

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN – HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

**“FACTORES LIMITANTES DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS POR  
UNIDADES FISIAGRÁFICAS EN LA MICROCUENCA DE  
QUIULLACOA- SANTA MARÍA DEL VALLE- HUÁNUCO 2021”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**TESISTA**

**Bach. María Jesús Godoy Pérez**

**ASESOR**

**MSc. Briceño Yen, Henry**

**HUÁNUCO- PERU**

**2022**



## DEDICATORIA

**A mi mamá** Maruja Francisca por ser la persona más significativa en mi vida, por su devoción e intimidad, por ser la guía en los momentos de mi formación y enseñarme el valor de la abnegación y la entrega absoluta de un ser humano hacia sus hijos.

**A la memoria de mi padre** Jonás Godoy por haber sido el hombre que me enseñó y formó con muchos valores, por haberme dado su amor incondicional hasta los últimos días de su vida.

**A mis hermanos y familiares** por haber estado presente en las circunstancias más difíciles de mi vida y enseñarme a ser resiliente en mi caminar profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi alma mater por haberme permitido formarme en sus aulas, compartiendo ilusiones y anhelos. En donde con constancia, dedicación y esfuerzo alcance mis sueños.

A cada uno de los docentes, de la E.A.P. de ingeniería agronómica por sus enseñanzas y experiencias impartidas hacia mi persona para fortalecer mi formación profesional en el campo de la agronomía.

A mi asesor por ser parte del desarrollo de mi proyecto de tesis, brindándome sus conocimientos y experiencias para la co-construcción de mi trabajo de investigación.



## RESUMEN

El trabajo de investigación “**Factores Limitantes de la Fertilidad de los Suelos por Unidades Fisiográficas**” se realizó en la microcuenca de Quiullacocha involucrando a las comunidades de Ñahuin Sequia, Lloque, Mirachi, San Juan de Marambuco, Santa Rosa de Marambuco y Chuna del Distrito de Santa María del Valle, Provincia y Departamento de Huánuco. Con el objetivo general de: Determinar los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021. Los factores evaluados se ciñeron en los componentes físico (textura, pedregosidad y drenaje) y químico (pH, Nitrógeno, Fosforo y Potasio), los mismo que se describieron para cada unidad fisiográfica integrante de la microcuenca en estudio y finalmente poder determinar el nivel de fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas. La metodología consistió en la colección de información primaria, delimitación de la microcuenca, preparación del mapa fisiográfico que se utilizó de información base para ubicar la cantidad de calicatas, muestreo de suelos, análisis e interpretación de los factores físicos y químicos; y representar los resultados a través de mapas temáticos. Los efectos logrados son: En primer orden la **unidad fisiográfica Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado – Ab\_AFI**, presenta una clase textural Franco de Drenaje tipo B de clase Algo excesivo y Pedregosidad tipo 2 de clase Pedregoso. Asimismo, el pH preponderante es de 6.45 (ligeramente ácido), el % de Materia Orgánica disponible es de 1.25% (bajo), el % de Nitrógeno Total disponible es de 0.07% (muy bajo), el Fósforo disponible es de 11.08 ppm y de Potasio 107 ppm respectivamente, ambos muestran un nivel de disponibilidad bajo. Finalmente, el nivel de fertilidad de los suelos de la **unidad fisiográfica Ab\_AFI**, según la evaluación exploratoria, de laboratorio y la metodología aplicada; se concluye que presenta un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 73.94 hectáreas de las 2,299.38 Ha que compone la microcuenca en estudio. En segundo orden la **unidad fisiográfica Laderas de Montañas Empinadas – La\_dME**, presenta clases textural Franco Arenoso con mayor preponderancia, seguido del Franco Arcilloso y Franco

Arcillo Limoso en menor presencia, de Drenaje tipo B de clase Algo excesivo y Pedregosidad tipo 1 de clase Moderadamente Pedregoso. Asimismo, el pH preponderante es de 5.34 (fuertemente ácido), el % de Materia Orgánica disponible es de 1.87% (bajo), el % de Nitrógeno Total disponible es de 0.15% (medio), el Fósforo disponible es de 8.31 ppm (bajo) y Potasio disponible es de 153.00 ppm (medio). Finalmente, el nivel de fertilidad de los suelos de la **unidad fisiográfica La\_dME**, se concluye que presenta un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 803.12 hectáreas de las 2,299.38 Ha que compone la microcuenca en estudio. En tercer orden la **unidad fisiográfica Laderas de Montañas Muy Empinadas – La\_dmME**, presenta clases texturales Franco Arcilloso y Franco Arcillo Arenoso, de Drenaje tipo D de clase Moderado y Pedregosidad tipo 1 de clase Moderadamente Pedregoso. Asimismo, el pH preponderante es de 6.90 (neutro), el % de Materia Orgánica disponible es de 2.28% (medio), el % de Nitrógeno Total disponible es de 0.13% (medio), el Fósforo disponible varía desde 11.49 – 11.96 ppm (bajo) y Potasio disponible varía desde 139.75 – 179.25 ppm (medio a óptimo). Finalmente, para el nivel de fertilidad de los suelos de la **unidad fisiográfica La\_dmME**, se concluye que presenta un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 1,422.32 hectáreas de las 2,299.38 Ha que compone la microcuenca en estudio.

**PALABRAS CLAVES:** Fisiográficas, suelos, factores, microcuenca, unidades, fertilidad.

## ABSTRACT

The research work "Limiting Factors of Soil Fertility by Physiographic Units" was carried out in the Quiullacocha micro-basin involving the communities of Ñahuin Sequia, Lloque, Mirachi, San Juan de Marambuco, Santa Rosa de Marambuco and Chuna of the District of Santa María del Valle, Province and Department of Huánuco. With the general objective of: Determining the limiting factors of soil fertility by physiographic units in the micro-basin of Quiullacocha - Santa María del Valle - Huánuco 2021. The evaluated factors were limited to the physical components (texture, stony and drainage) and chemical (pH, Nitrogen, Phosphorus and Potassium), the same ones that were described for each physiographic unit that is part of the micro-basin under study and finally to be able to determine the level of fertility of the soils by physiographic units. The methodology consisted of the collection of primary information, delimitation of the micro-basin, preparation of the physiographic map that served as base information to locate the number of pits, soil sampling, analysis and interpretation of physical and chemical factors; and represent the results through thematic maps. The results obtained were: In the first order, the physiographic unit Strongly Inclined Alluvial Fan - Ab\_AFI, presents a textural class Drainage Loam type B of somewhat excessive class and Stony type 2 of Stony class. Likewise, the preponderant pH is 6.45 (slightly acidic), the% of available Organic Matter is 1.25% (low), the% of Total Nitrogen available is 0.07% (very low), the available Phosphorus is 11.08 ppm and Potassium 107 ppm respectively, both show a low level of availability. Finally, the level of fertility of the soils of the physiographic unit Ab\_AFI, according to the exploratory and laboratory evaluation and the applied methodology; It is concluded that it presents a Low Fertility level for the physiographic unit under study, covering an area of 73.94 hectares of the 2,299.38 Ha that make up the micro-basin under study. In second order, the physiographic unit Slopes of Steep Mountains - La\_dME, presents textural classes Sandy Loam with greater preponderance, followed by Clay Loam and Silty Clay Loam in a lower presence, Drainage type B of class Somewhat excessive and Stony type 1 of Moderately Stony class. Likewise, the preponderant pH is 5.34 (strongly acidic), the% of available Organic Matter is 1.87% (low), the% of Total Nitrogen

available is 0.15% (medium), the available Phosphorus is 8.31 ppm (low) and available Potassium is 153.00 ppm (medium). Finally, the level of fertility of the soils of the physiographic unit La\_dME, it is concluded that it presents a Low Fertility level for the physiographic unit under study, covering an area of 803.12 hectares of the 2,299.38 Ha that make up the micro-basin under study. In third order the physiographic unit Slopes of Very Steep Mountains - La\_dMME, presents textural classes Clay Loam and Sandy Clay Loam, of Drainage type D of Moderate class and Stony type 1 of Moderately Stony class. Likewise, the prevailing pH is 6.90 (neutral), the% of available Organic Matter is 2.28% (medium), the% of Total Nitrogen available is 0.13% (medium), the available Phosphorus varies from 11.49 - 11.96 ppm (low) and Available Potassium ranges from 139.75 - 179.25 ppm (medium to optimal). Finally, for the level of fertility of the soils of the La\_dMME physiographic unit, it is concluded that it presents a Low Fertility level for the physiographic unit under study, covering an area of 1,422.32 hectares of the 2,299.38 Ha that make up the micro-basin under study.

**KEY WORDS:** Physiographic, soils, factors, micro-basin, units, fertility.

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Fundamentación del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos.....	4
1.3 Formulación de objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
1.4 Justificación .....	6
1.5 Limitaciones.....	6
1.5.1 Internas .....	6
1.5.2 Externas: .....	6
1.6 Formulación de hipótesis .....	7
1.6.1 Hipótesis general .....	7
1.6.2 Hipótesis específicas .....	7
1.7 Variables.....	7
1.8 Definición teórica y operacionalización de variables .....	7
1.8.1 Definición teórica.....	7
1.8.2 Operacionalización de variables.....	8
2 MARCO TEÓRICO .....	9
2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Bases teóricas .....	9
2.2.1 Suelo .....	9
2.2.2 Propiedades físicas del suelo .....	10
2.2.3 Textura del suelo.....	10
2.2.4 Clase textural .....	11
2.2.5 Pedregosidad superficial.....	11
2.2.6 Drenaje .....	12
2.2.7 Densidad aparente del suelo .....	13
2.2.8 Propiedades químicas del suelo.....	14
2.2.9 El pH.....	14
2.2.10 Escala del pH .....	16
2.2.11 Elementos esenciales para las plantas .....	16
2.2.12 Macronutrientes .....	17
2.2.13 Macronutrientes primarios .....	18
2.2.14 Nitrógeno (N).....	18
2.2.15 Fósforo (P) .....	18

2.2.16	Potasio (K).....	19
2.2.17	Micronutrientes.....	20
2.2.18	Materia orgánica .....	20
2.2.19	Fisiografía.....	22
2.2.20	Fertilidad del suelo .....	22
2.2.21	El estudio del suelo .....	23
2.2.22	Cartografía de suelos.....	23
2.3	Bases conceptuales .....	24
2.4	Bases epistemológicas.....	25
3	METODOLOGIA .....	27
3.1	Ámbito.....	27
3.1.1	Ubicación política .....	27
3.1.2	Posición geográfica.....	27
3.1.3	Zona de vida.....	27
3.2	Población.....	27
3.3	Muestra.....	27
3.4	Nivel y tipo de estudio .....	28
3.5	Diseño de investigación .....	28
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos .....	28
3.6.1	Método.....	28
3.6.2	Técnicas e instrumentos .....	28
3.7	Validación y confiabilidad del instrumento.....	29
3.7.1	Instrumentos bibliográficos .....	29
3.7.2	Instrumentos de campo .....	29
3.7.3	Materiales, instrumentos, software y equipos. ....	29
3.8	Procedimiento.....	30
3.8.1	Determinar los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021 .....	30
3.8.2	Identificar las propiedades físicas de los suelos como factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha .....	32
3.8.3	Analizar las propiedades químicas de los suelos como factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha .....	33
3.8.4	Determinar los niveles de fertilidad del suelo por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha .....	33
3.8.5	Esquema metodológico para la representación cartográfica de los factores limitantes de los suelos .....	34
3.9	Tabulación y análisis de datos.....	35
3.9.1	Base de datos .....	35

3.10	Consideraciones éticas .....	40
4	RESULTADOS.....	41
4.1	Determinar los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021 .....	41
4.1.1	Descripción de los factores limitantes de la fertilidad de los suelos en la unidad fisiográfica Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado – Ab_AFI .....	41
4.1.2	Descripción de los factores limitantes de la fertilidad de los suelos en la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Empinadas – La_dME. ....	42
4.1.3	Descripción de los factores limitantes de la fertilidad de los suelos en la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Muy Empinadas – La_dMME .....	44
5	DISCUSIÓN.....	46
	CONCLUSIONNES.....	48
	RECOMENDACIONES.....	57
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
	ANEXOS.....	55

## INTRODUCCION

La geografía del territorio peruano es muy heterogénea pudiendo identificarse diferentes pendientes que van desde 0° hasta mayores de 75°, esta diversidad topográfica expresada en altitudes sobre el nivel mar permite que nuestro país pueda albergar diferentes microclimas a lo largo y ancho del territorio; sin embargo la demanda de alimentos de las familias peruanas y extranjeras ha motivado a los agricultores de nuestro país, ampliar sus fronteras agrícolas para responder a las demandas alimenticias existentes, muchas de estas acciones antrópicas no han tenido acompañamiento técnico profesional para su instalación en campo definitivo, actualmente se puede evidenciar unidades agropecuarias en terrenos empinados que por su aptitud productiva deberían destinarse para el establecimiento de variedades forestales y/o ser declaradas suelos en protección como indica el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego en su Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG “Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor”.

Producto del desconocimiento de las aptitudes de los suelos por los campesinos de nuestro país, se han instalado unidades agropecuarias en tierras no aptas para la agricultura, ocasionando la erosión de los suelos y de los principales nutrientes a través del riego por gravedad y la erosión hídrica a consecuencia del despoblamiento de la masa vegetal natural. A ello se suma el déficit hídrico en muchas cuencas y microcuencas de nuestro territorio.

Lo expuesto no es ajeno a la medio actual del uso de las tierras en nuestro Departamento de Huánuco, además de mencionar que nuestras unidades agrícolas en su gran mayoría repercute en una agricultura familiar de subsistencia en donde la mayor fuerza de labor proviene del núcleo familiar, debido a su geografía territorial de nuestro Departamento permite el desarrollo de diferentes microclimas, en donde actualmente se evidencia el desarrollo de cultivos anuales y perennes en territorios andinos y amazónicos de nuestro Departamento. En la Provincia de Huánuco y sus Distritos que la conforman también cuentan con aptitudes geográficas descritas líneas arriba, por lo tanto, ha permitido que los campesinos adapten cultivos altamente rentables y con gran demanda en el mercado Local, Provincial, Regional,



Nacional y Extranjera; tal es el caso de la palta, lúcuma, durazno, aguaymanto, granadilla, papaya nativa, tara y la inserción de pastos mejorados para la producción de cuyes. Sin embargo, cabe precisar que el principal problema para el desarrollo expansivo de los cultivos altamente rentables descrito, es el déficit del acceso al riego tecnificado y/o infraestructuras agrícolas, la débil asistencia técnica en materia agronómica y el desconocimiento funcional del sistema suelo.

La microcuenca de Quiullacocha ubicada en el Distrito de Santa María del Valle – Provincia de Huánuco; no es ajeno a lo expuesto, ya que los agricultores asentados en esta microcuenca labran las tierras a pesar del déficit en infraestructuras productivas y técnicas agronómicas; sin embargo, se percibe que los agricultores han desarrollado la capacidad de resiliencia para responder frente a la demanda de alimentos frescos por las familias de las principales ciudades asentadas en la cuenca abajo. El Gobierno Local y la Agencia Agraria del Gobierno Regional, vienen brindando esporádicamente los servicios de asistencia técnica, pero no han tomado énfasis en analizar el estado situacional de los suelos como factor clave para perfeccionar las condiciones de adaptabilidad y fertilización de los cultivos existente en la microcuenca.

