS) tiene mayor diversidad de macrofauna que el Sistema de Manejo Mejorado (MMS), y en suelos de Sistemas de Manejo Tradicional (TMS) la diversidad de macrofauna es menor; también menciona que, a mayor contenido de materia orgánica y actividad microbiana en el suelo, disminuye la inestabilidad estructural de suelos con cultivos de café. Así mismo, (Quintana, 2018 cita a ZERBINO & ALIER, 2008), indicando que los “organismos se mueven de una manera libre, estos pueden cavar el suelo y crear grandes poros, mejorando la textura del suelo; por otro lado, permiten la aceleración, la descomposición de la materia orgánica, aumentado la disponibilidad de nutrientes en la rizósfera; es importante resaltar que la macrofauna modifica sustancialmente la estructura del suelo a través de formación de macro poros”. Según (Mejía, s.f), en su investigación menciona que los seres vivos que pueblan el suelo; los más numerosos, conocidos y a la vez más ignorados es la lombriz de tierra (Oligochaeta). La lombriz es una gran comedora de tierra, ya que cada día come una cantidad igual a su peso; la tierra que pasa por su cuerpo es transformada, llegando a tener un alimento asimilable para las plantas, 5 veces más nitratos (NO₃-), 7 veces más Fósforo (P), 11 veces más Potasio (K), 2 veces más Calcio (Ca) y 2 veces más Magnesio (Mg) que un suelo común. De acuerdo a (Villanueva, 2015), en su investigación menciona, que agrupar invertebrados mayores a 2 mm de diámetro tienen un ciclo biológico largo de un año a más; estos organismos son importantes en la transformación de las propiedades del suelo, actuando en la formación de poros, la infiltración de agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica. Las propiedades físicas y químicas del suelo afectan a la fauna que lo habita de manera directa por el contenido de materia orgánica y de humedad, el pH, la estructura del suelo y la aireación; las lombrices de tierra tienden a prevalecer en ambientes edáficos húmedos, no compactados y con alto contenido de materia orgánica. De acuerdo a (Ramón,

s.f) en su investigación menciona que la lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, siendo el agua su principal constituyente (80 a 90 %) de su peso total; tiene diferentes colores variando de pálidos, rosados, negros, marrones y rojos intensos con franjas amarillentas entre los segmentos, su forma es cilíndrica con secciones cuadrangulares, el tamaño varía de acuerdo a las especies de 5 a 30 cm de largo y su diámetro oscila entre 5 y 25 mm. La humedad más favorable para la Oligochaeta es de 80% y la temperatura óptima es de 20°C.

En un suelo degradado las características físicas, químicas y biológicas se ven alteradas, provocando un desequilibrio en el suelo con bajos estándares físico-químicos, provocando la degradación del suelo disminuyendo de esa manera la cantidad de Materia Orgánica (M.O), menor cantidad de Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y desequilibrio de la actividad biológica como la Macrofauna donde las lombrices se ven afectadas y disminuidas en los suelos, unos más que otros. Todo esto en función a los parámetros analizados en el Distrito de Jepelacio y Pichanaqui. Según (Quispe, 2013) afirma que en el Departamento de Junín (Pichanaqui), durante los últimos años los caficultores manejan cultivos tradicionales sin ninguna práctica de conservación del recurso suelo, teniendo una baja productividad en sus cultivos, disminuyendo la actividad microbiana, modificando las propiedades físico-químicas y ocasionando alteración en la calidad del suelo. De acuerdo a las investigaciones comparadas se quiere lograr que esta investigación sirva como una base de datos para planes y programas ambientales actuales y futuros; mediante la búsqueda de medidas para la recuperación de suelos explotados y contribuir con un equilibrio ecológico sostenible.

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

En conclusión, de acuerdo a los resultados comparados con la Escala de interpretación de suelos agrícolas, la Guía técnica de cultivo de café, otros autores y mediante una prueba estadística; se puede inferir que en función a las características químicas y biológicas de los suelos: el Distrito de Pichanaqui está más degradado que el Distrito de Jepelacio, ya que este distrito tiene diferencias significativas en los parámetros químicos, como Fósforo (P), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Materia Orgánica (M.O) y Macrofauna en sus suelos, teniendo en cuenta que ambos Distritos tienen suelos de más de 10 años de plantación de cultivo de café llevando al suelo a disminuir su capacidad de productividad; dependiendo de la calidad e intensidad del uso y manejo de los cultivos.

4.2. Recomendaciones

En este tipo de investigación se recomienda a los futuros investigadores utilizar instrumentos de recolección de datos que te permitan la facilidad de ordenar tu información y plasmarla de manera concisa y siempre buscar la aprobación de expertos a la herramienta o instrumento a utilizar en la elaboración de la investigación a realizar.

Es importante seguir con las investigaciones ya que en la actualidad el análisis de los parámetros de suelos agrícolas es muy escaso. Se sugiere tomar como referencia esta investigación para implementación otros tipos de proyectos, realizando estudios de todas las propiedades en suelos con cultivo de café, para que los análisis sean más completos y se puedan tomar soluciones más específicas.

