



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Determinación de la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados
de Nuevo Celendín y Tarapotillo, 2019”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Ambiental

AUTOR:

Pinedo Flores, Jhon Anthony (ORCID: 0000-0002-6297-819X)

ASESORA:

Dra. Sandoval Vergara, Ana Noemí (ORCID: 0000-0002-9702-8434)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

TARAPOTO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres, por haberme formado y educado como persona de bien, a mi hermana y amigos, por su apoyo incondicional en todos los aspectos relacionados a la elaboración de mi investigación, a Dios por darme la vida y permitirme culminar exitosamente el presente trabajo de investigación,

Agradecimiento

A la doctora Ana Noemí Sandoval Vergara, mi docente de la asignatura, por inculcar en mí, todos los conocimientos necesarios para el desarrollo de la investigación, además de la paciencia que tuvo conmigo ante cada inquietud o duda que la hacía saber.

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	07
II. MÉTODO	19
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
2.2 Población, muestra y muestreo	21
2.3 Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	22
2.4 Procedimiento.....	22
2.5 Métodos de análisis de datos.....	22
2.6 Aspectos éticos.....	23
III. RESULTADOS	24
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES	29
VI. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	31

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros químicos del suelo de los Centros Poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín – San Martín, 2019.....	25
Tabla 2. Parámetros físicos del suelo de los Centros Poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín – San Martín, 2019.....	25
Tabla 3. Metodologías para el análisis de los suelos en los Centros Poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín – San Martín, 2019.....	26
Tabla 4. Dosis de fertilidad en el suelo.....	26

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo. En el cual tuvo un tipo de investigación básico, debido a que consistió solo en recolección de datos. En la investigación, la población con la cual se trabajó, fueron los centros poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín. Se obtuvo 2 muestras representativas de suelo, 1 de cada centro poblado, además se aplicó la observación de campo como una técnica de recolección de datos. Los resultados obtenidos tras el trabajo en campo y en laboratorio fueron que tanto el suelo agrícola del centro poblado de Tarapotillo, como de Nuevo Celendín, tienen una alta capacidad de retención de nutrientes, por lo cual hace que estos suelos sean fértiles, donde los cultivos agrícolas puedan desarrollarse de una manera óptima. Llegando a la conclusión de la determinación de la fertilidad de los suelos agrícolas de los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, son óptimas y las necesarias para desarrollar agricultura.

Palabras clave: Fertilidad de suelos agrícolas, parámetros físico-químicos, Método de Bouyoucos

ABSTRACT

This research work was developed with the objective of determining the fertility of agricultural soils in the populated centers of Nuevo Celendín and Tarapotillo. In which there was a type of basic research, because it consisted only of data collection. In the research, the population with which we worked was the populated centers of Tarapotillo and Nuevo Celendín. Two representative soil samples were obtained; one from each populated center, field observation was also applied as a data collection technique. The results obtained after working in the field and in the laboratory were that both the agricultural soil of the town of Tarapotillo and Nuevo Celendín has a high nutrient retention capacity, which makes these soils fertile, where agricultural crops can develop in an optimal way. Reaching the conclusion of the determination of the fertility of the agricultural soils of the populated centers of Nuevo Celendín and Tarapotillo, they are optimal and necessary to develop agriculture.

Keywords: Fertility of agricultural soils, physical-chemical parameters, Bouyoucos Method

I. INTRODUCCIÓN

Como primera parte del proyecto tenemos la **Realidad Problemática** que menciona que: En Galicia, España, los suelos suelen ser una problemática para la actividad de agricultura, esto debido a que los suelos gallegos suelen ser de pequeño espesor lo que ocasiona un bajo porcentaje de capacidad de reserva de agua y de nutrientes; además de ser suelos ácidos lo que disminuye la fertilidad de la misma, varios aspectos propios de la naturaleza del suelo como principales problemas para una deseada producción, a todo ello se suma la necesidad de fósforo, debido a que contiene niveles no apropiados para ser usado como suelo agrícola, lo dificultaría en forma general la posible producción de alimentos u otros insumos de consumo. Además se tiene que: En La Libertad, el cultivo del arroz se vio afectado en sectores aledaños al valle del río Jequetepeque, debido a los lechos fluviales del río, que generaron inundaciones constantes, repercutiendo negativamente a los suelos agrícolas de sus parcelas, ocasionando pérdida de nutrientes, alterando la compactación y generando salinidad en los suelos; evidenciándose así el malestar de los productores debido a las pérdidas significativas en épocas de lluvia, y produciendo la necesidad del uso de productos químicos para mejorar y agilizar su producción, sin conocer que a la larga solo ocasionan más daños a la estructura de sus suelos, generando un gasto extra para la recuperación de la misma. Sin embargo: En el sector Tarapotillo, propio de ser un sector ubicado en la parte alta de Tarapoto, esta propenso a sufrir con mayor intensidad las lluvias y altos niveles de radiaciones solares, esto generando en los suelos una alteración constante en su estructura y además en su fertilidad, ocasionando de esta manera malestares en los agricultores que tienen sus parcelas de producción en dicho sector, consecuente a ello los agricultores por falta de cultura ambiental, y queriendo agilizar su producción, utilizan productos químicos que repercutan negativamente a la fertilidad de sus suelos, disminuyendo así la vida útil productivo del suelo. También hacemos mención la **Formulación del Problema**: ¿Qué factores afectan a la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo? Para posteriormente elaborar la **Justificación** donde encontramos la **Justificación Teórica**: El siguiente trabajo basado en la fertilidad de los suelos se justifica en la normativa establecida por el MINAM en los ECA para Suelo, el cual fue aprobado por el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, en el cual hace mención detalladamente los parámetros permitidos en cuanto a una buena calidad de suelo, estableciéndose de acuerdo a sus características y parámetros del suelo, si es