En tal sentido esta tesis pretende ser un elemento de conocimiento técnico para el estudio de factores limitantes de la fertilidad de suelos en los componentes físico, químico y biológico por unidades fisiográficas, con la finalidad de brindar información referente al escenario situacional de fertilidad de los suelos con el diseño de manejar y conservar adecuadamente dicho recurso y propiciar un plan nutricional idóneo de los cultivos para los agricultores de la microcuenca de Quiullacocha del Distrito de Santa María del Valle.

# 1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Fundamentación del problema

La actividad agrícola que se desarrolla actualmente en el Distrito de Santa María del Valle repercute en una agricultura familiar de subsistencia en donde la mayor fuerza de labor proviene del núcleo familiar, debido a su geografía territorial permite el desarrollo de diferentes microclimas, en donde actualmente se evidencia el desarrollo de cultivos anuales y perennes tales como: papa blanca, papas nativas, maíz, calabaza, arveja, frijol, hortalizas, pastos mejorados, granadilla, aguaymanto, palto, lúcuma, chirimoya, pepino dulce, tara, pino, eucalipto, etc.

Por sus características geográficas mencionadas ha permitido que los agricultores adapten cultivos altamente rentables y con gran demanda en el mercado Local, Provincial, Regional y Nacional tal es el caso de la palta, lúcuma, aguaymanto, granadilla y la inserción de pastos mejorados para la producción de cuyes. Sin embargo, cabe precisar que el principal problema para el desarrollo expansivo de los cultivos altamente rentables descrito líneas arriba, es el inaccesso al riego tecnificado, la asistencia técnica en materia agronómica y el desconocimiento funcional del sistema suelo.

La microcuenca de Quiullacocha no es ajeno a lo expuesto, ya que los agricultores asentados en esta microcuenca labran las tierras a pesar del déficit en infraestructuras productivas y técnicas agronómicas; sin embargo, se percibe que los agricultores han desarrollado la capacidad de resiliencia para responder frente a la demanda de alimentos frescos por las familias de las principales ciudades asentadas cuenca abajo.

El Gobierno Local y la Agencia Agraria del Gobierno Regional, vienen brindando esporádicamente los servicios de asistencia técnica, pero no han tomado énfasis en analizar el estado situacional de los suelos como factor clave para perfeccionar las condiciones de adaptabilidad y fertilización de los cultivos existente en la microcuenca.

En el presente proyecto de investigación se realizara el estudio de la situación actual de la fertilidad de los suelos en los componentes físico, químico y

biológico en las unidades fisiográficas existentes en la microcuenca, con la finalidad de brindar información referente al escenario situacional de fertilidad de los suelos con el propósito de manejar y conservar adecuadamente dicho recurso y propiciar un plan nutricional idóneo de los cultivos para los agricultores de la microcuenca de Quiullacocha del Distrito de Santa María del Valle.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuáles serán los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Cuáles serán las propiedades físicas de los suelos que limitan la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha?
2. ¿Cuáles serán las propiedades químicas de los suelos como factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha?
3. ¿Cuáles serán los niveles de fertilidad del suelo por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha?

### **1.3 Formulación de objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las propiedades físicas de los suelos como factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha.
2. Analizar las propiedades químicas de los suelos como factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha.
3. Determinar los niveles de fertilidad del suelo por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha.

## **1.4 Justificación**

El estudio de investigación se justifica en el marco de 03 pilares:

Desde lo económico, porque al determinar los factores limitantes de los suelos, se podrá establecer un plan de fertilización nutricional y corrección de los suelos en donde los agricultores proyectaran su inversión ajustada al resultado de la investigación, generando impactos positivos en los costos de producción.

Desde lo social, porque representa una alternativa para el pequeño agricultor en cuanto a mejorar su calidad de vida elevando su producción, ya que teniendo mayores ingresos mejorará la educación de sus hijos e hijas afirmando un buen futuro para su generación.

Desde lo ambiental, porque los habitantes de la microcuenca de Quiullacocha se informarán respecto a las limitaciones y potencialidades de su suelo y utilizarán insumos de manera racional para mantener y conservar la fertilización de sus suelos sin perder de vista la incorporación de enmiendas orgánicas como prioridad para cuidar la microfauna existente en el suelo agrícola.

## **1.5 Limitaciones**

### **1.5.1 Internas**

Las limitaciones internas identificadas en la microcuenca de Quiullacocha son:

- Limitado acceso vial a las cabeceras de la microcuenca.
- Limitado transporte terrestre.
- La pandemia del COVID – 19, genera desconfianza del productor hacia el visitante.

### **1.5.2 Externas:**

Las limitaciones externas identificadas en la microcuenca de Quiullacocha son:

- Condiciones climáticas.

## **1.6 Formulación de hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

Existen factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

1. Algunas propiedades físicas de los suelos son factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha.
2. Ciertas propiedades químicas de los suelos son factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha.
3. Es probable que los niveles de fertilidad de suelos son factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha.

## **1.7 Variables**

- Variable independiente: Factores físicos, químicos y biológicos.
- Variable dependiente: Fertilidad de los suelos
- Variable interviniente: Factores climáticos

## **1.8 Definición teórica y operacionalización de variables**

### **1.8.1 Definición teórica**

Una variable de estudio es un vocablo que se monopoliza para describir a cualquier tipo de relación de causa y efecto. En técnicas frecuentes una variable simboliza un carácter medible que cambia a lo largo de un trabajo de investigación y se evidencia a nivel de resultados.

## 1.8.2 Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Factores físicos y químicos.	Muestreo de suelos Información cartografía Reglamento de Capacidad de Uso Mayor -CUM	Clase textural, Drenaje, Pedregosidad superficial, niveles de pH, disponibilidad de N, P, K; disponibilidad de materia orgánica
Fertilidad de los suelos.	Propiedades Químicas Reglamento de Capacidad de Uso Mayor -CUM	Factores disponibles %m.o, %N, P ppm y K ppm.
Factores climáticos	Microcuenca de Quiullacocha	Clima suelo

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

**Vilcapoma (2017)** señala que realizó un estudio del estado nutricional de los suelos en los valles del Colca y Quilla, en dicho estudio ha evaluado los factores físicos (textura), químicos (pH, CIC, CC, AC, N total, P y K disponibles) y biológicos (materia orgánica). Logro obtener los rangos de fertilidad de los suelos en 13 zonas distribuidas en los valles mencionados líneas arriba.

**Silva (2019)** señala que realizó un estudio de los factores limitantes de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Picuruyacu, para este estudio ha evaluado los factores físicos, químicos y biológicos de los suelos, llegando a la conclusión que los suelos de la microcuenca estudiada presentan limitaciones fuertes en relación a los factores en estudio, para lo cual recomienda el análisis de suelos a nivel parcelario para la buena fertilización de los campos de cultivos.

### 2.2 Bases teóricas

#### 2.2.1 Suelo

**Asado (2012)** indica que, el suelo es un método esparcido muy complicado, diferenciándose tres fases: sólida, líquida y gaseosa; consta de un conjunto de mecanismos físicos, químicos y biológicos que permiten el progreso de la vida sobre la superficie del suelo. Entre sus compuestas funciones se encuentran las de anclar, sostener y alimentar las plantas que son la base de la agricultura, ganadería y el principal soporte de la alimentación humana.

**FAO (2021)** reporta que, el termino suelo conlleva a conceptualizar su significado desde varios puntos de las ciencias naturales, es así que tradicional se describe, el medio y soporte natural para el crecimiento de las plantas sobre su superficie. Por otro lado, desde el punto de vista edafológico se ha determinado como un organismo natural, el mismo que se encuentra estructurado en capas y horizontes; y que a lo largo de su estructura presenta materiales de minerales meteorizados, materia organiza, aire y agua.



**Martin y Adad (2006)** indican que el suelo es el recurso más trascendental para el desarrollo de la vida en el planeta, en ella se desarrolla actividades agrícolas y pecuarias, del suelo depende la disponibilidad de alimentos para el mundo. Mientras que **Jaramillo (2003)** menciona que el suelo es un ente complejo conformado por cuatro variables: agregados minerales, materia orgánica, disolución del suelo y el aire.

**Atlas y Bartha (2002)** indican que, el suelo es un sistema organizado, diverso e intermitente. Desarrollado a partir de la combinación de minerales, materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes capaces de sostener el crecimiento de microorganismos in- situ.

### **2.2.2 Propiedades físicas del suelo**

**UNLP (2021)** reporta que, el suelo es un ente poroso que se compone en su estructura con partículas orgánicas e inorgánicas de manera heterogénea respecto a su disgregación, agua y aire en cantidades variables, la integración de los componentes expuestos le dan características de textura, estructura, consistencia, porosidad, drenaje y profundidad efectiva. Dada la complejidad y variabilidad de los suelos se pueden establecer pautas de manejo y calcular el rendimiento proyectado.

**Chen (2000)** menciona que, el suelo es muy variable debido a características particulares como la textura, profundidad, infiltración de agua en el suelo, densidad aparente y la capacidad de retener el recurso hídrico

### **2.2.3 Textura del suelo**

**Asado (2012)** menciona que, la textura es el equilibrio relativo de los diferentes grupos dimensionales o fracciones, depende de la naturaleza de la roca madre, así como de los factores y los procesos de formación del suelo; representa el porcentaje en que se encuentra el material mineral que constituye el suelo: arena gruesa, arena media, arena fina, limo y arcilla. Esta característica gobierna la velocidad y magnitud de muchas reacciones físico – químicas, porque determina la superficie en que tiene lugar las reacciones.

**Zavaleta (1992)** menciona que, el suelo se compone texturalmente por los niveles de porciones de arena, limo y arcilla. Además, se precisa que

descarta a partículas minerales más grandes que la arena con diámetros de 2mm, estos agregados son estimadas como cambiadores texturales, como son: grava (0.2 – 2 cm), gravilla (2 – 5 cm), guijarros (15 – 25 cm), rodador (25 – 50 cm) y los bloque (+ 50 cm); además de los agregados estables formados por consecuencia de la materia orgánica. Mientras que **Sánchez (2007)** indica que, la textura del suelo está compuesto proporcionalmente por porcentajes de arena, limo y arcilla.

#### 2.2.4 Clase textural

**Asado (2012)** indica que, la clase textural del suelo es un elemento importante para determinar potencialidades en el mismo, tales como: la capacidad de infiltración, el desplazamiento y/o movimiento y almacenamiento del recurso agua. Las clases textuales varían según la proporción de partículas que lo componen: arena, limo y arcilla. Señalar que la arcilla contiene las partículas y espacios porosos más pequeños, seguido del limo y la arena, estos últimos poseen partículas y espacios porosos más grandes.

**Zavaleta (1992)** indica que, las diferentes clases texturales presentes en el suelo, varían conforme su composición porcentual de arena, limo y arcilla. Además, señala que contiene solo doce clases texturales básicas.

**Asado (2012)** reporta la clasificación textural de los suelos.

**Tabla 1.** Clasificación textural de los suelos

Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	
Gruesa	86 – 100	0 – 14	0 – 10	Arenoso	Suelos arenosos
	70 – 86	0 – 30	0 – 15	Arenoso franco	
Moderadamente gruesa	50 – 70	0 – 50	0 – 20	Franco arenoso	Suelos francos
Media	23 – 52	28 – 50	7 – 27	Franco	
	20 – 50	74 – 88	0 – 27	Franco limoso	
	0 – 20	88 – 100	0 – 12	Limoso	
Moderadamente fina	20 – 45	15 – 52	27 – 40	Franco arcilloso	
	45 – 80	0 – 28	20 – 35	Franco areno arcilloso	
	0 – 20	40 – 73	27 – 40	Franco arcillo limoso	
Fina	45 – 65	0 – 20	35 – 55	Arcilloso arenoso	Suelos arcillosos
	0 – 20	40 – 60	40 – 60	Arcillo limoso	
	0 – 45	0 – 40	40 – 100	Arcilloso	

Fuente: USDA (2005).

#### 2.2.5 Pedregosidad superficial

**MINAGRI (2009)** reporta en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, que la pedregosidad cuenta a la simetría es

concerniente de piedras mayores de 25 cm de diámetro que se evidencia en la parte superficial del suelo.

**Tabla 2.** Clases de Pedregosidad Superficial

Símbolo	Clase
<b>0</b>	<b>Libre a ligeramente pedregoso</b> No interfiere con la labranza. Las piedras o pedrejonos cubren entre 0,01 y 0,1% de la superficie. Las piedras ocasionales se encuentran a distanciamientos mayores a 20 m.
<b>1</b>	<b>Moderadamente pedregoso:</b> Presencia de piedras que dificultan la labranza. Requiere de labores de desempiedro para cultivos transitorios. Las piedras o pedrejonos cubren el 0,1 a 3% de la superficie. Las piedras se distancian entre 3 y 20 m.
<b>2</b>	<b>Pedregoso</b> Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir cultivos transitorios, pero permiten la siembra de cultivos perennes. Las piedras o pedrejonos cubren entre 3 y 15% de la superficie. Las piedras se distancian entre 1 y 3 m.
<b>3</b>	<b>Muy pedregoso</b> Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir toda posibilidad de cultivo económico, pero permite el pastoreo o extracción de madera. Las piedras o pedrejonos cubren 15 y 50% de la superficie. Las piedras se distancian entre 0,5 y 1 m.
<b>4</b>	<b>Extremadamente pedregoso</b> Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir todo uso económico inclusive ganadero y producción forestal. Las piedras o pedrejonos cubren entre 50 y 90% de la superficie. Las piedras se distancian menos de 0,50 m.

### 2.2.6 Drenaje

**MINAGRI (2009)** reporta en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, las clases de drenaje existentes, estos mismo difieren por su rapidez y grado con que el agua es removida del suelo respecto del escurrimiento superficial y el movimiento de las aguas hacia los espacios subterráneos.

**Tabla 3.** Clases de Drenaje

Símbolo	Clase
<b>A</b>	<b>Excesivo:</b> El agua es removida del suelo muy rápidamente. Los suelos en esta clase de drenaje son arenas y muy porosos, áreas muy empinadas (escarpadas) o ambos; puede incluir subgrupos líticos.
<b>B</b>	<b>Algo excesivo:</b> El agua es removida del suelo rápidamente. Esta clase de drenaje incluye suelos porosos, de permeabilidad moderadamente rápida y/o escurrimiento rápido áreas empinadas o ambos. El solum está normalmente libre de monteaduras y gley
<b>C</b>	<b>Bueno:</b> El agua es removida del suelo con facilidad, pero no rápidamente. Incluye generalmente suelos de textura media. Puede haber monteaduras de gley en la parte inferior del horizonte C o a profundidades mayores
<b>D</b>	<b>Moderado:</b> El agua es removida del suelo algo lentamente, de tal manera que el perfil este mojado por un periodo pequeño, pero significativo de tiempo. Por ejemplo, suelos con napa algo alta, capa ligeramente impermeable del suelo a menudo hay monteaduras de gley en el horizonte B.
<b>E</b>	<b>Imperfecto:</b> El agua es removida lo suficientemente lenta como para mantenerlo mojado por periodos significativos, pero no todo el tiempo. Por ejemplo, suelos de napa alta, capa poco permeable superficial. A menudo hay monteaduras de gley la parte inferior del horizonte A o inmediatamente debajo de este.
<b>F</b>	<b>Pobre:</b> El agua es removida del suelo tan lentamente que el suelo permanece mojado por un largo periodo de tiempo. Por ejemplo, suelos de napa alta, capa poco permeable superficial, filtraciones, áreas ligeramente depresionadas.