5. Referencias

- Ayre, J. (2016). *Producción de café con esponsabilidad ambiental. Programa Regional Centro - UOT Selva central*. Lima, Perú: DESCO - Programa selva central.
- Arancel , R. B. (2016). *Efecto de las propiedades del suelo en la producción y calidad del cafeto (Coffea arábica L.) variedad catimor en la microcuenca de Pampa Camona –*

- Pichanaqui*. Informe de tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú, Satipo. Recuperado el 24 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4022/Arancel%20Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agrobanco. (2012). *Asistencia Técnica Dirigida en: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización en cultivos Tropicales*. Guía Técnica, UNALAM - Universidad Nacional de la Molina, Junín, Lima. Recuperado el 18 de Julio de 2020, de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/039-a-tropicales.pdf>
- Domínguez, H. D. (2016). *Estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo producidas por la quema controlada de vegetación en el Municipio de Cumaribo, Departamento del Vichada*. Universidad de Caldas, Manizales. Recuperado el 24 de Mayo de 2020, de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2974/Heber%20Daniilo_Dominguez%20Cespedes_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FAO. (2015). *Degradación del Suelo*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2019, de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO. (2016). *Prácticas de conservación de suelos y agua*. Manual de protagonistas, Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de Formación Profesional, Perú, Lima. Recuperado el 11 de Julio de 2020, de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Conservacion_de_Suelo_y_Agua.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *Plan Nacional de Acción del Café Peruano 2018 - 2030*. Plan Nacional del café peruano, Ministerio de Agricultura y Riego 2018 - República del Perú, Perú, Lima. Recuperado el 11 de Julio de 2020, de <https://www.minagri.gob.pe/portal/images/cafe/PlanCafe2018.pdf>
- Marquez Romero, F. R. (2015). *Sustentabilidad de la caficultura orgánica en la Convención Cusco*. Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Lima. Recuperado el 11 de Julio de 2020, de http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1771/E20_M376_T%20BAN%20UNALM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mosquera, J. (2017). *Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas en un suelo agrícola en el Valle del Mantaro*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Mejía, P. (s.f). *Agroflor Manual de Lombricultura*. Recuperado el 18 de Julio de 2020, de Agroflor Lombricultura: <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manual%20de%20Lombricultura.pdf>
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito - UNODC. (2014). *San Martín. Análisis Económico del Impacto del Desarrollo Alternativo, en relación a la*

- Deforestación y la Actividad Cocalera*. Lima, Perú. Obtenido de https://www.unodc.org/documents/peruandecuador/Informes/Informes-Analiticos/San_Martin._Analisis_economico._DA_Deforestacion_coca.pdf
- Quispe, S. A. (2013). *Propiedades biológicas y físicas del suelo bajo diferentes sistemas de manejo en el cultivo de café (Coffea arabica L.) en la Divisoria – Tingo María*. Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Huanuco, Tingo María. Recuperado el 22 de Mayo de 2020, de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1051/TS_QCSA_2013.pdf?sequence=1
- Quintana, O. (2018). *Efecto de la pulpa de café en la fertilidad fisicoquímica y macrofauna edáfica en cultivos de café del distrito de Jepelacio - Moyobamba, 2017*. UCV, San Martín. Jepelacio: Universidad Cesar Vallejo.
- Quispe Chacón, S. A., & Florida, N. R. (2015). *Propiedades biológicas y físicas del suelo bajo diferentes sistemas de manejo en el cultivo de café (Coffea arábica L.) en la Divisoria – Tingo María*. *Revista INDES*, 1(2), 1-118. Recuperado el 11 de Julio de 2020, de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/54/171>
- Robiglio, V., Baca, M. G., Donovan, J., Bunn, C., Reyes, M., Gonzáles, D., & Sánchez, C. (2017). *Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú*. Centro Internacional De Investigación Agroforestal, Colombia. Recuperado el 11 de Julio de 2020, de https://issuu.com/camaraperuanadelcafeycacao/docs/impacto_del_cambio_clima__ticio_cambio_camb
- Ramón, A. (s.f). *Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja*. ICHAFE. Recuperado el 18 de 07 de 2020, de <http://www.fao.org/docs/eims/upload/agrotech/936/Produccion%20y%20Calidad%20de%20Abono.pdf>
- Taxa, L. J. (2015). *Sistema tradicional de clasificación de tierras utilizado por la comunidad campesina de Laraos-Yauyos*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín, Huancayo. Recuperado el 03 de Septiembre de 2019, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3512/Taxa%20Villegas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vivas, I., & Rivera, R. (s.f). *El suelo y la producción vegetal*. México: Universidad Autónoma Chapingo. Obtenido de <http://prepa.chapingo.mx/wp-content/uploads/2019/01/ANTOLOGIA-III1.pdf>
- Villanueva, L. (2015). *Comunidades de lombrices de suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra, en el Distrito de José Crespo y Castillo – Aucayacu*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Recuperado el 18 de 07 de 2020, de

http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1317/VALM_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zavaleta , M. A. (2019). *Macrofauna y propiedades físicas y químicas del suelo en cultivos de café del Distrito de Jepelacio-Moyobaba, 2017*. Tesis , Universidad Nacional de Trujillo , La Libertad , Trujillo . Recuperado el 24 de Mayo de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12889/Zavaleta%20Diaz%20Maritza%20Arcelis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>