posible el uso agrícola del suelo evaluado mediante pruebas de laboratorio y muestro en campo. Sin dejar de lado la **Justificación Práctica:** La presente investigación se desarrolla con el objetivo de implantar en los agricultores los conocimientos de la calidad de sus suelos agrícolas, conjunto a ello información sobre la fertilidad de la misma, esto ante la necesidad de mejorar la productividad de sus sembríos, desarrollando así una agricultura sostenible, teniendo como base la ejecución de las Buenas Prácticas Agrícolas. Considerando también la **Justificación Metodológica:** Para hacer posible la investigación, me vi en la necesidad de acudir a los lugares de estudio establecidos, para de esa manera poder sacar las muestras respectivas de los suelos, para posteriormente ser analizados en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, Catachi, para luego de los análisis, proceder al trabajo de gabinete en el cual mediante fórmulas matemáticas establecidas poder obtener resultados y contribuir así a soluciones de la investigación. Por lo mencionado la **Justificación Social:** La investigación está enfocada a los agricultores de los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, pues se desarrolla con la finalidad de proporcionar y facilitar información respecto a la fertilidad de sus suelos de producción agrícola, mediante el conocimiento de valores, parámetros físicos, químicos evaluados y analizados en campo y laboratorio respectivamente, beneficiando así a los agricultores, para que de esta manera puedan mejorar la productividad de sus sembríos en sus parcelas. Así también la **Justificación por Conveniencia:** El trabajo de investigación se enfocó en la necesidad de producción de una de las actividades que genera mayor economía en nuestra región, por la cual se busca desarrollar información precisa y veraz respecto a la fertilidad de este recurso vital para poder hacer posible una buena producción, teniendo como lugar de estudio a estos centros poblados, siendo la actividad agrícola su sustento de vida, se vio de mayor relevancia desarrollarlo ahí, ante las dudas de su déficit en niveles de productividad en diferentes épocas del año. Teniendo como **Trabajos previos** en el ÁMBITO INTERNACIONAL a CHILON Eduardo. *El Compost Altoandino como sustento de la fertilidad del suelo frente al cambio climático.* (Artículo Científico) Revistas Boliviana 2013: 2(4). Concluyó que: Se estableció que el resultado beneficioso de la aplicación del compost, respecto al rendimiento de tubérculos y el progreso de la fertilidad física y química de los suelos agrícolas, y respecto de la participación de la sociedad microbiológica del suelo, quien es el responsable de todos los procesos de resíntesis, síntesis, transformación y de los periodos de liberación de los nutrientes aprovechables para las plantas. Asimismo, se comprobó el resultado favorecedor del

compost sobre la fertilidad física, química y biológica de los suelos agrícolas, enfocándonos en el mejoramiento de la porosidad del suelo, en la participación poblacional de los microorganismos beneficiosos y en el incremento de la cosecha de papa, cuadruplicándose las utilidades en correlación al promedio nacional. Sin embargo, ARMENTA Adolfo y et al. *Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México*. (Artículo Científico) Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable 2010: 6(1). Concluyó que: La refutación de los biofertilizantes se modifica extensamente, esto depende de los siguientes factores, tales como, tipo de suelo, condiciones ambientales, microorganismos y especies de plantas. Los microorganismos que se aplican deben lidiar con una microflora nativa que sea adaptable a condiciones ambientales desfavorables, incluyendo dentro de ella la falta de humedad en el suelo, pH extremos, alta salinidad y predación, que pueden minimizar precipitadamente la población de cualquier especie microbiana introducida. Los resultados de obtenidos tras la investigación, manifiestan que el uso de las cepas nativas de microorganismos en la fabricación de biofertilizantes, tienen mayores posibilidades de garantía en el campo, porque están adaptados a condiciones del suelo de cada región. Dentro del ÁMBITO NACIONAL incluimos a CORCUERA Cecilia. *Análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas destinadas al cultivo de arroz en la cuenca baja del Río Jequetepeque*. (Tesis de Maestría) Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. Concluyó que: Tras los resultados obtenidos en laboratorio, nos muestran que los suelos tienen los medios óptimos para abastecer de nutrientes a las parcelas de arroz. No obstante, se registra una inestabilidad en el ecosistema, a raíz de la provisión salina, que viene a ser un riesgo que afecta la calidad de aguas de riego. Por tanto, es imprescindible instaurar metodologías agrícolas que permitan el progreso y sostenimiento de la fertilidad de los suelos, con impactos ambientales mínimos, tales como, batallar la degradación del suelo a través del uso de especies leguminosas arbustivas o arbóreas endémicas, para que contribuyan al incremento del suelo con nutrientes fundamentales. En su similar, MARCHESE Bruno. *Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc*. (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. Concluyó que: Los suelos agrícolas de San Pedro de Lloc se encuentran apartir de levemente a considerablemente salinos con Potencial de Hidrógeno en un intervalo de 7,5 a 8,5, además poseen una aptitud de retención hídrica de mediana a baja. La proporción de materia orgánica es inestable, sin embargo, aprovechable para las familias vegetales. La concentración de sulfatos y

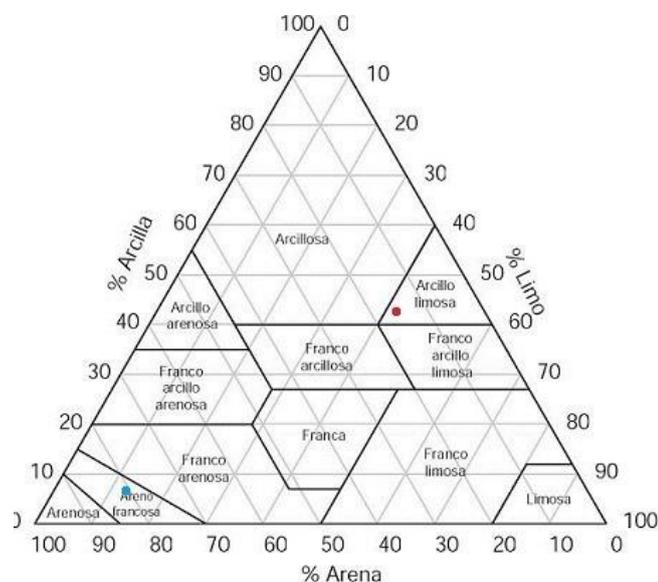
nitratos es eminente por el uso desmedido de fertilizantes. Por ello se asume que el suelo del distrito de San Pedro de Lloc están pasando un grave proceso de salinización y sodificación a raíz de las malas prácticas agrícolas. Además, YAKABI Katusca. *Estudio de las propiedades edáficas que determinan la fertilidad del suelo en el sistema de andenería de la comunidad campesina San Pedro de Laraos, provincia de Huarochirí, Lima.* (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. Concluyó que: Tras la demarcación elaborada para poder contrastar los escenarios edáficos del suelo, después del muestreo, pues con los resultados obtenidos se ultima que la zona A es aquella que muestra un suelo con buenas características de fertilidad. Aunque es cierto las parcelas muestreadas demuestran las circunstancias de estructura para consentir el desarrollo de las raíces por medio del equilibrio de los fragmentos de arena, limo y arcilla, y las circunstancias para la disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes, solo los muelles no trabajados, luego de un lapso de 5 años en barbecho, exhiben las cantidades apropiadas de NPK en el suelo. Coincidiendo en su estudio CAMPOS Carlos. *Efecto de la fertilización en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa variedad huayro en la comunidad de Aramacha y (Valle del Mantaro).* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014. Concluyó que: Tras la experimentación de suma de fertilizantes químicos al abono con el compost, esto se vio incrementado en la calidad, así también el rendimiento de los tubérculos, sobrepasando al testigo y a la adición de estiércol fermentado de la localidad. La eficiencia del uso de los nutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), implicó ser mayor para el tratamiento con la adición de fertilizantes sintéticos, esto a raíz de la mayor concentración y disponibilidad que otorgan estos productos. Por lo que logramos afirmar que la fertilización sintética es una estrategia óptima para maximizar los beneficios en el cultivo de papa 'Huayro' en zonas alto andinas. Mientras que RAMOS Fiorella. *Efecto de Microorganismos Eficientes (EM) en la fertilidad del suelo agrícola degradado biológicamente del sector Barraza, Laredo, Trujillo.* (Tesis de pregrado) Universidad Cesar Vallejo, 2017. Concluyó que: Los tratamientos fueron conformados de la siguiente manera: G1 (10 ml EM + 200ml H₂O), G2 (20 ml EM + 200ml H₂O) y G3 (200ml H₂O). En el cual se determinó que el G2 es el que presentó óptimos resultados, debido a que los valores de algunos parámetros que se evidenciaron en un nivel inapropiado para la fertilidad del suelo, alcanzaron estar dentro de los valores apropiados después del tratamiento con los EM; asimismo se consiguió el mayor peso en cuanto al cultivo (0,233 kg – 4 150 Kg/ha). Por tanto, se concluye que los