### 2.2.7 Densidad aparente del suelo

**Asado (2012)** menciona que, como en todo cuerpo físico, la densidad del suelo se manifiesta como la relación entre la masa por unidad de volumen. Considerando su carácter poroso se distinguen dos tipos de densidad: la densidad real, que se refiere a la densidad media de las partículas sólidas del suelo y, la densidad aparente, que toma en cuenta el volumen de poros. Generalmente se maneja como unidad de superficie la hectárea y como

profundidad respecto a la capa arable, que se instituye como promedio en 0.20 m. y que varía según el cultivo a instalar. Mientras que **Sánchez (2007)** indica que, la densidad aparente del suelo, es un valor más inconstante que depende de la textura, el contenido de materia orgánica y la estructura.

**USDA (1999)** menciona que, la densidad aparente del suelo es una propiedad dinámica que cambia con la condición estructural del suelo. Esta condición puede ser alterada por la actividad agropecuaria, el uso de maquinarias agrícolas, el clima a través del impacto de gotas de lluvia.

**Acebedo et al (2005)** indica que, la existencia de estratos compactados del suelo condiciona a la presencia de altas densidades aparentes y limitan el desarrollo de las raíces, perjudicando significativamente el movimiento del aire y el agua a través del suelo. La compactación del suelo y las limitaciones para el desarrollo de raíces, están sujetos a la densidad aparente, este mismo serviría como un indicador para la toma de decisiones en la actividad antrópica. La densidad aparente del suelo oscila entre 1.0 y 1.7  $g/cm^3$  y generalmente incrementa con la profundidad en el perfil.

### **2.2.8 Propiedades químicas del suelo**

**FAO (2021)** reporta que, en el suelo las propiedades químicas varía con el pasar del tiempo, un factor clave que determina la variación es el agua. Por efecto del agua algunas sustancias químicas se lixivian en las capas inferiores del suelo y otras menos solubles se mantienen en las capas superficiales del suelo. En el suelo existen sustancias químicas que se eliminan con mayor rapidez, tal es el caso de los cloruros y los sulfatos; seguido por el calcio, sodio, magnesio y potasio.

**Cepeda (1991)** menciona que, el potencial de hidrogeniones (pH) y los elementos nutricionales deben de ser medidos periódicamente, por ser necesario para la planificación de la fertilización de cultivos con el objetivo de obtener los mejores rendimientos de cosecha.

### **2.2.9 El pH**

**Asado (2012)** indica que, en términos químicos el potencial de hidrogeniones (pH) mide la acidez o alcalinidad de una solución e indica la

concentración de los iones hidronio [ $H_3 O^+$ ] que se encuentran presentes en determinadas sustancias.

**INTAGRI (2021)** reporta que, el pH viene a ser un factor químico del suelo que consiente determinar qué tan acida o alcalina es la solución del suelo, es en esta solución de donde las raíces de las plantas toman los elementos nutricionales necesarios para su crecimiento y desarrollo fenológico. La escala medible del pH conforma los valores de 0.0 a 14.0. El pH a su vez funciona como un indicador de la disponibilidad de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo hacia las plantas, Cuando el rango del pH es ideal 5.5 a 6.5 admite que la totalidad de los nutrientes conserven su máxima disponibilidad y por debajo de dicho nivel se pueden mostrar dificultades de deficiencia de elementos nutricionales.

**Asado (2012)** añade la categorización de los suelos según su pH y sus posibles efectos en el suelo.

**Tabla 4.** Clasificación de los suelos según su pH

Rango	pH	Efectos en el Suelo
Ultra ácido	< 3.5	Condiciones extremadamente desfavorables.
Extremadamente ácido	3.6 - 4.4	Condiciones extremadamente desfavorables.
Muy fuertemente ácido	4.5 - 5.0	Posible toxicidad por Al.
Fuertemente ácido	5.1 - 5.5	Exceso de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Deficiencia de Ca, K, N, Mg, Mo, P, S. Escasa actividad microbiana.
Moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Adecuado para la mayoría de los cultivos.
Ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Disponibilidad máxima de nutrientes.
Neutro	6.6 - 7.3	Mínimos efectos tóxicos. A pH $\leq$ 7, carecen de $CaCO_3$ .
Ligeramente alcalino	7.4 - 7.8	Suelos generalmente con $CaCO_3$ .
Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4	Disminuye disponibilidad de P y B. Deficiencia creciente de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Deficiencia de Ca, K, N, Mg, Mo, P, S. Escasa actividad microbiana.
Fuertemente alcalino	8.5 - 9.0	En suelos con $CaCO_3$ , puede deberse a $MgCO_3$ si no hay sodio intercambiable.
Muy fuertemente alcalino	> 9.1	Presencia de carbonato sódico. Elevado porcentaje de Na intercambiable. Toxicidad por Na, B. Escasa actividad microbiana. Micronutrientes poco disponibles, excepto Mo.

### **2.2.10 Escala del pH**

**Zavaleta (1992)** menciona que, el rango de pH está conformado por valores de 0 a 14, sin embargo, en los suelos se han mostrado valores entre 3.5 y 10, La tabla N° 4, nos indica algunas deducciones generales y los valores de pH; pero el nivel de acidez y alcalinidad han sido modificados conforme con aquellas inferencias por su significado en el manejo de los suelos.

### **2.2.11 Elementos esenciales para las plantas**

**Asado (2012)** menciona que, La identificación de los elementos esenciales para las plantas no se pudo lograr únicamente con el análisis químico del suelo, ni con los análisis directos de determinados tejidos u órganos de la planta. El método utilizado por J. Sachs y W. Knopen, en el siglo XIX, para determinar los elementos esenciales requeridos por las plantas estuvo basado en las llamadas disoluciones nutritivas, que permitían la eliminación de procesos interferentes entre los elementos químicos intervinientes y la posibilidad de añadir o eliminar el que desee.

**Asado (2012)** añade que, bajo los criterios de esencialidad, se puede apreciar la existencia de nueve elementos (C, O, H, N, Ca, K, S, P y Mg), que por ser requeridos por las plantas en grandes cantidades se denominan macronutrientes o macroelementos; éstos se dividen a la vez en tres grandes grupos por su origen y concentración: no minerales, primarios y secundarios. Además, se consideran ocho micronutrientes esenciales (Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn, Cl y Ni). Existe un grupo de elementos (Na, Si, Co, V, Rb, Sr, Al, Ba) que aún no tienen establecida su esencialidad para todas las plantas superiores. Por ejemplo, se ha encontrado sodio en altas concentraciones en algunas especies adaptadas a condiciones salinas, reconociendo sus efectos beneficiosos en algunos casos y en otros su esencialidad; también se ha establecido que el silicio es esencial para el arroz.

**Tabla 5.** Clasificación de los elementos esenciales para las plantas

Fuente: Navarro (2000).

NUTRIENTES ESENCIALES PARA LAS PLANTAS				
PARA TODAS			PARA ALGUNAS	
EN CANTIDADES RELATIVAMENTE GRANDES			EN CANTIDADES RELATIVAMENTE PEQUEÑAS	
AIRE - AGUA	SUELO	SUELO	SUELO	SUELO
MACRONUTRIENTES			MICRONUTRIENTES	
NO MINERALES	PRIMARIOS	SECUNDARIOS		
1. Carbono	4. Nitrógeno	7. Calcio	10. Hierro	18. Sodio
2. Oxígeno	5. Fósforo	8. Magnesio	11. Manganeseo	19. Silicio
3. Hidrógeno	6. Potasio	9. Azufre	12. Boro	20. Cobalto
			13. Molibdeno	21. Vanadio
			14. Cobre	22. Rubidio
			15. Zinc	23. Estroncio
			16. Cloro	24. Aluminio
			17. Niquel (*)	25. Bario

### 2.2.12 Macronutrientes

**Asado (2012)** menciona que, dentro del grupo de los macronutrientes se encuentran nueve elementos que son requeridos por las plantas en grandes concentraciones. Mientras que las plantas toman oxígeno y anhídrido carbónico del aire, el agua es generalmente absorbida por las raíces del suelo. Los tres primeros elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno, considerados como no minerales, son lo suficientemente abundantes en la naturaleza como para que no se produzca su carencia durante el desarrollo de las plantas. Éstos, combinados químicamente en el proceso de la fotosíntesis, forman parte de los compuestos orgánicos como los carbohidratos, lípidos, metabolitos secundarios, etc. Y participan, conjuntamente con el nitrógeno, en la síntesis de las proteínas y ácidos nucleicos. El resto de los macronutrientes son considerados como elementos minerales y se encuentran divididos en macronutrientes primarios (N, P, K) y macronutrientes secundarios (Ca, Mg, S).



### 2.2.13 Macronutrientes primarios

**Asado (2012)** indica que, los macronutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio son aquellos elementos minerales que suelen agregarse regularmente al suelo a través del abonado, debido a que las plantas los toman en cantidades importantes y que, dentro de la solución del suelo no son lo suficientemente abundantes como para cubrir las exigencias de las plantas.

### 2.2.14 Nitrógeno (N)

**Asado (2012)** menciona que el nitrógeno es un elemento no metálico que se encuentra dentro del grupo VA de la tabla periódica y ampliamente distribuido en la naturaleza, está estimado como el cuarto nutriente, con el mayor porcentaje encontrados en los vegetales posteriormente del carbono, hidrogeno y oxígeno. **Sánchez (2007)** añade que, el origen principal del nitrógeno es la atmósfera, siendo este el gas predominante. El nitrógeno atmosférico se fija en el suelo a través microorganismos con capacidades especiales de fijación biológica.

**Tabla 6.** Niveles de nitrógeno total

Nivel	Nitrógeno (%)
Muy Bajo	< 0.07
Bajo	0.07 – 0.10
Medio	0.10 – 0.15
Alto	0.15 – 0.20
Muy Bajo	> 0.20

Fuente: Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada (2016).

### 2.2.15 Fósforo (P)

**Asado (2012)** menciona que, al igual que el nitrógeno, el fósforo viene a ser un elemento no – metálico perteneciente al grupo VA de la tabla periódica. Se caracteriza por brillar en la oscuridad, ser incoloro, semitransparente y blando. El contenido medio total de fósforo de la litosfera es de 0.13%, cantidad que varía de acuerdo a la profundidad del suelo y la composición de la madre roca.

**Navarro (2003)** añade que, el macronutriente con mayores limitaciones en el rendimiento de los cultivos es el fósforo, seguido del nitrógeno. Interviniendo en múltiples procesos bioquímicos a nivel celular. El mismo que se tiene en cuenta que un elemento esencial en la nutrición de las plantas.

**Tabla 7.** Niveles de fósforo (ppm)

Nivel	Fósforo (ppm)
Bajo	< 12
Medio	12 – 24
Óptimo	24 – 36
Alto	36 – 80
Muy Alto	> 80

Fuente: Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada (2016).

### 2.2.16 Potasio (K)

**Asado (2012)** menciona que el potasio es un metal alcalino perteneciente al grupo Al de la tabla periódica; es de color blanco, suave, de un brillo plateado y el séptimo elemento más abundante sobre la tierra; pues, se encuentra integrado al 2,6% de las rocas ígneas de la corteza terrestre. es el único anión monovalente, que además de ser enceníceles para los vegetales, asimismo los es para todos los seres vivos, con excepción de algunos microorganismos en la que puede ser sustituido por el rubidio; es adsorbidos en las plantas como ion K y requiriendo en cantidades tan elevadas como la demanda del nitrógeno.

**Navarro (2003)** menciona que, el elemento nutritivo esencial en el suelo es el potasio, este aplica para todos los organismos vivos que la habitan. Los cultivos agrícolas requieren de cantidades considerables de este elemento nutritivo al igual que el nitrógeno. El potasio en el elemento que actúa como activador de una gran cifra de enzimas, que actúan en varios procesos metabólicos tales como: la fotosíntesis, síntesis de proteína, y carbohidratos; al ser partícipe de estos elementos metabólicos descritos, el

potasio actúa favoreciendo significativamente en el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y en la calidad de los frutos.

**Tabla 8.** Niveles de potasio (ppm)

Nivel	Potasio (ppm)
Bajo	< 125
Medio	125 – 175
Óptimo	175 – 250
Alto	250 – 350
Muy Alto	> 350

Fuente: Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada (2016).

### 2.2.17 Micronutrientes

**Asado (2012)** indica que los micronutrientes llamados también elementos de traza, elementos menores, u oligoelementos, son aquellos requeridos por las plantas en cantidades relativamente pequeñas para cubrir sus necesidades nutricionales. Estos microelementos son ocho, a saber: hierro, manganeso, boro molibdeno, cobre, zinc, cloro y níquel. Los micronutrientes cuentan con múltiples propiedades en común, en la que destaca su actuación como activador de múltiples enzimas esenciales para el desarrollo de la vida animal y vegetal, señalar que ante la presencia de cantidades elevadas en las soluciones nutritivas produce toxicidad. Las plantas los requieren simplemente en proporciones que fluctúan entre 5 a 800ppm.

### 2.2.18 Materia orgánica

**Asado (2012)** menciona que, el rol de la materia orgánica se pone de manifiesto desde las primeras etapas de formación del suelo, que comienza con el emplazamiento de vida vegetal y animal sobre los primeros restos de descomposición del material original, aumentando paulatinamente su fertilidad. La desintegración de restos de vegetales y animales compone un proceso biológico básico donde el carbono es recirculado hacia la atmósfera como dióxido de carbono, quedando en el suelo, el nitrógeno y otros

elementos como el fósforo, azufre y micronutrientes. Durante este proceso, la materia orgánica es transformada en humus por la acción de los microorganismos del suelo en conjunción con los factores condicionantes de su entorno; simultáneamente, parte del humus nativo es mineralizado y aprovechado por las plantas.

**Navarro (2003)** indica que, la parte esencial en el suelo es la materia orgánica o humus. Para los especialistas no existe una definición específica para el término humus, pero en general se entiende que se refiere a las “sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal”.

#### 2.2.18.1 Niveles de materia orgánica en el suelo

**Navarro (2003)** menciona que, el porcentaje de materia orgánica en el suelo es muy modificado, debido a la composición fisiográfica de los territorios, asimismo los niveles del contenido varía de acuerdo a su ubicación geográfica, así, mientras que en un valle aluvial de la costa peruana un 2% es alto, este mismo valor en la sierra sería bajo y en la amazonia sería bajo este mismo valor sería medio. Partiendo de esa premisa es que los niveles bajo, medio y alto deben ser determinados a nivel de cada una de las regiones existentes en el Perú. Teniendo en cuenta las necesidades para cada cultivo determinado en un sistema de producción agrícola y/o pecuaria. Además de tener en cuenta que los cultivos que mayor demandan en materia orgánica son las especies frutales.