Microorganismos Eficientes optimizaron la fertilidad del suelo agrícola degradado biológicamente del sector Barraza, Laredo, Trujillo. Viendo contrastado sus resultados en su investigación MORENO Claudia y et al. *Indicadores de calidad de suelos para evaluar su fertilidad en la Provincia Coronel Portillo, Ucayali*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Ucayali, 2012. Concluyó que: Los resultados de los Indicadores de Calidad de Suelos logrados, admiten formar una línea base o de inicio de la calidad de este recurso ubicado en la provincia Coronel Portillo. Esto interesará para dar alcance o ajustar las prácticas agrícolas de la región con objeto de fiscalizar la degradación actual del suelo. Los Indicadores de la Calidad de Suelos y clases de calidad, fueron forjadas con operaciones sencillas y con información disponible, por el cual la presente investigación, demuestra que la metodología se puede desarrollar en localidades con recursos económicos y técnicos muy limitados. Planteándome como **Objetivo General:** Determinar la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, 2019. Así como también **Objetivos Específicos:** Identificar la incidencia de los parámetros químicos en la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, 2019; Identificar los parámetros físicos en la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, 2019; Identificar las metodologías a usar para el análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, 2019 e Indicar la dosis de fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, 2019. Posteriormente formulándome la **Hipótesis General:** La fertilidad optimizará el rendimiento de los suelos agrícolas en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, 2019.

Como **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA** está dividida en los siguientes capítulos **1.1. Definición de fertilidad de los suelos agrícolas** según MINAGRI, (2011) “La fertilidad del suelo es una cualidad que resulta de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.” (p.5). Por lo tanto, SANCHEZ, (s.f) “La fertilidad del suelo no es suficiente para el incremento o desarrollo de las plantas; pues el clima desarrolla un papel fundamental y esencial en muchos casos.” (p.1). Además LEIVA, (2017) “Por fertilidad de suelos se entiende la capacidad que tiene para proveer un medio adecuado de suministros de nutrientes y de condiciones necesarias para un buen rendimiento de las plantas

cultivadas.” (p. 108) **1.2. Propiedades físicas del suelo; 1.2.1. Textura** en la cual esta propiedad está determinada por tres componentes, los cuales pueden ser, arcilla, arena o limo, las partículas de estas son quienes expresará de acuerdo a su porcentaje de presencia dentro del suelo que tipo de textura persiste, si tenemos mayor porcentaje de partículas grandes pues se aproximara a un suelo arenosos, de lo contrario, si las partículas son pequeñas, pues se determinara que el suelo es del tipo arcilloso. (CHILÓN, 2014). Además, LOPEZ, (2005) La textura hace referencia a la composición granulométrica del suelo, no son más que los grados de formación sedimentaria de un suelo, debido a que esto modifica también la estructura de un suelo; se puede diferencia tres clasificaciones de textura de suelo de acuerdo al tamaño de las partículas de las mismas, estas son: - Arena: Es la partícula o fracción más grande de un suelo, pues su magnitud está limitada entre los 2 mm y 0.02 mm. Debido a que las partículas de la arena no se unen y por tanto aparecen individualizadas, pues no tiene la capacidad de agregación. La capacidad de intercambio catiónico es bajo, además de tener como función principal la composición de la matriz del suelo. - Limo: Partícula comprendida entre los 0.02 y 0.002. Tiene una composición química semejante, lo que implica que tampoco tiene la capacidad de agregación. La capacidad de intercambio catiónico también es baja. - Arcilla: Es la partícula más diminuta que pueda presentar un suelo, su magnitud es menor a los 2 μ m. Mientras el limo y la arena derivan de la segmentación física de la roca. Según la USDA, considera 12 clases texturales, expresadas en la siguiente figura:

Figura 01: Triangulo Textural



Fuente: USDA, 1993. Nomenclatura en español según Zavaleta, 1992. **1.2.2. Porosidad** nos menciona que La porosidad es una de las propiedades químicas del suelo, el cual se puede definir conceptualmente como el espacio ocupado por el aire, el agua de las plantas y los organismos del suelo, entallando a la porosidad propia del suelo pues se dice que es una magnitud variable, debido a que puede tener variaciones durante un periodo vegetativo de un cultivo, pues esta magnitud depende la textura del suelo, , de la presencia de materia orgánica y de su estructura. (ZABALETA, 1992). Coincidiendo en conceptos RUCKS y et al, (2004) Dentro de la porosidad del suelo se pueden diferenciar 2 tipos de poros que se relacionan al tamaño del mismo, puede ser macroporos, son aquellos de poros grandes en los cuales se encuentra el aire, y los microporos, son los poros pequeños los cual se precisan los capilares en el cual se retiene el agua. Además, se menciona que existe la porosidad total, que no es más que la suma de macroporos y microporos. **1.2.3. Densidad Aparente** para PORTA y et al, (1999) La densidad aparente guarda estrechamente relación con el peso y el volumen del suelo, pues es la medida resultante del peso del suelo por unidad de volumen (g/cc), pues la densidad aparente esta correlacionada con el peso específico de partículas minerales y las partículas orgánicas, así como la porosidad de los suelos. Para su cálculo es necesario aplicar la siguiente fórmula matemática: $D.a = \frac{\text{Peso de muestra seco (a)}}{\text{Volumen de los solidos de la muestra(b)+Volumen poroso de la muestra(c)}}$. **1.2.4. Densidad Real**

menciona SANCHEZ, (s.f) La densidad real es aquella propiedad, la cual mide el nivel de compactación de un explícito suelo, después de que éste haya sido sujeto a labores sin descanso de maquinaria pesada u otros trabajos que alteren a la capa arable de la misma, consiguiendo manifestar esa compactación en esa misma capa o en la capa inferior. Pues esta precisa el promedio ponderado de las densidades de las partículas sólidas del suelo. Para su cálculo es necesario aplicar la siguiente fórmula matemática:

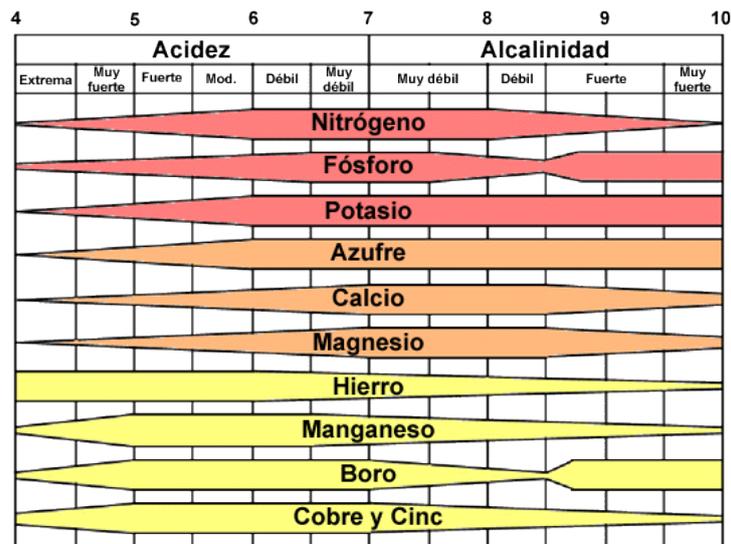
$D.r = \frac{\text{Peso de muestra seco}}{\text{Volumen de los solidos de la muestra}}$. **1.2.5. Estructura** hace referencia que Es una de

las principales propiedades del suelo, esto debido a que es quien controla las interrelaciones que se dan entre las diversas etapas físicas del suelo y la dinámica que existente de líquidos y gases en él, pues la estructura del suelo tiene influencia directa en las demás propiedades del suelo. (SANCHEZ, s.f). Sin embargo, THURSTON, (1997) Es la forma de agrupación de las partículas de un suelo, ya sea arcilla, arena y limo, esto para crear así agregados, por lo cual el componente cementante de estos, está constituida por materia orgánica y arcilla básicamente, al igual que el calcio, sin

embargo, el sodio suele tener efecto dispersante. **1.3. Propiedades químicas del suelo;**
1.3.1. Potencial de Hidrógeno (pH) manifiesta que el potencial de hidrógeno hace referencia al nivel de acidez, neutralidad o alcalinidad de un suelo, esto dado por la simetría existentes o presentes de iones de hidrógeno y odrixilos. Mediante la química, pues se define como un algoritmo opuesto del accionar de los elementos de hidrógeno, que tienen la forma de un compuesto, presentes en el suelo. (JARAMILLO, 2002). Por tanto, BARRETO, (2001) Cuando hablamos de pH, nos referimos al nivel de acidez o alcalinidad de los horizontes de un suelo, teniendo en cuenta que sus condiciones están determinadas por la presencia, ya sea de sales básicas o ácidos minerales y orgánicos en el suelo, el cual hace prevalecer los iones de hidrogeno u odrixilos en la solución de un suelo. El sistema USDA propuso la presente clasificación para aquellos valores de pH:
 Tabla 01: Clasificación del pH de un suelo (USDA)

CLASIFICACION	VALOR
Ultra acido	<3.5
Extremadamente ácido	3.5 - 4.4
Muy fuertemente ácido	4.5 - 5.5
Fuertemente ácido	5.1 - 5.5
Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 - 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 - 9.0
Muy fuertemente alcalino	>9.0

Fuente: JARAMILLO, 2002. Para FLORES (2009) El potencial de hidrógeno o reacción del suelo, influye indirectamente en diferentes actividades donde se ve relacionado el suelo, tales como la actividad microbiana, procesos biológicos, procesos químicos y disponibilidad de nutrientes. Se dice que el intervalo normal de pH en los suelos suele variar de los 3.5 a 9, razón por el cual no obtiene valores excesivos de 0 o 14, esto a raíz de que la solución suelo solo constituye una solución coloidal, mas no una solución coloidal. A continuación, se muestra en la figura 02, la absorción de nutrientes según el pH del suelo: Figura 02: Absorción de nutrientes según el pH del suelo



Fuente: Flores, 2009. **1.3.2. Conductividad Eléctrica (C.E)** Según USDA, (1999) Esta propiedad es la que muestra la cantidad de sales existentes en el suelo, además de medir la habilidad que este tiene para transporta la corriente eléctrica mediante los cationes y aniones, estas últimas resultantes de las sales diluidas en el agua del suelo. Es de consideración también que la abundancia de sales, priva el crecimiento de las plantas al afectar en el sostén suelo-agua. El sistema USDA propuso la presente clasificación para la Conductividad Eléctrica. Tabla 02: Clasificación en función a la C.E. del Suelo (USDA)

CLASIFICACIÓN	C.E. (Ds/m)
No salino	0-2
Muy ligeramente salino	2-4
Ligeramente salino	4-8
Moderadamente salino	8-16
Fuertemente salino	>16

Fuente: Adaptado de USDA

1.3.3. Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) Menciona DUCHAUFOR, (1999) La capacidad de intercambio catiónico se puede conceptualizar como la aptitud total de los coloides del suelo para intercambiar cationes con la solución del suelo, dicha aptitud estará determinada por factores tales como la presión, temperatura, la estructura

de la etapa líquida y la relación de masa de suelo/solución. **1.4. NPK en los suelos;**

1.4.1. Nitrógeno hace referencia que el nitrógeno es uno de los elementos importantes para el suelo, pues constituye uno de los nutrientes de la misma, pues en gran parte de los compuestos orgánicos vegetales encontraremos nitrógenos. El nitrógeno es absorbido por las raíces de la planta, formando así los nitratos, por lo que intercede en los métodos de fotosíntesis, absorción iónica, respiración y diferenciación celular. (CHILÓN, 2014). Por ende, FUENTES, (1994) El nitrógeno presente en el suelo es procedente de los organismos vegetales, por lo que forma parte de la materia orgánica; el nitrógeno se encuentra en forma orgánica e inorgánica, cabe resaltar que para que pueda ser usada por las plantas, esta tiene que ser transformada en nitrógeno inorgánico, encontrándose así en las siguientes formas: NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , N_2O , NO , N_2 . **1.4.2. Fósforo** menciona que El fósforo es un elemento fundamental del material energético, debido a que también desempeña un rol trascendental en la genética del núcleo de la célula y contribuye a la división celular y en la formación de grasas, principalmente en la semilla, además aumenta el incremento radicular de las plantas, favoreciendo la filtración de agua y nutrientes. (CHILÓN, 2014). **1.4.3. Potasio** Hace referencia que este elemento es un macronutriente importante para las plantas, es por ello, que en el suelo también, pues es necesario que este nutriente se encuentre en grandes cantidades, debido a que desempeña un papel fundamental en la aceleración de más de 60 enzimas que operan en numerosos procesos metabólicos de la planta, dentro de los más destacados tenemos a la fotosíntesis y la síntesis de proteínas y carbohidratos. (GARCÍA y QUINKE, 2012). Para GARCÍA (2000) El potasio, en referencia al fósforo, este se encuentra en gran parte de los suelos, en cantidades respectivamente altas similares al de nitrógeno, además de que este es recogido por las raíces de una manera de K^+ , por lo que es fundamental dentro de las cenizas vegetales, y en gran parte en suelos arcillosos. **1.5. Tipos de fertilidad de suelos; 1.5.1. Fertilidad Física** Según AZABACHE (2003) Se basa en las circunstancias y características físicas que un suelo posee, debido a que esto influye en el desarrollo de las plantas. Teniendo una visión física respecto al suelo, pues este ha de desarrollar un ambiente apropiado para que sea posible la germinación de las semillas y el incremento favorable del sistema radicular, además debe conservar una buena aireación, una aptitud de detención del agua adecuada, un drenaje apropiado y una estructura sólida que involucre firmeza ante los procesos de erosión del suelo. **1.5.2. Fertilidad Química** menciona que es aquella capacidad de retención y disponibilidad de nutrientes que posee el recurso suelo. Esto

descrito por el pH, la C.I.C. Es aquella fertilidad que puede ser modificada por productos químicos, con la finalidad de mejorar u optimizar al suelo, para así evitar deficiencias en el crecimiento y producción de los cultivos. (AZABACHE, 2003).

1.5.3. Fertilidad Biológica Para DOMÍNGUEZ (1989) Es la que determina la dimensión y la fase de la reserva orgánica, así como el patrimonio y accionar de la biomasa edáfica, quienes son los comprometidos de las evoluciones físicas y químicas del suelo. Se asegura que un suelo se constituye una fertilidad biológica correcta, cuando esta posee alto porcentaje de materia orgánica, y sobre todo no abuso del uso de agroquímicos.

1.6. Estándares de Calidad para suelos Según el MINAM, (2013). Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo son aplicables para cualquier tipo de proyecto y actividad, cuyo progreso que se encuentra enmarcado dentro del espacio nacional que alcance generar peligro de afectación del suelo en su localización y áreas de predominio. Además, los ECA para Suelo, son instrumentos normativos, pues son referentes obligatorios en el diseño y pues es referente necesario en el diseño y ejecución de los instrumentos de gestión ambiental, dentro de las cuales están los planes de descontaminación de suelos o similares. Por tanto, es importante su consideración en el monitores y seguimiento continuo de los parámetros deseados de conocer tras los resultados de calidad del suelo.

1.7. Dimensiones de la fertilidad de suelos agrícolas;

1.7.1. Parámetros químicos del suelo Para SCHWEIZER, (2011). Los parámetros químicos del suelo, mide los niveles nutricionales de la misma. Es un instrumento de diagnóstico y guía, el cual debe ser de consideración de la mano con la información servible respecto a la caracterización del suelo, potencial de producción, cultivo e historial de manejo, además del elemento antrópico. No obstante, su utilización es poca conocida o difundida en todo el sector productivo agrícola, más aún en las actividades de explotaciones pecuarias y forestales.

1.7.2. Parámetros físicos del suelo Según SCHWEIZER, (2011). Los análisis sobre la fertilidad de los suelos, es una de las practicas donde es necesaria los análisis, dentro de ellas analizar parámetros físicos del suelo, en el cual se miden sus propiedades físicas, para posteriormente tras resultados, se pueda mejorar la fertilidad de los suelos físicamente, aplicando dosis adecuadas y necesarias, logrando de esta manera mejorar la productividad del suelo, mediante los micro y macronutrientes que este necesita, a través de los parámetros físicos medidos.

1.7.3. Dosis de fertilización de suelos Para CRUZ, (2013). Constante, dentro de la agricultura, específicamente respecto al recurso suelo, encontramos a los nutrientes en forma de compuestos químicos que en su mayoría las plantas no pueden usarlos de una

manera sencilla, por lo que es necesario realizar algunas enmiendas, para que de esta manera sea accesible para ellas. Por todo lo mencionado es recomendable conocer la composición físico-química del suelo, el tipo de suelo, el relieve, entre otros factores que son imprescindibles su conocimiento para poder realizar un adecuado plan de fertilización para un determinado cultivo, lográndose esto solamente mediante análisis de laboratorio; es importante ello debido a que esas variables determinan cantidades o dosis necesarias de fertilización.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

NIÑO, (2011) La investigación básica o fundamental es aquella quien busca incrementar la teoría de la variable a estudiar, por lo que genera nuevos conocimientos, a raíz de diversas estrategias de recolección de datos, por lo tanto, no es quien se ocupa de las aplicaciones o acciones prácticas que referencien la teoría.

La presente investigación fue de tipo básico debido a que se realizó una recolección de datos a partir de la variable, más no se ejecutó acciones con la finalidad de solucionar problemas, pues solo se generó una base de datos y conocimientos que sirvieron para una investigación de tipo aplicada.

Diseño de investigación

SAMPIERI, (2014) Se podría conceptualizar como aquella investigación que puede ser realizada sin manipulación alguna de la variable, esto implica que, trata de estudios en las cuales no variamos la forma de manera intencional las variables independientes con el fin de observar el efecto que pueda repercutir a otras variables. Por lo tanto, en esta investigación nos basamos en la observación de los fenómenos en su contexto natural para su posterior análisis.

El trabajo de investigación desarrollado tuvo un diseño no experimental de tipo transversal, pues se realizó solo una medición, en el cual se utilizó instrumentos de recolección de datos, el cual contribuyó al desarrollo de la investigación, y sobre todo no existió manipulación de la variable.

Variable

Fertilidad de los suelos agrícolas – Cuantitativo Continúo

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
➤ Fertilidad de los suelos agrícolas	LEIVA, (2017) “Por fertilidad de suelos se entiende la capacidad que tiene para proveer un medio adecuado de suministros de nutrientes y de condiciones necesarias	La fertilidad de los suelos agrícolas hace posible el desarrollo de un cultivo, positiva o negativamente, esto depende de que si la fertilidad es buena o mala, se dice que es mala cuando es escasa de nutrientes,	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros químicos del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Nitrógeno • Fósforo • Potasio • Capacidad de intercambio iónico. • Conductividad eléctrica • Materia Orgánica. 	Intervalo
			<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros físicos del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Textura • Color. • Densidad. 	Nominal

	para un buen rendimiento de las plantas cultivadas.” (p. 108)	lo que impide el desarrollo productivo de un cultivo, todo lo contrario a una fertilidad buena.	• Dosis de fertilidad de los suelos.	• Kg/ha	Intervalo
--	---	---	--------------------------------------	---------	-----------

2.2. Población, muestra y muestreo

Población

SAMPIERI, (2014). “Conjunto de personas, habitantes u objetos de un lugar, de los cuales se anhela conocer algo dentro de una investigación. Estas suelen tener algunas características similares entre ellas que son observables dentro del lugar”.

La presente investigación tiene como población a los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, quienes pertenecen a las provincias de Lamas y San Martín respectivamente.

Muestra

SAMPIERI, (2014). “Fracción de la población que ciertamente se mide, con el objeto de conseguir información en relación a toda la población. La selección de la muestra se crea mediante una forma que este asegure en alto grado que sea representativa de la población.”