**Tabla 9.** Niveles de contenido de materia orgánica (%)

Nivel	Contenido (%)
Muy baja	< 1
Baja	1 – 2
Media	2 – 3
Alta	3 – 4
Muy Alta	> 4

Fuente: Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada (2016).

### 2.2.19 Fisiografía

**Villota (1997)** menciona que, un método moderno para la interpretación de imágenes de la superficie del suelo es el análisis fisiográfico, el mismo que se basa en la relación del paisaje suelo. Se considera aquí que "los suelos son perfiles tanto como paisajes", tal como asevera el manual de levantamientos de suelos del MINAGRI. Por una parte, el suelo es una unidad del paisaje fisiográfico. Sin embargo, para determinar la fisiografía se requiere de información climatológica, geomorfológica, geológica, topografía y otras disciplinas.

Además, la fisiográfica se refiere a la geografía física de un área determinada, en donde analiza la superficie del suelo terrestre de manera espacial y sistémica, es importante señalar que estas relaciones dan lugar a distintas geoformas de la tierra.

### 2.2.20 Fertilidad del suelo

**MINAGRI (2009)** reporta en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, que la fertilidad del suelo es concerniente al contenido de elementos nutricionales (macronutrientes) tales como: la materia orgánica (nitrógeno), el fósforo y el potasio de la capa superficial del suelo, hasta los 30 cm de espesor. Su valor alto, medio o bajo se establece empleando la ley del mínimo, este mismo quiere enunciar que es definida por el parámetro que muestra el menor valor.

**Tabla 10.** Descriptor de la fertilidad del suelo

Símbolo	Descripción
1	<b>Fertilidad Alta</b> Todos los contenidos de <b>materia orgánica, nitrógeno, fósforo y/o potasio</b> son altos.
2	<b>Fertilidad Media</b> Cuando alguno de los contenidos de <b>materia orgánica, fósforo y/o potasio</b> son altos.
3	<b>Fertilidad Baja</b> Cuando por lo menos uno de los contenidos de <b>materia orgánica, fósforo y/o potasio</b> es bajo.

**Tabla 11.** Parámetros que definen la fertilidad del suelo

<b>Nivel</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>	<b>Fósforo disponible (ppm)</b>	<b>Potasio disponible (ppm)</b>
Alto	Mayor de 4	Mayor de 14	Mayor de 240
Medio	2 – 4	<b>7 – 14</b>	<b>100 – 240</b>
Bajo	Menor de 2	Menor de 7	Menor de 100

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria – La Molina.

### **2.2.21 El estudio del suelo**

**Asado (2012)** menciona que los suelos están compuestos por una colección de material orgánico y mineral; además que el suelo tiene materia viva y sirve como anclaje para las plantas en un campo natural y en lugares en donde la actividad humada ha transformado la superficie del suelo para la producción agropecuaria.

**Cepeda (1991)** indica que, el conocimiento orientado al proceso de la composición del suelo, conlleva a la recabación de información del mismo con dos principales objetivos: el primero para mostrar la distribución geoespacial de los suelos sobre un mapa; y el segundo en proveer la información elemental acerca de los suelos en el area georreferenciada (mapeada), tecnificando la proyección del uso de los suelos sobre la tierra.

### **2.2.22 Cartografía de suelos**

**Asado (2012)** menciona que la cartografía de los suelos es el reconocimiento, localización y representación en un mapa del tipo de suelo de una región. Su objetivo es la elaboración de un mapa de suelos que representa la distribución de los tipos de suelos en el paisaje. Para ello, se debe definir las diferentes unidades fisiográficas de suelos una región y delimitar las extensiones geográficas que estas ocupan. Para realizar un levantamiento de un mapa de suelos se debe contar con un inventario morfológicos de los suelos para determinar las extensiones que ocupan, clasificar los suelos, estudiar sus propiedades, relacionar los suelos con los factores formadores y finalmente elaborar el instrumento cartográfico.

## **2.3 Bases conceptuales**

### **2.3.1.1 Factores limitantes de la fertilidad de los suelos**

**SCIELO (2021)** reporta que, el entorno geográfico representa a los factores limitantes agroproductivos, que en un momento determinado influyen negativamente en el desarrollo fenológico de los cultivos. Además, que estos factores suelen ser diversos y deben agruparse en: factores limitantes que se relacionan con el entorno geográfico, factores limitantes que resultan características edafológicas y factores limitantes que son proceso de degradación del suelo por influencia antropogénica.

### **2.3.1.2 Fisiografía**

**IIAP (2021)** reporta que, la fisiografía ayuda fundamentalmente a reconocer y definir (delimitar) las diferentes formas de la superficie de la tierra. Asimismo, la fisiografía suministra apoyo con información relevante a los profesionales de las disciplinas como son a la edafología, la ecología, al forestal, al hidrólogo, al agrónomo, etc.

### **2.3.1.3 Clasificación fisiográfica**

**IIAP (2021)** reporta que, el método empleado para la clasificación de las unidades fisiográficas comprende cuatro categorías básicas. El primer nivel comprende al granpaisaje (macromodelado), el segundo nivel, corresponde al paisaje (relacionado con el clima, litología, edad, etc.), el tercer nivel está referido al subpaisaje y finalmente el cuarto nivel de categorización inferior, que corresponde a los elementos del paisaje, representado por cuerpos naturales individualizados por drenaje, pendiente disectación, altura, etc.

**Tabla 12.** Superficie de las unidades fisiográficas existentes en la Provincia de Huánuco.

PAISAJE	SUB PAISAJE	PENDIENTE	UNIDAD FISIAGRÁFICA	ÁREA	%
Planicies	Planicies Fluviales	D 8 - 15 %	Terraza Fluvial Baja Fuertemente Inclinada	364.88	0.1%
		C 4 - 8 %	Cono de Deyección Moderadamente Inclinado	17.14	0.005%
	Planicies Coluvio-Aluviales	E 15 - 25 %	Cono de Deyección Moderadamente Empinado	1155.18	0.3%
		D 8 - 15 %	Cono de Deyección Fuertemente Inclinado	762.19	0.21%
	Planicies Aluviales	B 2 - 4 %	Terraza Aluvial Media Ligeramente Inclinada	165.86	0.05%
		C 4 - 8 %	Terraza Aluvial Alta Moderadamente Inclinada	134.27	0.0%
		D 8 - 15 %	Terraza Aluvial Alta Fuertemente Inclinada	3339.05	0.92%
		D 8 - 15 %	Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado	441.51	0.1%
	Conos Intermontañosos	F 25 - 50 %	Cono de Deyección Aluvial Empinado	51.69	0.01%
	Montañas	Valles Intermontañosos	E 15 - 25 %	Valle con Depositos Morrenicos Moderadamente Empinado	1034.13
E 15 - 25 %			Valle con Depositos Aluviales Moderadamente Empinado	604.74	0.2%
G 50 - 75 %			Valle Glaciofluvial Muy Empinado	101.56	0.03%
E 15 - 25 %			Valle Glaciofluvial Moderadamente Empinado	13021.79	3.6%
D 8 - 15 %			Valle Glaciofluvial Fuertemente Inclinado	113.65	0.03%
E 15 - 25 %			Valle Fluvioglacial Colgado Moderadamente Empinado	282.43	0.08%
E 15 - 25 %			Valle Estrecho Fluvial Moderadamente Empinado	53.55	0.01%
F 25 - 50 %			Valle Estrecho Fluvial Empinado	17.38	0.005%
G 50 - 75 %			Valle Colgado Muy Empinado	59.17	0.02%
E 15 - 25 %			Valle Colgado Moderadamente Empinado	1006.92	0.28%
F 25 - 50 %		Valle Colgado Empinado	26.15	0.01%	
Taludes de Terrazas		E 15 - 25 %	Talud de Terrazas Moderadamente Empinado	16.99	0.005%
		D 8 - 15 %	Talud de Terrazas Fuertemente Inclinado	112.84	0.031%
Laderas de Montañas		G 50 - 75 %	Laderas de Montañas Muy Empinadas	176766.60	48.6%
		E 15 - 25 %	Laderas de Montañas Moderadamente Empinadas	16339.34	4.49%
		D 8 - 15 %	Laderas de Montañas Fuertemente Inclinadas	90.50	0.02%
		H > 75 %	Laderas de Montañas Extremadamente Empinadas	15304.38	4.2%
		F 25 - 50 %	Laderas de Montañas Empinadas	129377.42	35.579%
Cimas de Montañas		C 4 - 8 %	Cimas de Montañas Moderadamente Inclinadas	250.93	0.1%
		B 2 - 4 %	Cimas de Montañas Ligeramente Inclinadas	172.45	0.05%
		D 8 - 15 %	Cimas de Montañas Fuertemente Inclinadas	156.11	0.04%

#### 2.3.1.4 Agricultura de Precisión

**AGMODERNA (2021)** reporta que, la agricultura de precisión comprende un conjunto de herramientas tecnológicas tales como: satélites, sensores, imágenes, datos geográficos y software, que se utilizan para el trabajo de campo y procesamiento en gabinete. La aplicación de estas herramientas tecnológicas nos ayuda a entender la variabilidad del suelo y el comportamiento de los cultivos agrícolas. Gracias a la información que se genera a partir de la agricultura de precisión se puede tomar decisiones más eficientes sobre la semilla a utilizar en la agricultura, el suelo donde se va a sembrar; además de predecir el rendimiento de la cosecha lo que hace más atractivo y preciso el trabajo del agricultor.

#### 2.4 Bases epistemológicas

La tesis se enmarcará en la línea de la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). La ZEE es un proceso metodológico que sirve para



identificar las múltiples alternativas de uso razonable de un territorio determinado, desde lo físico, biológico, social, económico y cultural, con el fin de que los territorios aprovechen sus ventajas compartidas. En ese marco el presente trabajo de investigación se propone realizar un estudio especializado de una microcuenca bajo los principios de la Zonificación Ecológica y Económica, es así que se realizó el estudio de los suelos en cada unidad fisiográfica identificada con la finalidad de analizar y comparar los factores limitantes físicos, químicos y biológicos de los suelos que impactan en la producción agrícola. Finalmente, para determinar la fertilidad de los suelos en cada unidad fisiográfica se ha tomado en cuenta los reglamentos normativos vigentes en la materia y los resultados se representarán en mapas cartográficos para su mejor entendimiento del estudio.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 **Ámbito**

El trabajo se ejecutó en la microcuenca de Quiullacocha, Distrito de Santa María del Valle, ubicado a 14.10 km de la capital de la Provincia de Huánuco – Departamento de Huánuco.

##### 3.1.1 **Ubicación política**

Región : Huánuco  
Provincia : Huánuco  
Distrito : Santa María del Valle  
Lugar : Microcuenca de Quiullacocha

##### 3.1.2 **Posición geográfica**

Latitud sur : 9° 53' 27.35" S  
Longitud oeste : 76° 9' 35.54" O  
Altitud : 1908 msnm – 3809 msnm

##### 3.1.3 **Zona de vida**

Según el mapa ecológico del Perú, actualizado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA y validado por el Ministerio del Ambiente – MINAM, el lugar corresponde a las zonas de vida: monte espinoso - Pre Montano Tropical (me – PT) y bosque seco Montano Bajo Tropical (bs – MBT) La vegetación dominante es de tipo xerofítica, arbustiva y en gran parte modificaciones por acción del hombre. Cuyas características son las siguientes: temperatura anual media máxima de 19 °C y la mínima de 14 °C, el promedio de la precipitación total anual de 600 mm y el promedio mínimo 270 mm.

#### 3.2 **Población**

La población en estudio estuvo conformada por las unidades de producción de la microcuenca de Quiullacocha.

#### 3.3 **Muestra**

Se determinó puntos de control estratégico que tengan similitud por unidad fisiográfica y sea representativa, a nivel de la microcuenca con la

finalidad de extraer material para el análisis correspondiente y la generación de polígonos cartográficos con información primaria.

### **3.4 Nivel y tipo de estudio**

Se realizó un estudio no experimental de nivel descriptivo (Tamayo y Tamayo 2006), que consistió en la descripción, el registro, el análisis e interpretación de los factores físicos y químicos de los suelos de la microcuenca de Quiullacocha.

### **3.5 Diseño de investigación**

La investigación se desarrolló en tres etapas: etapa de gabinete, etapa de campo y etapa post campo (sistematización). La etapa de gabinete consistió en recopilar de información primaria (información cartográfica, imágenes de satélite, estudios similares, etc.) y preparación de material de campo (delimitación de la microcuenca, ficha de encuesta, carta de presentación, etc.); la etapa de campo consistió en la aplicación de los instrumentos generados en la primera etapa, además de los muestreos de suelos en cada unidad fisiográfica identificada para la microcuenca y finalmente la etapa post campo, consistió en la sistematización de la data a partir de la información recaba en la etapa de campo y el análisis e interpretación de las fichas de análisis de suelos para determinar los objetivos planteados en la investigación.

### **3.6 Métodos, técnicas e instrumentos**

#### **3.6.1 Método**

Es de transcendencia descriptivo, comparativo y explicativo, debido a que se describió y realizó una comparación de las diferentes unidades fisiográficas en estudio.

#### **3.6.2 Técnicas e instrumentos**

##### **3.6.2.1 Técnicas para obtener información bibliográfica**

- **Fichaje:** Permitió recolectar la información bibliográfica para elaborar la literatura citada.

- **Análisis de contenido:** Será el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos leídos para elaborar el sustento teórico.
- **Observación:** Permitió obtener información sobre los aspectos observados directamente en campo.
- **Evaluación:** Permitió determinar los factores limitantes de los suelos por unidades fisiográficas.

### **3.7 Validación y confiabilidad del instrumento**

#### **3.7.1 Instrumentos bibliográficos**

- **Fichas de investigación:** Textuales, comentarios y de resumen.
- **Fichas de localización:** Bibliográficas, hemerográficas e internet.

#### **3.7.2 Instrumentos de campo**

- **Libreta de campo:** Donde se registró los datos de la variable dependiente (Fertilidad de los suelos).
- **Guías de evaluación:** Tabla de Munsell.

#### **3.7.3 Materiales, instrumentos, software y equipos.**

##### **Materiales de Campo**

- Cuaderno de campo, lapicero, marcador indeleble
- Regla, wincha
- Pico, pala recta, machete
- Kit de muestreo de suelos
- Bolsas polietileno

##### **Material Cartográfico**

- Carta Nacional restituida con curvas a nivel cada 30 m a escala 1:100,000 levantada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), usándose solo el cuadrante correspondiente al área en estudio.
- Mapa Fisiográfico de la Provincia de Huánuco del Proyecto de Zonificación Ecológica y Económica del GOREHCO.