En la investigación se tiene 2 muestras representativa del suelo, 1 en el centro poblado de Nuevo Celendín y otra en Tarapotillo, teniendo 250 gr de suelo para luego ser procesado en laboratorio.

Muestreo

El siguiente trabajo es No probabilístico de tipo por conveniencia, debido a que el propio investigador fue quien designo un lugar específico para desarrollar la investigación.

Criterios de selección

La investigación se decidió realizar en los centros poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, debido a la falta de economía que los agricultores de dichos sectores padecen para poder realizar estudios de sus suelos, además de no encontrar antecedentes de estudios similares; lo que se pudiera generar en ellos, a raíz de los conocimientos de los resultados, una mejora en su producción, aplicando técnicas que favorezcan a la fertilidad de sus suelos, y también al cuidado y preservación del ambiente, forjando de esta manera una agricultura sostenible.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnica

La técnica a usar en el trabajo de investigación es la observación de campo.

Instrumento

En el trabajo de investigación se utilizará el instrumento de ficha de registro de datos.

2.4. Procedimiento

La investigación estará dividida en dos partes, las cuales son trabajo de campo y trabajo de laboratorio; en cuanto al trabajo de campo, en primera instancia se determinó puntos de muestreos, las cuales se establecieron 6 en la primera parcela que fue en el C.P. Nuevo Celendín, y 5 puntos de muestreo en el C.P. Tarapotillo, para posteriormente obtener una muestra representativa de 250 gr, el

cual es la resultante de la mezcla de cada muestra de los puntos de muestreos establecidos, para ello se cavo 25 cm de profundidad del suelo para poder obtener nuestras muestras, las cuales fueron llevadas posteriormente a laboratorio. Prosiguiendo con la segunda etapa del trabajo, siendo este el del laboratorio, pues teniendo nuestras muestras en el mismo, se procederá a aplicar las metodologías establecidas para determinar la fertilidad de los suelos, posteriormente con los resultados obtenidos, realizar una comparación con la normativa establecida, siendo esta el ECA para suelo, la cual nos permitirá conocer si dicho suelo estudiado, es apto para la actividad agrícola a raíz de los resultados de fertilidad obtenidos.

2.5. Métodos de análisis de datos

Los métodos que se utilizará para contrastar los datos y resultados obtenidos en laboratorio, serán mediante tablas de frecuencia, donde se podrá diferenciar los resultados obtenidos con lo establecido en la normativa de los ECA para Suelo.

2.6. Aspectos éticos

Para el comienzo de la elaboración del trabajo de investigación tuve en cuenta la Guía de Productos Observables que la Universidad Cesar Vallejo tiene, donde está establecido el formato de la tesina a desarrollar.

La investigación se desarrollará con el apoyo de fuentes bibliográficas, tanto a nivel internacional, nacional y local, las cuales permitieron el conocimiento a fondo del tema a tratar, respetando siempre los derechos de autor, de esta manera enriquecer los saberes e información necesarias para el desarrollo del proyecto. Para el trabajo en laboratorio será necesario apoyarme de las normas de bioseguridad, lo que permitirá prevenir peligros durante el trabajo de gabinete, además el ECA para Suelo será fundamental para poder contrastar los resultados obtenidos en laboratorio y así poder determinar si la fertilidad de los suelos estudiados está en perfecto estado o necesitan de tratamientos para una mejor producción.

III. RESULTADOS

Tabla 1

Parámetros químicos del suelo de los Centros Poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín – San Martín, 2019.

pH	C.E. μS/cm	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	CIC
5.5	53.5	3.16	0.1	6.32	123.23	6.6
Moderadamente acido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Bajo	Medio	

Fuente: Suelo del Centro Poblado de Tarapotillo.

pH	C.E. μS/cm	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	CIC
-----------	-----------------------------	-------------------------	------------	------------------------	------------------------	------------

6.5	80.2	3.36	0.1512	9.85	213.25	14
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Me dio	Nor mal	Me dio	Me dio	

Fuente: Suelo del Centro Poblado de Nuevo Celendín.

Interpretación: Se determinó que tanto el Centro Poblado de Tarapotillo y Nuevo Celendín, presentan suelos moderadamente ácidos y además no existe problemas de sales.

Tabla 2

Parámetros físicos del suelo de los Centros Poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín – San Martín, 2019.

Textura			Color	Densidad Aparente
%	%	%		
Arena	Arcilla	Limo	7 YR 5/6	1.29 t/m ³
38	43.5	18.5		
Arcilloso				

F

u

e

n

t

e

:

S

Textura			Color	Densidad Aparente
%	%	%		
Arena	Arcilla	Limo	7 YR 5/6	1.29 t/m ³
31.5	49.5	19		
Arcilloso				

Suelo del Centro Poblado de Tarapotillo

Fuente: Suelo del Centro Poblado de Nuevo Celendín

Interpretación: En los suelos de los Centros Poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín, se determinó que presentan una clase textural arcillosa.

Tabla 3

Metodologías para el análisis de los suelos en los Centros Poblados de Tarapotillo y Nuevo Celendín – San Martín, 2019.

Métodos para análisis de suelo		
Método de Bouyoucos	Método de espectofotometría	Tabla de Munsell

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la investigación se aplicaron 3 metodologías para el desarrollo de los resultados.

Tabla 4

Dosis de fertilidad en el suelo

Nutrientes	Dosis de fertilidad en el suelo	Unidad de medida
N	18	kg/ha
P ₂ O ₅	1.4	kg/ha
K ₂ O	50	kg/ha
MgO	24.2	kg/ha
CaO	128.5	kg/ha

Fuente: Suelo del Centro Poblado de Tarapotillo

Nutrientes	Dosis de fertilidad en el suelo	Unidad de medida
N	20	kg/ha
P2O5	1.8	kg/ha
K2O	52.4	kg/ha
MgO	26.2	kg/ha
CaO	129.2	kg/ha

Fuente: Suelo del Centro Poblado de Nuevo Celendín

Interpretación: Se determinó que en los Centros Poblados de Nuevo Celendín y Tarapotillo, presentan una alta capacidad de retención de nutrientes, por lo que resulta ser un suelo fértil.

IV. DISCUSIÓN

La agricultura es una de las actividades económicas más desarrolladas dentro de la región San Martín, por el cual es importante conocer el recurso que se utilizara o se modificara, siendo en este caso el suelo; la fertilidad de los suelos agrícolas es un factor determinante para el crecimiento óptimo del cultivo, pues debido a que depende de la presencia de nutrientes que necesita el cultivo para que pueda desarrollarse. Por lo que es necesaria en general, el conocimiento de los parámetros físico-químicos del suelo agrícola a usar, pues esto permite también conocer las características del suelo, y así desarrollar un cultivo que se acondicione a lo que este recurso presenta.

En la tabla 1, se mostró los valores obtenidos de los parámetros químicos del suelo, tanto del centro poblado de Tarapotillo como de Nuevo Celendín, el cual ambos presentaron un pH moderadamente ácido, obteniéndose 5.5 y 6.5 respectivamente; una investigación que se desarrolló en la Región La Libertad en el cual determinaron la fertilidad del suelo para el cultivo de arroz, teniendo como resultados un suelo moderadamente básico, por lo que se evidencia una diferencia en condiciones de pH, pues sus resultados estuvieron en el rango de 7.5 a 8.34 (CORCUERA, 2016). Por lo tanto, los parámetros químicos del suelo, en particular el pH, cumplen una función importante, debido a que de acuerdo a ello se determina la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

En la tabla 2, la cual reveló valores significativos en cuanto a los parámetros físicos de los suelos agrícolas estudiados, generando como resultado ambos suelos arcillosos, pues se obtuvieron los porcentajes de %Arena = 38; %Arcilla= 43.5; %Limo= 18.5, pertenecientes al centro poblado de Tarapotillo, y en cuanto a Nuevo Celendín se obtuvieron, %Arena= 31,5; %Arcilla= 49.5; %Limo= 19; mientras que en un trabajo de investigación realizada en Trujillo, se obtuvieron el valor de %Arcilla= 11.78, el cual refiere a un suelo de textura franco, por lo que se determinó que es un suelo apto para cultivos agrícolas (RAMOS, 2017). Por ello, la clase textural de un suelo, nos determina la producción óptima o no del cultivo, pues nos permite conocer la facilidad de entrada de aire al suelo y la presencia de materia orgánica.

En la tabla 3, se determinó las metodologías utilizadas para el análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas fueron el tres, el método de Bouyoucos, el método de

espectrofotometría y la tabla de munsell, aquellos que permitieron conocer los parámetros químicos y físicos del suelo estudiado; en una investigación ejecutada en Lima, el cual guarda relación con mi investigación, pues se emplea las mismas metodologías para el análisis de los suelos (MARCHESE,2015). Por ello, es importante la aplicación de metodologías adecuadas a los estudios que se deseen desarrollar, para que así se pueda obtener resultados que nos permitan llegar a cumplir los objetivos de la investigación.

En la tabla 4, aquella que evaluó la dosis de fertilidad de los suelos agrícolas de los centros poblados estudiados, obteniéndose resultados óptimos en cuanto a los nutrientes presentes en los suelos, por lo cual se mantiene que ambos suelos estudiados presentan una fertilidad adecuada para desarrollar cultivos agrícolas; en un artículo científico desarrollado en Bolivia, se obtuvieron resultados favorables de la presencia de nutrientes en el suelo, el cual evidencio una dosis optima de fertilidad para los suelos. Por tanto, es imprescindible la presencia de nutrientes en los suelos agrícolas, pues son ellos quienes permiten el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

V. CONCLUSIONES

- 5.1. Se identificó que la incidencia de los parámetros químicos dentro de la fertilidad de los suelos agrícolas es significativa, pues estos valores permitieron conocer las características químicas que los suelos presentan tanto en el centro poblado de Nuevo Celendín, así como también en Tarapotillo, 2019.
- 5.2. Se identificó a la textura, densidad aparente y color como los parámetros físicos para conocer la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados.
- 5.3. Se identificó tres metodologías, las cuales permitieron el análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas en los centros poblados.
- 5.4. Se indicó la presencia de los nutrientes tales como el Nitrógeno, Óxido de fósforo, Óxido de potasio, Óxido de magnesio y Óxido de calcio, con respecto a la dosis adecuada para la fertilidad en los suelos agrícolas en los centros poblados.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. A los agricultores, quienes deseen realizar un cultivo específico, deben conocer los parámetros químicos del suelo, los cuales les permitirá saber cuál de los cultivos es más factible su crecimiento y desarrollo de acuerdo a las características químicas del suelo.
- 6.2. A los pobladores, aquellos que dependen de lo que la agricultura les genera, pues saber la clase textural del suelo, pues esto les permitirá saber qué tipo de textura de suelo les será más factible para un mejor desarrollo del cultivo, siendo los suelos arcillosos los de mejores condiciones físicas para los cultivos.
- 6.3. A los laboratorios, que las metodologías a usar sean las adecuadas para el estudio que se desee realizar, además de calibrar los equipos en el tiempo establecido, para que de esta manera los resultados a obtener sean verídicos con bajos niveles de error.
- 6.4. A los agricultores, que el conocimiento de los nutrientes presentes en su suelo a trabajar para un cultivo es de suma importancia pues permitirá conocer la fertilidad de la misma, y de acuerdo a ello la dosis necesaria para un óptimo desarrollo y crecimiento del cultivo.

REFERENCIAS:

- Armenta, Adolfo y et al. *Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México*. (Artículo Científico) Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable 2010: 6(1).
- Azabache, L. (2003) *Fertilidad De Suelos -Agricultura Sostenible*. Huancayo: Impreso En Huancayo.
- Barreto, R. J. (2002) *Manual de manejo y Conservación de suelos*. UNASAM. Huaraz.
- Campos, Carlos. *Efecto de la fertilización en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa variedad huayro en la comunidad de Aramacha y (Valle del Mantaro)*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014.
- Chilon, Eduardo. (2014). *Manual de fertilidad de suelo y nutrición de planta*. 2da Ed. Bolivia: Editorial CIDAT. La Paz-Bolivia. pp. 140-142.
- Chilon, Eduardo. *El Compost Altoandino como sustento de la fertilidad del suelo frente al cambio climático*. (Artículo Científico) Revistas Boliviana 2013: 2(4).
- LÓPEZ, A. J. (2005) *Manual de Edafología*. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla, España.
- Cruz, Elena. (2012) *San Antonio De Cumbaza, Producción, Economía Y Agricultura De Uva Y Cacao*. San Martín, Perú.
- Corcuera, Cecilia. *Análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas destinadas al cultivo de arroz en la cuenca baja del Río Jequetepeque*. (Tesis de Maestría) Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
- Domínguez, V. A. (1989) *Tratado De Fertilización*. Edic. Mundi-Prensa, Madrid. España. 410p.
- Duchaufour, P. (1999). *Edafología 2. Edafogénesis y Clasificación*. Ed. Toray - Masson. Barcelona.
- Flores, D.L. (2009) *Manual de Procedimientos Analíticos*. Departamento de Edafología. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Fuentes, L.J (1994) *El suelo y los Fertilizantes*. Edic. Mundo-Prensa. 4ta Edición. Madrid.
- García, G. N. (2000) *Química Agrícola El Suelo y los Elementos Químicos Esenciales Para la Vida Vegetal*. Edic. Mundi - Prensa. Madrid, España.
- García, L. A., & Quinke, A. (2012). *El Potasio (K) en la Producción de Cultivos de Invierno*. Argentina.: Serie Actividad de Difusion No. 677. INIA.
- Jaramillo, (2002) *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellín. Universidad Nacional de Colombia.
- Leiva, Miguel. (2017). *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de las plantas*. México.
- López, A. J. (2005) *Manual de Edafología. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola*. Universidad de Sevilla, España.
- Marchese, Bruno. *Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc*. (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.
- MINAGRI. (2011). *Manejo y fertilidad de suelos*. Perú
- MINAM. (2013). Ministerio Del Ambiente. *Estándares De Calidad Del Suelo*. República Del Perú.43p.
- Moreno Claudia y et al. *Indicadores de calidad de suelos para evaluar su fertilidad en la Provincia Coronel Portillo, Ucayali*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Ucayali, 2012.
- Niño, Victor. (2011). *Metodología de la Investigación*. Ediciones de la U. 1ra Edición. Bogota, Colombia.
- Plaster, J. (2000). *La ciencia del suelo y su manejo*. España: Editorial Paraninfo.
- Porta, J., López-Acevedo, M., Y Roquero, C. (1999). *Edafología. Para la Agricultura y Medio Ambiente*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