##### **Software**

- ArcGIS 10.8, MapSource, Base camp y Google Earth Pro

##### **Equipos**

- Cámara fotográfica, GPS Garmin Map 64 y Laptop i7

### **3.8 Procedimiento**

#### **3.8.1 Determinar los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021**

Para determinar los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha se efectuó las siguientes acciones como parte del desarrollo del trabajo de investigación:

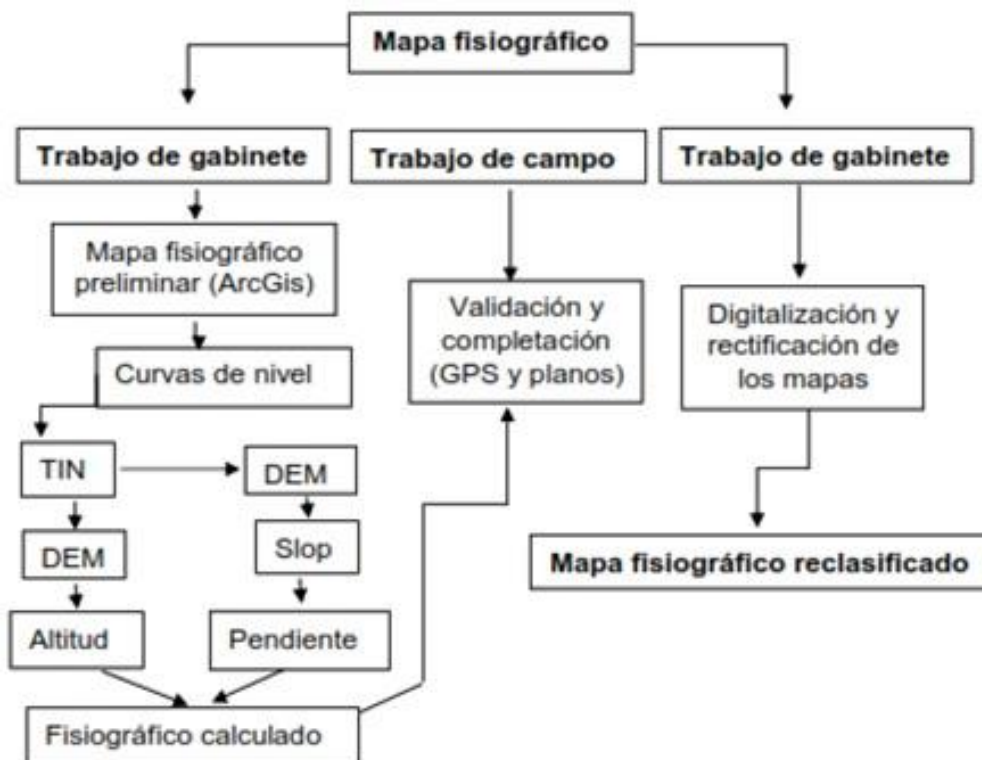
##### **3.8.1.1 Recolección de información primaria**

Se realizó la recopilación de información cartográfica, así como la obtención de imágenes satelitales de alta resolución disponibles, los mismos que han servido para el análisis espacial de la microcuenca, en dicho análisis se ha logrado elaborar los siguientes: la delimitación de la microcuenca y mapas base que posteriormente han permitido elaborar los mapas temáticos de los factores condicionantes del área en estudio.

##### **3.8.1.2 Preparación del mapa fisiográfico**

Para la preparación y/o elaboración del mapa fisiográfico de la microcuenca de Quiullacocha, se tomó en consideración la información del estudio Fisiográfico de la Provincia de Huánuco a escala 1:50,000, sobre la base existente se reclasificó la información ajustándose a la escala de trabajo de la microcuenca en estudio 1:10,000; para la reclasificación se tomó en cuenta el relieve, paisaje, aspectos geológicos, clima e hidrología de la microcuenca; y como componentes principales para la reclasificación de la fisiografía se ha elaborado y utilizado un Modelo Digital de Elevación – DEM de resolución espacial de 12m, con el cual se elaboró los mapas de altitudes y pendientes. Para la elaboración de los mapas cartográficos se ha manipulado el software ArcGIS 10.8 en específico la herramienta raster calculator para la reclasificación y obtención de las unidades fisiográficas de la microcuenca de Quiullacocha.

**Figura 1.** Esquema metodológico del mapa fisiográfico



### 3.8.1.3 Tipificación del área estudiada

Se ejecutó el reconocimiento de la microcuenca previa coordinación con las autoridades de cada una de las comunidades asentadas, a los mismos que se socializo los objetivos del trabajo de investigación a realizarse. Seguidamente se procedió a realizar los trabajos programados según el cronograma de ejecución del proyecto de tesis; en donde en primer lugar se ha validado la información cartográfica desarrollada en gabinete haciendo un recorrido de las partes altas, medias y bajas de la microcuenca Quiullacocha.

### 3.8.1.4 Determinación del número de calicatas y muestras

Para iniciar con el trabajo de muestreo de suelos, se utilizó como base el mapa fisiográfico reclasificado de la microcuenca Quiullacocha, en primer lugar, se validó las unidades fisiográficas y calculado el área de cada unidad fisiográfica se estableció los números de calicatas a muestrear discriminándose áreas por su aptitud productiva, relieve y pendiente, con la finalidad de ubicar las calicatas en puntos estratégicos representativos. Para el trabajo de investigación se ejecutó como mínimo 02 calicatas por unidad fisiográfica. Las calicatas fueron de 0.80m x 0.60m x 0.80m, de los cuales se

extrajo las muestras de suelos de la capa arable principalmente. El número total de calicatas fue 125 y se extrajo una muestra de suelo representativo de cada uno, los mismo que fueron etiquetados por número de muestra y unidad fisiográfica, fue secado bajo sombra a temperatura ambiente, rotulado y enviado a la Universidad Nacional Agraria de la Selva – UNAS para ser analizado en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

### 3.8.1.5 Interpretación de los análisis de suelos

La interpretación del resultado de los factores físicos y químicos analizados se realizaron teniendo en consideración como base los niveles y rangos citados en las bases teóricas tanto para pH, Materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Seguidamente se armó una base de datos en Excel para sistematizar y procesar los resultados obtenidos de laboratorio y campo; la data obtenida ha sido utilizada para la representación cartográfica y tabulación de datos estadísticos de los factores físicos y químicos, los mismos que ayudaron a entender el contexto limitante en la microcuenca.

### 3.8.2 Identificar las propiedades físicas de los suelos como factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha

Las propiedades físicas de los suelos se han determinado bajo la metodología del Reglamento de Capacidad de Uso Mayor de Suelos (Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG), para los factores físicos de pedregosidad superficial y drenaje; y utilizado el método del hidrómetro de Bouyoucos para determinar el factor físico de clase textural, el mismo que fue procesado por el técnico del laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la UNAS.

**Tabla 13.** Factores físicos del suelo.

<b>Factores físicos</b>	<b>Método utilizado</b>
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos
Pedregosidad superficial	Guía metodológica CUM
Drenaje	Guía metodológica CUM

### **3.8.3 Analizar las propiedades químicas de los suelos como factores limitantes de la fertilidad por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha**

Las propiedades químicas de los suelos se han determinado bajo los métodos establecidos en la Tabla 9; el mismo que fue procesado por el técnico del Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

**Tabla 14.** Factores químicos del suelo.

<b>Factores químicos</b>	<b>Método utilizado</b>
pH	Método del potenciómetro 1:1
Materia orgánica	Método de Walkey y Black
Nitrógeno Total	Micro Kjeldahl
Fósforo disponible	Método de Olsen
Potasio disponible	Método de acetato de amonio

### **3.8.4 Determinar los niveles de fertilidad del suelo por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha**

Para determinar los niveles de fertilidad de suelos se ha tomado como base el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Los parámetros utilizados para establecer los niveles de fertilidad del suelo fueron: Materia orgánica (nitrógeno), Fósforo y Potasio; su valor alto, medio o bajo se determinó aplicándose la ley del mínimo, ello quiere decir que es definida por el parámetro que presenta menor valor. Los resultados obtenidos han sido analizados estadísticamente y representados cartográficamente por el método de la geoestadística.



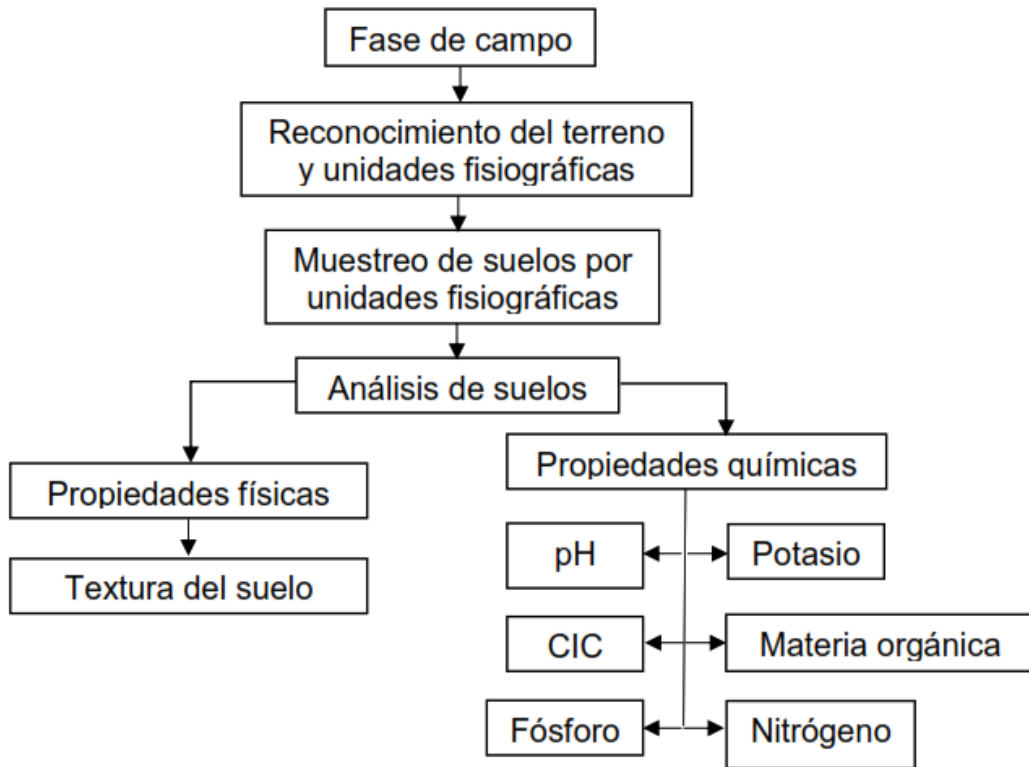
**Tabla 15.** Factores que definen la fertilidad del suelo

<b>Nivel</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>	<b>Fósforo disponible (Ppm)</b>	<b>Potasio disponible (Ppm)</b>
Alto	Mayor 4	Mayor de 14	Mayor de 240
Medio	2 – 4	7 – 14	100 – 240
Bajo	Menor de 2	Menor de 7	Menor de 100

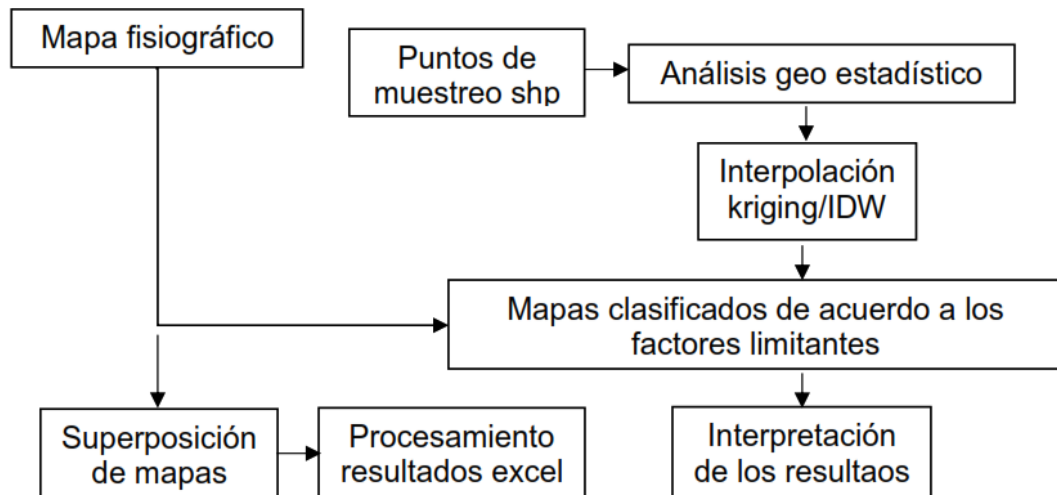
### **3.8.5 Esquema metodológico para la representación cartográfica de los factores limitantes de los suelos**

Los mapas cartográficos (temáticos) fueron procesados de acuerdo a los factores limitantes identificados en la microcuenca, se consideró trabajar con el Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) y la proyección del Datum Sistema Geodésico Mundial (WGS) de 1984 zona 18 L Hemisferio Sur, Los resultados cuantitativos de los análisis físicos y químicos del suelo se cargó al Sistema de Información Geográfica – ArcGIS, ubicándolas en la microcuenca Quiullacocha según las coordenadas establecidas, para el procesamiento se utilizó la herramienta Kriging (ordinario), el mismo que viene por defecto en el ArcGIS, siendo este el adecuado para modelizar con claridad los datos de manera equivalente en toda el área de la microcuenca, se generó superficies a partir de aproximaciones geoestadísticas. Lográndose generar mapas cartográficos (temáticos) en formato raster, con una escala de trabajo 1:10,000.

**Figura 2.** Esquema metodológico de trabajo de campo



**Figura 3.** Esquema metodológico para elaborar mapas temáticos



### 3.9 Tabulación y análisis de datos

#### 3.9.1 Base de datos

La base de datos se ha construido con los resultados de análisis de suelos en laboratorio y la información perceptiva de campo.

**Cuadro 1.** Base de datos

N°	MICROCUCENCA	PAISAJE	SUB PAISAJE	UNIDAD FISIOGRAFICA	DESCRIPCIÓN (MUESTRA SUELO)	CODIGO DE MUESTRA	ESTE (X)	NORTE (X)	ALTITUD (m.s.n.m)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	pH (1:1)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Drenaje	Pedregosidad
1	QUIULLACocha	Planicies	Planicies Aluviales	Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado	Muestra 1 Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado	M1 Ab_AFI	371626	8908468	2006	43	18	39	Franco	6.67	1.28	0.06	11.95	103	B	2
2	QUIULLACocha	Planicies	Planicies Aluviales	Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado	Muestra 2 Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado	M2 Ab_AFI	372234	8908115	2087	47	21	32	Franco	6.23	1.22	0.08	10.20	111	B	2
3	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Empinadas	Muestra 1 Laderas de Motañas Empinadas	M1 La_dME	371881	8907427	2169	27	38	35	Franco Arcilloso	7.72	3.32	0.17	12.58	121	D	2
4	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Empinadas	Muestra 2 Laderas de Motañas Empinadas	M2 La_dME	373432	8906280	2418	31	28	41	Franco Arcillo Limoso	6.14	3.25	0.16	10.30	193	C	1
5	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Empinadas	Muestra 3 Laderas de Motañas Empinadas	M3 La_dME	374480	8905148	2872	57	14	29	Franco Arenoso	4.54	1.91	0.10	7.78	106	B	1
6	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Empinadas	Muestra 4 Laderas de Motañas Empinadas	M4 La_dME	375563	8905319	2927	62	12	26	Franco Arenoso	5.12	2.20	0.15	8.65	115	B	1
7	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Empinadas	Muestra 5 Laderas de Motañas Empinadas	M5 La_dME	374574	8906255	2709	54	15	31	Franco Arenoso	4.78	1.62	0.13	6.89	104	B	1
8	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Empinadas	Muestra 6 Laderas de Motañas Empinadas	M6 La_dME	374060	8907531	2786	37	30	33	Franco Arcilloso	5.11	1.38	0.07	8.54	300	D	1
9	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Muy Empinadas	Muestra 1 Laderas de Motañas Muy Empinadas	M1 La_dMME	372239	8908548	2040	30	27	43	Franco Arcilloso	6.75	2.12	0.12	12.10	142	D	1
10	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Muy Empinadas	Muestra 2 Laderas de Motañas Muy Empinadas	M2 La_dMME	373189	8907773	2364	29	38	33	Franco Arcilloso	7.53	2.75	0.14	12.20	199	D	1
11	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Muy Empinadas	Muestra 3 Laderas de Motañas Muy Empinadas	M3 La_dMME	373573	8905049	2747	52	33	15	Franco Arcillo Arenoso	5.00	2.15	0.16	11.25	120	B	1
12	QUIULLACocha	Montaña	Laderas de Montañas	Laderas de Motañas Muy Empinadas	Muestra 4 Laderas de Motañas Muy Empinadas	M4 La_dMME	372776	8906043	2448	30	36	34	Franco Arcilloso	6.42	2.28	0.13	11.32	180	D	2

En el cuadro 1. Se puede observar 03 unidades fisiográficas que componen la microcuenca de Quiullacocha, de donde se ha extraído las muestras de suelos independientemente para realizar los análisis respectivos.