- Ramos, Fiorella. *Efecto de Microorganismos Eficientes (EM) en la fertilidad del suelo agrícola degradado biológicamente del sector Barraza, Laredo, Trujillo*. (Tesis de pregrado) Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- Rucks. L. y et y al (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica, Montevideo-Uruguay. (Tomado del internet [http://www.\(agro.edu.uvl-eda\(ologia/curso/Material%20de%20lectura/FI SICAS/tisicas.pd\(.Consultado el 30/04/2013](http://www.(agro.edu.uvl-eda(ologia/curso/Material%20de%20lectura/FI SICAS/tisicas.pd(.Consultado el 30/04/2013)
- Sánchez, V. J. (2007) *Fertilidad de Suelos y Nutrición Mineral de Plantas*. Editorial FERTITEC S.A. Madrid. España.
- Schweizer, Renzo. (2011). *Muestreo Y Análisis De Suelos Para Diagnósticos De Fertilidad*. Ed. Cencood – Inta. San Jose, Costa Rica.
- USDA. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Edición Manuel Rosales. Estados Unidos.
- Yakabi, Katusca. *Estudio de las propiedades edáficas que determinan la fertilidad del suelo en el sistema de andenería de la comunidad campesina San Pedro de Laraos, provincia de Huarochirí, Lima*. (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- Zavaleta, G.A (1992) *Edafología. El Suelo en Relación con la Producción*. Edit. CONCYTEC. Lima-Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: Panel fotográfico de la evaluación en campo respecto a la investigación en el Centro Poblado de Tarapotillo y Nuevo Celendín-San Martín, 2019.



Imagen 1: *Recolección de las muestras de suelo en los puntos de muestreo determinado aleatoriamente en la parcela.*



Imagen 2: *Enumeración de las muestras significativas de cada punto de muestreo.*

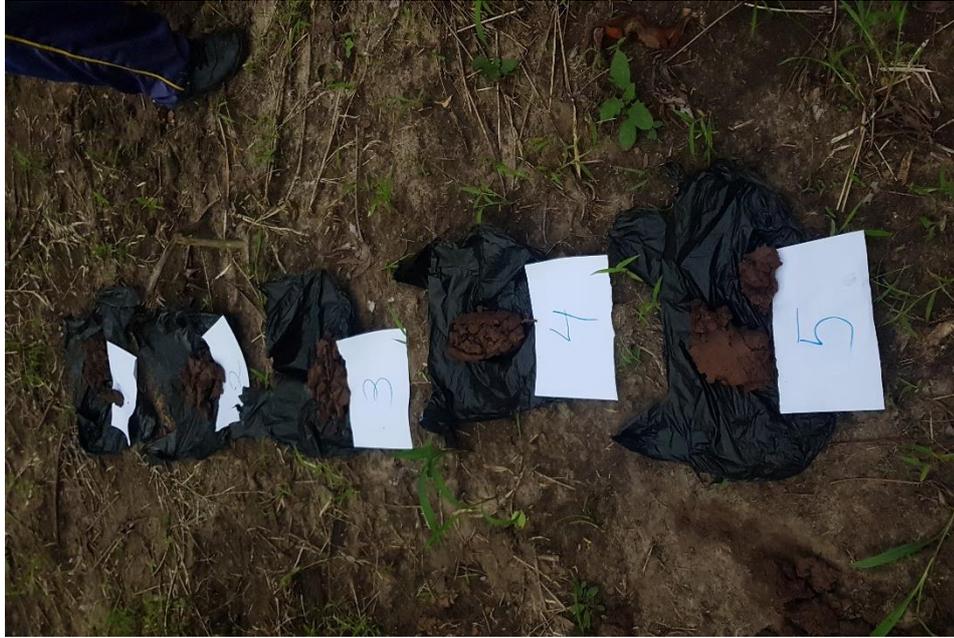


Imagen 3: *Muestras significativas por cada punto de muestreo.*



Imagen 4: *Dueño de la parcela estudiada.*

ANEXO 02: Panel fotográfico de la evaluación en campo respecto a la investigación en el Centro Poblado de Nuevo Celendín-San Martín, 2019



Imagen 5: Poniendo estacas para identificar los puntos de muestro en la parcela.



Imagen 6: Sacando las muestras del suelo en la parcela.



Imagen 7: *Enumeración de las muestras de suelo.*



Imagen 8: *Dueño de la parcela estudiada.*

ANEXO 02: Panel fotográfico del trabajo en laboratorio respecto a la investigación en el Centro Poblado de Tarapotillo y Nuevo Celendín-San Martín, 2019.



Imagen 9: *Triturando las muestras de suelos.*



Imagen 10: *Hidrómetro de Bouyoucos.*



Imagen 11: *Tabla Munsell.*

ANEXO 03: Resultados del laboratorio realizados en la Universidad Nacional de San Martín, 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



SOLICITANTE : ANTHONY PINEDO FLORES
 PROVINCIA: SAN MARTÍN
 DISTRITO: TARAPOTO
 SECTOR: TARAPOTILLO

FECHA DE MUESTREO: 03/11/2019
 FECHA DE REPORTE: 12/11/2019
 CULTIVO: NO ESPECIFICA

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
1	38	43.5	18.5	Arcilla	5.5	53.5	3.16	0.1	6.32	123.23	6.6	5.32	0.86	0.3	0.1	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
5.5	53.5	3.16	0.1422	6.32	123.23	5.32	0.86	0.1	0	0
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Bajo	Medio	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.29 t/m³

SOLICITANTE : ANTHONY PINEDO FLORES
 PROVINCIA: LAMAS
 DISTRITO: CUÑUMBUQUE
 SECTOR: NUEVO CELENDÍN

FECHA DE MUESTREO: 02/11/2019
 FECHA DE REPORTE: 12/11/2019
 CULTIVO: NO ESPECIFICA

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
2	31.5	49.5	19	Arcilla	6.5	80.2	3.36	0.2	9.85	213.25	14	12.32	1.23	0.5	0.1	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.5	80.2	3.36	0.1512	9.85	213.25	12.32	1.23	0.12	0	0
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Normal	Bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.26 t/m³

Ing. Carlos Verde Girbau
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas
 UNSM - TARAPOTO
 Facultad de Ciencias Agrarias