### 3.9.1.1 Tabulación y análisis de datos de los factores físicos por unidades fisiográficas.

**Tabla 1.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado – Ab\_AFI

Variables	Clase	Categorías	FA	FR
Textura	1	Franco	2	1.00
Drenaje	1	B	2	1.00
Pedregosidad	1	--	2	1.00

**Según la Tabla 1.** Se observa que para la unidad fisiográfica Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado predomina la clase textural Franco con drenaje tipo B y la clase de pedregosidad tipo 2.

**Tabla 2.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Laderas de Montañas Empinadas – La\_dME

Variables	Clase	Categorías	FA	FR
Textura	1	Franco Arcillo Limoso	1	0.17
	2	Franco Arcilloso	2	0.33
	3	Franco Arenoso	3	0.50
Drenaje	1	B	3	0.50
	2	C	1	0.17
	3	D	2	0.33
Pedregosidad	1	1	5	0.83
	2	2	1	0.17

**Según la Tabla 2.** Para la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Empinadas la clase textural con mayor predominancia es Franco Arenoso, seguido de Franco Arcilloso y Franco Arcillo Limoso respectivamente, con un drenaje que va desde el tipo B con mayor preponderancia seguido del D y C, mientras que en pedregosidad predomina el tipo 1 y en menor escala el tipo 2 según la marca de clase.

**Tabla 3.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Laderas de Montañas Muy Empinadas – La\_dMME

Variables	Clase	Categorías	FA	FR
Textura	1	Franco Arcillo Arenoso	1	0,25
	2	Franco Arcilloso	3	0,75
Drenaje	1	B	1	0,25
	2	D	3	0,75
Pedregosidad	1	1	3	0,75
	2	2	1	0,25

**Según la Tabla 3.** Para la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Muy Empinadas la clase textural con mayor predominancia es Franco Arcilloso seguido en menor grado por Franco Arcillo Arenoso, con un drenaje predominante en el tipo D con mayor preponderancia y en menor grado el tipo B, mientras que en pedregosidad se identifica el tipo 1 al 2, siendo el de tipo 1 con mayor grado de predominancia según marca de clase.

### 3.9.1.2 Tabulación y análisis de datos de los factores químicos por unidades fisiográficas.

**Tabla 4.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado – Ab\_AFI.

+ -	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
<b>pH</b>	1	(6.23	6.67)	6.45	2	1.00
<b>m.o. (%)</b>	1	(1.22	1.28)	1.25	2	1.00
<b>N (%)</b>	1	(0.06	0.08)	0.07	2	1.00
<b>P (%)</b>	1	(10.20	11.95)	11.08	2	1.00
<b>K (ppm)</b>	1	(103.00	111.00)	107.00	2	1.00

**Según la Tabla 4.** Para la unidad fisiográfica Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado prepondera un pH ligeramente ácido, con contenido de % m.o en nivel bajo, % de Nitrógeno en nivel muy bajo, la disponibilidad del **(ppm) Fósforo y (ppm) Potasio** ambos en nivel bajo comparativamente.

**Tabla 5.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Laderas de Montañas Empinadas – La\_dME

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
<b>pH</b>	1	(4.54	6.13)	5.34	4	0.67
	2	(6.13	7.72)	6.93	2	0.33
<b>m.o. (%)</b>	1	(1.38	2.35)	1.87	4	0.67
	2	(2.35	3.32)	2.84	2	0.33
<b>N (%)</b>	1	(0.07	0.12)	0.10	4	0.67
	2	(0.12	0.17)	0.15	2	0.33
<b>P (ppm)</b>	1	(6.89	9.74)	8.31	4	0.67
	2	(9.74	12.58)	11.16	2	0.33
<b>K (ppm)</b>	1	(104.00	202.00)	153.00	5	0.83
	2	(202.00	300.00)	251.00	1	0.17

**Según la Tabla 5.** Para la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Empinadas, los factores químicos evaluados preponderan un pH fuertemente ácido, con contenido de % m.o en nivel bajo, el % de Nitrógeno en nivel medio, la disponibilidad del **(ppm) Fósforo** en nivel bajo y **(ppm) Potasio** en nivel medio respectivamente.

**Tabla 6.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Laderas de Montañas Muy Empinadas – La\_dMME

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
<b>pH</b>	1	(5.00	6.27)	5.63	1	0.25
	2	(6.27	7.53)	6.90	3	0.75
<b>m.o. (%)</b>	1	(2.12	2.44)	2.28	3	0.75
	2	(2.44	2.75)	2.59	1	0.25
<b>N (%)</b>	1	(0.12	0.14)	0.13	3	0.75
	2	(0.14	0.16)	0.15	1	0.25
<b>P (ppm)</b>	1	(11.25	11.73)	11.49	2	0.50
	2	(11.73	12.20)	11.96	2	0.50
<b>K (ppm)</b>	1	(120.00	159.50)	139.75	2	0.50
	2	(159.00	199.00)	179.25	2	0.50

**Según la Tabla 6.** Para la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Muy Empinadas, los factores químicos evaluados preponderan un **pH** neutro, con contenido de % **m.o** en nivel medio, el % de **Nitrógeno** en nivel medio, la disponibilidad del **(ppm) Fósforo** en nivel bajo y **(ppm) Potasio** en nivel medio a óptimo equitativamente.

### 3.9.1.3 Tabulación y análisis de la Fertilidad del Suelos por unidades fisiográficas

**Tabla 7.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado – Ab\_AFI, para el análisis de la Fertilidad de Suelos

Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel m.o	1	Bajo	2	1.00
Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel P	1	Medio	2	1.00
Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel K	1	Medio	2	1.00

Según clave del reglamento CUM, la fertilidad de suelos para esta unidad fisiográfica es Baja.

**Tabla 8.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Laderas de Montañas Empinadas – La\_dME, para el análisis de la Fertilidad de Suelos

Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel m.o	1	Bajo	3	0.50
Nivel m.o	2	Medio	3	0.50
Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel P	1	Bajo	1	0.17
Nivel P	2	Medio	5	0.83
Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel K	1	Alto	1	0.17
Nivel K	2	Medio	5	0.83

Según clave del reglamento CUM, la fertilidad de suelos para esta unidad fisiográfica es Baja.

**Tabla 9.** Tablas de frecuencias para la unidad fisiográfica, Laderas de Montañas Muy Empinadas – La\_dMME, para el análisis de la Fertilidad de Suelos

Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel m.o	1	Medio	4	1.00
Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel P	1	Medio	4	1.00
Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Nivel K	1	Medio	4	1.00

Según clave del reglamento CUM, la fertilidad de suelos para esta unidad fisiográfica es Baja.

### **3.10 Consideraciones éticas**

El desarrollo de la investigación se ha centrado en el marco del código de ética de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán – UNHEVAL, aprobada con Resolución de Consejo Universitario N° 3840-2017-UNHEVAL el 15 de noviembre del 2017 en donde se resuelve ratificar la Resolución N° 043-2017-UNHEVAL-VRI, del 28 de agosto del 2017 de la Vicerrectoría de Investigación en el marco de la Ley Universitaria N° 30220.

En el marco de lo expuesto líneas arriba, para dar inicio al trabajo de investigación en su etapa de campo y de gabinete se procedió con las siguientes acciones:

- Se informó a las autoridades de las comunidades asentadas en la microcuenca sobre el objetivo, alcance y finalidad del trabajo en investigación.
- Aceptada el consentimiento de ingresar al ámbito de la microcuenca, se realizó el trabajo de campo que contempló el recojo de información cartográfica y de muestreo de suelos.
- Terminado los trabajos de campo, se informó a las autoridades de las comunidades que se entregará la versión final de los resultados a obtenerse para los fines que crean convenientes.
- Además, precisar que los autores de las citas utilizadas para la redacción del presente estudio han sido referenciados según las normas IICA.
- Finalmente señalar que, no se manipularon los resultados obtenidos en campo y laboratorio para fines de la veracidad y legitimidad del trabajo de investigación.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Determinar los factores limitantes de la fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca de Quiullacocha – Santa María del Valle – Huánuco 2021

#### 4.1.1 Descripción de los factores limitantes de la fertilidad de los suelos en la unidad fisiográfica Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado – Ab\_AFI

**Cuadro 2.** Factores limitantes y nivel de fertilidad en la unidad fisiográfica.

UNIDAD FISIOGRAFICA	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Drenaje	Pedregosidad	pH (1:1)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	FERTILIDAD
Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado	43	18	39	Franco	B	2	6.67	1.28	0.06	11.95	103	Fertilidad Baja
Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado	47	21	32	Franco	B	2	6.23	1.22	0.08	10.20	111	Fertilidad Baja

**Los principales factores limitantes hallados en el componente físico son:** la clase textural representativa es de tipo Franco, asimismo presenta un Drenaje tipo B de clase Algo excesivo, de pedregosidad tipo 2 de clase Pedregoso; por lo tanto, podemos afirmar que los suelos en la unidad fisiográfica Ab\_AFI desde el punto de vista físico presentan buenas condiciones para el establecimiento de cultivos perennes (paltos, durazno, pitahaya y otros que requieran suelos drenados) y con limitaciones para el establecimiento de cultivos transitorios y/o anuales por la presencia de piedras que dificultan la labranza y la poca retención de agua.

**Los principales factores limitantes hallados en el componente químico son:** El rango de pH promedio es de 6.45 (ligeramente ácido) el mismo que ocasiona efectos favorables en el suelo ya que permite la disponibilidad máxima de los nutrientes hacia las plantas; el % de Materia Orgánica disponible promedio es de 1.25% (bajo) el mismo que sería una condición desfavorable para la producción agrícola ya que estaría limitando el almacenamiento de nutrientes, la actividad microbiana en el suelo, desfavoreciendo a la estructura del suelo, desestabilizando la acidez del suelo y favoreciendo a la erosión; asimismo el % de Nitrógeno Total disponible promedio es de 0.07% (muy bajo) el mismo que se refleja por el nivel bajo de

materia orgánica existente en la unidad fisiográfica. La disponibilidad promedio de Fósforo (ppm) es de 11.08 ppm y de Potasio (ppm) 107 ppm, ambos responden a un nivel de disponibilidad bajo; limitando al crecimiento de raíces y florecimiento en las plantas. Desde el punto de vista de análisis de factores químicos, podemos afirmar que las condiciones de disponibilidad nutricional son desfavorables, pero existe una condición favorable en la acidez del suelo el mismo que respondería favorablemente frente a un plan de abonamiento ayudando en la disponibilidad de nutrientes en suelo.

**El Nivel de Fertilidad de los suelos de la unidad fisiográfica Ab\_AFI,** según los resultados de laboratorio descritos líneas arriba y la metodología aplicada descrita en la Tabla 10 y 11 responde a un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 73.94 hectáreas respecto a la microcuenca en estudio.

#### 4.1.2 Descripción de los factores limitantes de la fertilidad de los suelos en la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Empinadas – La\_dME.

**Cuadro 3.** Factores limitantes y nivel de fertilidad en la unidad fisiográfica.

UNIDAD FISIOGRAFICA	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Drenaje	Pedregosidad	pH (1:1)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	FERTILIDAD
Laderas de Montañas Empinadas	27	38	35	Franco Arcilloso	D	2	7.72	3.32	0.17	12.58	121	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Empinadas	31	28	41	Franco Arcillo Limoso	C	1	6.14	3.25	0.16	10.30	193	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Empinadas	57	14	29	Franco Arenoso	B	1	4.54	1.91	0.10	7.78	106	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Empinadas	62	12	26	Franco Arenoso	B	1	5.12	2.20	0.15	8.65	115	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Empinadas	54	15	31	Franco Arenoso	B	1	4.78	1.62	0.13	6.89	104	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Empinadas	37	30	33	Franco Arcilloso	D	1	5.11	1.38	0.07	8.54	300	Fertilidad Baja

**Los principales factores limitantes hallados en el componente físico son:** las clases texturales representativas son de tipo Franco Arenoso, seguido del Franco Arcilloso y Franco Arcillo Limoso distribuidos a los largo y ancho de la unidad fisiográfica, asimismo presenta un Drenaje promedio tipo B de clase Algo excesivo, de pedregosidad promedio tipo 2 de clase Pedregoso; por lo tanto, podemos afirmar que los suelos en la unidad fisiográfica La\_dME desde el punto de vista físico presentan buenas condiciones para el establecimiento de cultivos perennes (paltos, durazno,

pitahaya y otros que requieran suelos drenados) en la parte media y baja de la unidad fisiográfica, y con mínimas limitaciones para el establecimiento de cultivos transitorios y/o anuales en la parte alta de la unidad fisiográfica por la presencia de piedras que dificultan la labranza y la poca retención de agua sobre todo en suelos Franco Arenoso.

**Los principales factores limitantes hallados en el componente químico son:** El rango de pH promedio es de 5.57 (fuertemente ácido) el mismo que ocasiona efectos desfavorables en el suelo ya que posibilita la toxicidad por Al, dispone en excesos al Co, Cu, Fe, Mn y Zn, promueve la deficiencia de Ca, K, N, Mg, Mb, P, S y reduce la actividad microbiana; el % de Materia Orgánica disponible promedio es de 1.87% (bajo) el mismo que sería una condición desfavorable para la producción agrícola ya que estaría limitando el almacenamiento de nutrientes, la actividad microbiana en el suelo, desfavoreciendo a la estructura del suelo, desestabilizando la acidez del suelo y favoreciendo a la erosión; asimismo el % de Nitrógeno Total disponible promedio es de 0.15% (medio) el mismo que se refleja por el nivel medio de materia orgánica existente en la unidad fisiográfica. La disponibilidad promedio de Fósforo (ppm) es de 8.31 ppm (bajo) y de Potasio (ppm) 153.00 ppm (medio), ambos estarían limitando al crecimiento de raíces y florecimiento en las plantas por su débil disponibilidad. Desde el punto de vista de análisis de factores químicos, podemos afirmar que las condiciones de disponibilidad nutricional son desfavorables, partiendo desde el nivel de la acidez hasta la disponibilidad limitada de nutrientes.

**El Nivel de Fertilidad de los suelos de la unidad fisiográfica La\_dME,** según los resultados de laboratorio descritos líneas arriba y la metodología aplicada descrita en la Tabla 10 y 11 responde a un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 803.12 hectáreas respecto a la microcuenca en estudio.

### 4.1.3 Descripción de los factores limitantes de la fertilidad de los suelos en la unidad fisiográfica Laderas de Montañas Muy Empinadas – La\_dMME

**Cuadro 4.** Factores limitantes y nivel de fertilidad en la unidad fisiográfica.

UNIDAD FISIOGRAFICA	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Drenaje	Pedregosidad	pH (1:1)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	FERTILIDAD
Laderas de Montañas Muy Empinadas	30	27	43	Franco Arcilloso	D	1	6.75	2.12	0.12	12.10	142	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Muy Empinadas	29	38	33	Franco Arcilloso	D	1	7.53	2.75	0.14	12.20	199	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Muy Empinadas	52	33	15	Franco Arcillo Arenoso	B	1	5.00	2.15	0.16	11.25	120	Fertilidad Baja
Laderas de Montañas Muy Empinadas	30	36	34	Franco Arcilloso	D	2	6.42	2.28	0.13	11.32	180	Fertilidad Baja

**Los principales factores limitantes hallados en el componente físico son:** las clases texturales representativas son de tipo Franco Arcilloso y Franco Arcillo Arenoso distribuidos a los largo y ancho de la unidad fisiográfica, asimismo presenta un Drenaje promedio tipo D de clase Moderado, de pedregosidad tipo 1 de clase Moderadamente Pedregoso; por lo tanto, podemos afirmar que los suelos en la unidad fisiográfica La\_dMME desde el punto de vista físico presentan buenas condiciones para el establecimiento de cultivos perennes (palto, durazno, Granadilla y otros que requieran suelos drenados y poco drenados) y cultivos transitorios y/o anuales (Aguaymanto, Habas, Hortalizas, Papa, Maíz, etc.) en la parte baja, media y alta de la unidad fisiográfica. En la unidad fisiográfica se identificó la presencia de piedras que dificultan la labranza, pero permite realizar el desempiedrado para cultivos transitorios y el ligero drenaje permite mantener húmeda el perfil del suelo por periodos pequeños.

**Los principales factores limitantes hallados en el componente químico son:** El rango de pH promedio es de 6.90 (neutro) el mismo que ocasiona efectos favorables en el suelo minimizando efectos tóxicos, además carecen de CaCO<sub>3</sub>; el % de Materia Orgánica disponible promedio es de 2.28 (medio) el mismo que sería una condición favorable para la producción agrícola ya que estaría permitiendo el almacenamiento de nutrientes, promoviendo la actividad microbiana en el suelo, favoreciendo a la estructura del suelo, estabilizando la acidez del suelo y limitando la erosión; asimismo el % de Nitrógeno Total disponible promedio es de 0.13% (medio) el mismo que

se refleja por el nivel medio de materia orgánica existente en la unidad fisiográfica. La disponibilidad promedio de Fósforo (ppm) es de 11.72 ppm y de Potasio (ppm) 159.50 ppm, ambos responden a un nivel de disponibilidad medio; favoreciendo al crecimiento de raíces y florecimiento en las plantas. Desde el punto de vista de análisis de factores químicos, podemos afirmar que las condiciones de disponibilidad nutricional y de pH son favorables para el máximo aprovechamiento en la producción agrícola, siendo necesario realizar un plan de abonamiento para mantener y/o mejorar los niveles descritos.

**El Nivel de Fertilidad de los suelos de la unidad fisiográfica La\_dMME**, según los resultados de laboratorio descritos líneas arriba y la metodología aplicada descrita en la Tabla 10 y 11 responde a un nivel de **Fertilidad baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 1,422.32 hectáreas respecto a la microcuenca en estudio.

## 5 DISCUSIÓN

Los factores limitantes de los suelos agroproductivos en un territorio son aquellas propiedades y características del medio o entorno geográfico (pendiente, material de origen, clima, procesos de degradación, características físicas y químicas de los suelos) que en un momento determinado influyen en el desarrollo de los cultivos. Tal como sostiene **Bernal et al (2015)** donde se observa que las limitaciones de los suelos están dadas por problemas de drenaje, que resulta insuficiente en las partes bajas del relieve y en gran parte del área, además sostiene que los factores limitantes que más inciden en la productividad son el pH y el contenido de materia orgánica.

Para la microcuenca en estudio se determinaron los siguientes aspectos: Que los suelos de la microcuenca de Quiullacocha están representados en 03 unidades fisiográficas, en general presentan clases texturales que va desde el tipo Franco, Franco arenoso, Franco Arcilloso, Franco Arcillo Arenoso y Franco Arcillo Limoso, de los cuales la clase textural con mayor prevalencia en un 40% aproximadamente está representado por suelos Franco Arcilloso que va desde la parte media a alta de la microcuenca, seguido de la clase textural Franco Arenoso y en menor proporción la textura Franco, Franco Arcillo Arenoso y Franco Arcillo Limoso; la clase de Drenaje va desde el tipo B (Algo excesivo), C (Bueno) y D (Moderado); y de Pedregosidad tipo 1 (Moderadamente Pedregoso) y 2 (Pedregoso). Los resultados obtenidos en la identificación del tipo de clase textural han sido similares al estudio realizado en la cuenca Picuroyacu – Tingo María, en donde la clase textural franco arcilloso representa el 50% del área estudiada por **Silva (2019)**.

Los factores químicos evaluados en la microcuenca de Quiullacocha a nivel de las 03 unidades fisiográficas, presenta un pH muy fuertemente ácido a ligeramente alcalino, el % de M.O con niveles que van desde bajo a medio, el % de Nitrógeno de bajo a medio, Fósforo de bajo a medio y Potasio de medio ha alto. Mientras que en el estudio realizado por **Silva (2019)** menciona que, en su investigación los suelos presentaron un pH extremadamente ácido

a moderadamente alcalino, la materia orgánica presento niveles medio y alto, el N total con niveles que van desde muy bajo a muy altos, el P de bajo hasta muy alto y finalmente el K niveles bajo. Sin embargo, precisar que es bien conocido y ampliamente debatido el papel de la materia orgánica en los suelos, el mismo que conjuntamente con el hierro forman microagregados estables en la parte superior del perfil, como parte de la formación natural del suelo y estos tienden a descomponerse por la influencia antropogénica, cuando el suelo es sometido al cultivo intensivo.

Además de la materia orgánica, según **Barbaro (2019)** el pH cumple un rol muy importante en la dinámica nutricional de los suelos, afectando la disponibilidad de los nutrientes que serán absorbidos por la planta, ya que si el pH del suelo es neutro (6.6 – 7.3), la mayoría de nutrientes mantiene su máximo nivel de solubilidad y los valores de pH por debajo del neutro generan deficiencias de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio; mientras que pH's mayores de 7 disminuyen la disponibilidad del hierro, manganeso, zinc y cobre.

## CONCLUSIONES

- 1) **La unidad fisiográfica Abanico Aluvial Fuertemente Inclinado – Ab\_AFI**, presenta una clase textural Franco de Drenaje tipo B de clase Algo excesivo y Pedregosidad tipo 2 de clase Pedregoso. **Se concluye que para esta unidad los factores físicos evaluados** presentan limitaciones en la actividad antrópica de la labranza y/o preparación de terrenos, para la producción de cultivos transitorios obliga a labores de desempiedro, esta acción incrementa los costos de producción de cultivos transitorios; pero para la producción de cultivos perennes como el Palto, Durazno, Pitahaya, etc. Presenta condiciones favorables por el tipo de Drenaje, el mismo que remueve el agua rápidamente evitando encharcamiento de los terrenos. Asimismo, el pH preponderante es de 6.45 (ligeramente ácido), el % de Materia Orgánica disponible es de 1.25% (bajo), el % de Nitrógeno Total disponible es de 0.07% (muy bajo), el Fósforo disponible es de 11.08 ppm y de Potasio 107 ppm respectivamente, ambos manifiestan un nivel de disponibilidad bajo. **Se concluye que para esta unidad los factores químicos evaluados** presentan condiciones desfavorables en la disponibilidad de elementos nutritivos para las plantas, sin embargo, se cuenta con una acidez favorables que permite la disponibilidad máxima de los nutrientes hacia las plantas.
- 2) **La unidad fisiográfica Laderas de Montañas Empinadas – La\_dME**, presenta clases textural Franco Arenoso, seguido del Franco Arcilloso y Franco Arcillo Limoso, de Drenaje tipo B de clase Algo excesivo y Pedregosidad tipo 1 de clase Moderadamente Pedregoso. Se concluye que para esta unidad los factores físicos evaluados presentan buenas condiciones para el establecimiento de cultivos perennes (Paltos, Durazno, Pitahaya y otros que requieran suelos drenados) en la parte media y baja de la unidad fisiográfica, y con mínimas limitaciones para el establecimiento de cultivos perennes, transitorios y/o anuales (Granadilla, Aguaymanto, Fresa, etc.) en la parte alta de la unidad fisiográfica por la presencia de piedras que dificultan la actividad antrópica de la labranza y/o preparación de terrenos y presenta



condiciones favorables por el tipo de Drenaje, el mismo que remueve el agua rápidamente evitando encharcamiento de los terrenos sobre todo en suelos Franco Arenoso. Asimismo, el pH preponderante es de 5.34 (fuertemente ácido), el % de Materia Orgánica disponible es de 1.87% (bajo), el % de Nitrógeno Total disponible es de 0.15% (medio), el Fósforo disponible es de 8.31 ppm (bajo) y Potasio disponible es de 153.00 ppm (medio). **Se concluye que para esta unidad los factores químicos evaluados** presentan condiciones medianamente favorables para el desarrollo productivo, además del nivel de acidez, el mismo que estaría generando deficiencias nutricionales en el suelo, posibilitando la toxicidad por Al y generando la escasa actividad microbiana.

- 3) **La unidad fisiográfica Laderas de Montañas Muy Empinadas – La\_dMME**, presenta clases texturales Franco Arcilloso y Franco Arcillo Arenoso, de Drenaje tipo D de clase Moderado y Pedregosidad tipo 1 de clase Moderadamente Pedregoso. Se concluye que para esta unidad los factores físicos evaluados presentan buenas condiciones para el establecimiento de cultivos perennes (Palto, Durazno, Pitahaya, Granadilla y otros que requieran suelos drenados y poco drenados) y cultivos transitorios y/o anuales (Aguaymanto, Habas, Hortalizas, Papa, Maíz, etc.) en la zona baja, media y alta de la unidad fisiográfica. En la unidad fisiográfica se identificó la presencia de piedras que dificultan la labranza, pero permite realizar el desempiedrado para cultivos transitorios y el ligero drenaje permite mantener húmeda el perfil del suelo por periodos pequeños. Asimismo, el pH preponderante es de 6.90 (neutro), el % de Materia Orgánica disponible es de 2.28% (medio), el % de Nitrógeno Total disponible es de 0.13% (medio), el Fósforo disponible varía desde 11.49 – 11.96 ppm (bajo) y Potasio disponible varía desde 139.75 – 179.25 ppm (medio a óptimo). **Se concluye que para esta unidad los factores químicos evaluados** presentan condiciones favorables para el desarrollo productivo, el nivel de acidez presente permite la disponibilidad máxima de los nutrientes hacia las plantas y la actividad microbiana en el suelo.

- 4) **El Nivel de Fertilidad de los suelos de la unidad fisiográfica Ab\_AFI**, según la evaluación exploratoria, de laboratorio y la metodología aplicada; se concluye que presenta un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 73.94 hectáreas de las 2,299.38 Ha que compone la microcuenca en estudio. Para **el Nivel de Fertilidad de los suelos de la unidad fisiográfica La\_dME**, se concluye que presenta un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 803.12 hectáreas de las 2,299.38 Ha que compone la microcuenca en estudio. Finalmente, para **el Nivel de Fertilidad de los suelos de la unidad fisiográfica La\_dMME**, se concluye que presenta un nivel de **Fertilidad Baja** para la unidad fisiográfica en estudio, abarcando un área de 1,422.32 hectáreas de las 2,299.38 Ha que compone la microcuenca en estudio.

## RECOMENDACIONES

- 1) Es recomendable realizar la aplicación de enmiendas orgánicas a base cal agrícola, dolomita, roca fosfórica o ceniza para corregir la acidez de la unidad fisiográfica Ladera de Montaña Empinada, la recomendación va dirigido para los productores asentados en el ámbito de la unidad ya que el pH preponderante identificado es de 5.34 (Fuertemente ácido).
- 2) A los productores asentados en la microcuenca de Quiullacocha se recomienda la incorporación de compost, humus o la práctica del guaneo en sus parcelas agrícolas; con la finalidad de incrementar los niveles de materia orgánica en la microcuenca el mismo que va desde bajo a medio.
- 3) Es recomendable asociar sembríos de leguminosas (trébol, alfalfa, arveja, frijol, etc.) en las diferentes campañas agrícolas y/o en plantaciones de cultivos perennes, con la finalidad de incrementar la disponibilidad del nitrógeno en los suelos, ya que los niveles determinados en el estudio nos indican una alta deficiencia por su propia naturaleza volátil y por la escasa materia orgánica.
- 4) Se recomienda a los productores de la microcuenca realizar periódicamente el análisis de sus suelos para medir los niveles de avance respecto a las recomendaciones escritas líneas arriba; y poder elaborar su plan de abonamiento para sus parcelas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asado Hurtado, AM. 2012. El suelo, soporte de vida. Huánuco, Perú. Editorial Universitaria. 151 – 403 p.
- Acebedo, E., Xarrasco, A., León, O., Silva, P., Castillo, G., Borie, G., Martínez, E., Gonzales, S., Ahumada, I. 2005. Criterios de calidad del suelo agrícola (en línea). Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en: <http://soils.usda.gov/sqi/informe>.
- Arévalo, L., Sanco, M. 2002. Manual de laboratorio para análisis físico químico del suelo. S.I. ICRF – CHEMONICS. 48 p.
- Atlas, R. & Bartha, R. 2001. Ecología microbiana y microbiología ambiental. 4ta. ed. Addison Wesley. Madrid, España. 677 p.
- Chen, Z. 2000. Relationship between heavy metal concentrations in soils of Taiwan and uptake by crops (en línea). Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en: <http://www.fftc.agnet.org/>.
- Cepeda, D. 1991. Química de suelos. 2ed. Trillas S.A., México. 167 p.
- Doran, J., Lincoln, N. 1999. Guía para la evaluación de la calidad del suelo (en línea). Consultado 12 de jun. 2021. Disponible en: <http://soils.usda.gov/sqi>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2021. Portal de suelos de la FAO (en línea). Consultado 28 de jun. 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2021. Propiedades químicas del suelo (en línea. Consultado 30 de jun. 2021). Disponible en: [http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s04.htm](http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm).
- Fassbender, H., Bornemisza, E. 1987. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. IICA. San José, Costa Rica. 40 p.
- IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana). 2021. Actualización de cartografía temática relacionada con geología, fisiografía, suelos, vegetación e hidrografía para el estudio de Zonificación Ecológica y Económica del Proyecto Araucaria Amazonas – Nauta (en línea). Consultado

20 de oct. 2021). Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/ZIN/Pacaya/fisiografia.htm>

Jaramillo, D. 2003. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 550 – 570 p.

ITAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura). 2021. Disponibilidad de nutrientes y pH (en línea). Consultado 14 de nov. 2021). Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrimientos-y-el-ph-del-suelo>

Jordán AL. 2006. Manual de Edafología. España 85 p.

Martin, N. & Adad, Idaybis. 2006. Generalidades más importantes de las ciencias del suelo. En: Disciplina Ciencias del Suelo. Tomo I. Pedología. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 504 p.

Navarro, G. 2003. Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal. 2 ed. Muni Prensa, España.

Sánchez, J. 2007. Fertilidad de los suelos y nutrición mineral de plantas. FERTITEC S.A. 19 p.

Silva Gonzales D. 2019. Factores limitantes de fertilidad de los suelos por unidades fisiográficas en la microcuenca Picuroyacu – Distrito de Castillo Grande (en línea). Consultado 30 de jun. 2021. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1448>

SCIELO (Biblioteca Electrónica Científica en Línea). 2021. Finca la rosita. II: Factores limitantes de los suelos (en línea). Consultado 18 de oct. 2021. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362008000200003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362008000200003)

USDA (Sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. 88 p.

UNLP (Universidad Nacional de la Plata). 2021. El suelo: un universo invisible (en línea). Consultado 02 de jul. 2021). Disponible en: [3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf \(unlp.edu.ar\)](http://www.unlp.edu.ar/3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf)

Villota. 1997. El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno. 5 – 8 p.

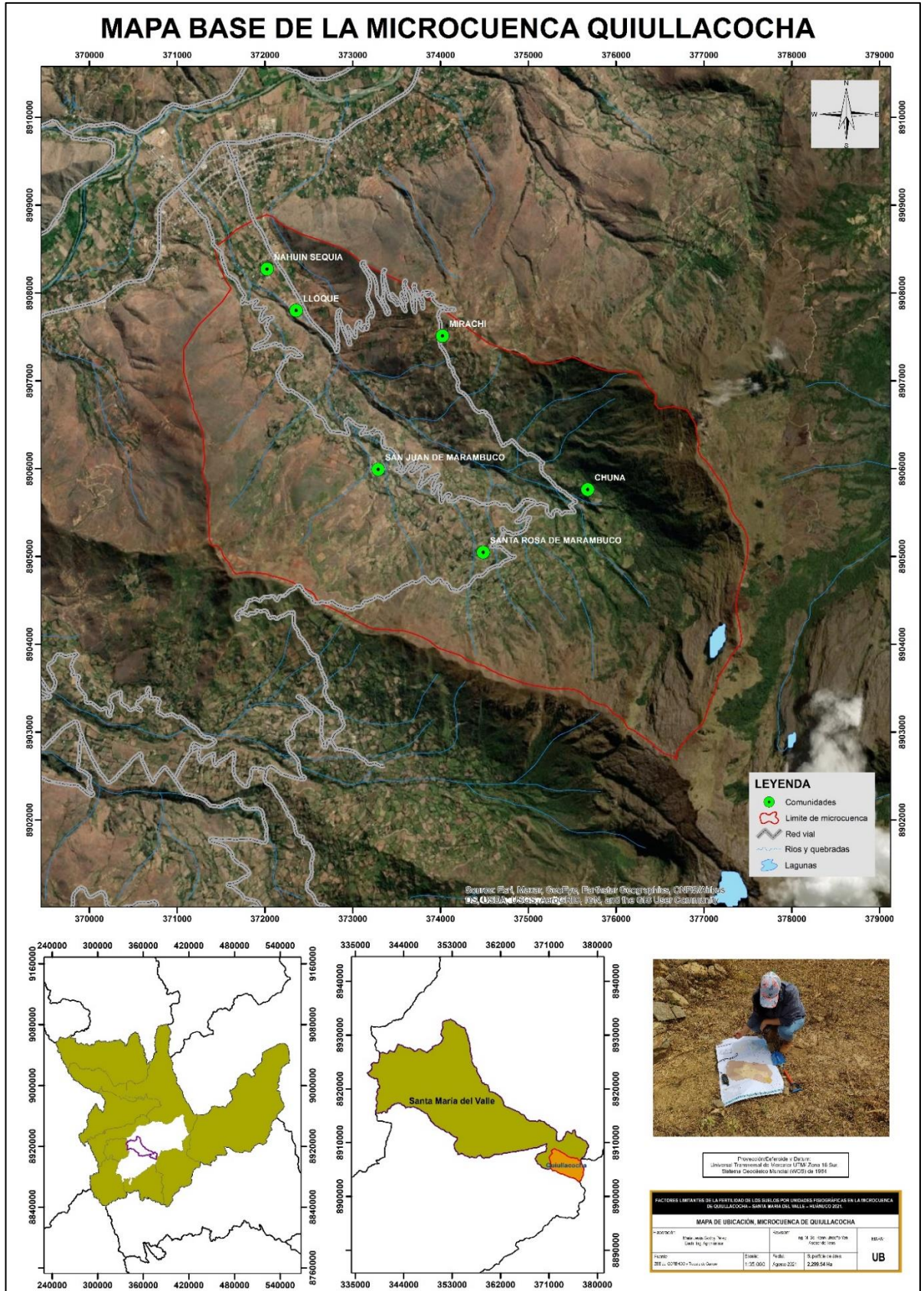
Vilcapoma Rivera, NA. 2017. Evaluación edafológica y estado nutricional de suelos agrícolas en Colca y Quilla. Ayacucho (en línea). Consultado 08 de jul.

2021. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2669>

Zavaleta, G. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción. Consejo Nacional de Concentración y Tecnología. Lima, Perú. 61 – 72 p.

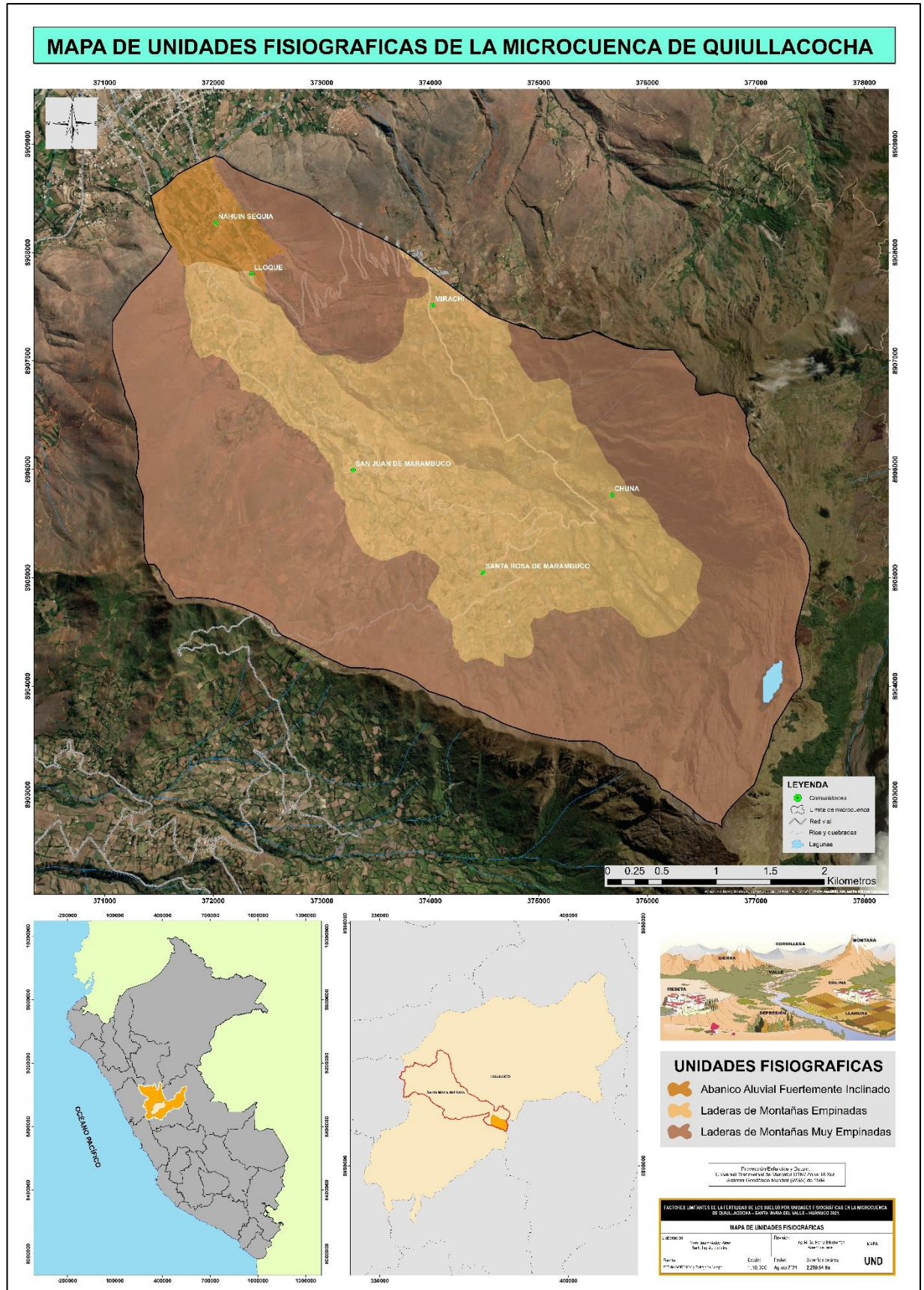
# ANEXOS

## Anexo 01. Mapa de ubicación del proyecto



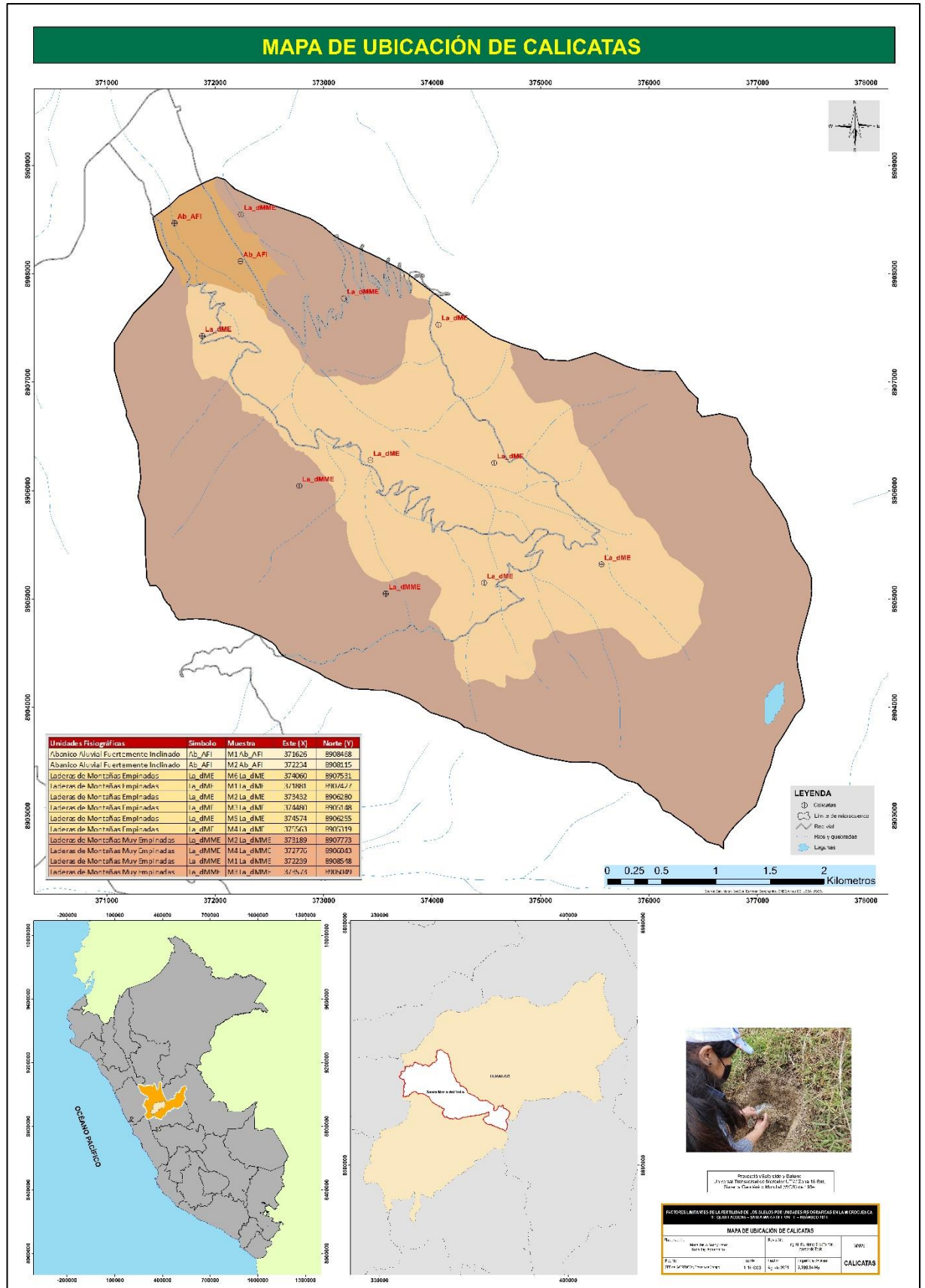


## Anexo 02. Mapa de unidades fisiográficas de la microcuenca Quiullacochoa







### Anexo 03. Mapa de ubicación de calicatas



Anexo 04. Ficha de análisis de suelos





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología  
[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: MARIA JESUS GODDY PEREZ										PROCEDENCIA: MICROCUENCA DE QUIULLACOCHA - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO												
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CAMBIABLES Cmol(+)/Kg								CICe	%	%	%
	CODIGO DEL LAB.	MUESTRA	Arena	Arcilla	Limo						Textura	disponible		CIC	Ca	Mg	K	Na				
		%	%	%		1:1	%	%	ppm	ppm												
1	SB848-1	M1 Ab_AFI	43	18	39	Franco	6.67	1.28	0.06	11.95	103	17.61	14.80	2.40	0.22	0.19	0	0	0	100	0	0
2	SB848-2	M2 Ab_AFI	47	21	32	Franco	6.23	1.22	0.08	10.20	111	17.89	15.60	2.43	0.26	0.21	0	0	0	100	0	0
3	SB848-3	M1 La_dIME	27	38	35	Franco Arcilloso	7.72	3.32	0.17	12.58	121	18.12	15.20	2.54	0.21	0.17	0	0	0	100	0	0
4	SB848-4	M2 La_dIME	31	28	41	Franco Arcillo Limoso	6.14	3.25	0.16	10.30	193	16.77	13.70	2.35	0.42	0.30	0	0	0	100	0	0
5	SB848-5	M3 La_dIME	57	14	29	Franco Arenoso	4.54	1.91	0.10	7.78	106	0	4.95	0.80	0.15	0.06	1.65	0.15	7.76	77	23	21
6	SB848-6	M4 La_dIME	62	12	26	Franco Arenoso	5.12	2.20	0.15	8.65	115	0	5.20	1.15	0.22	0.10	1.48	0.10	6.25	85	21	19
7	SB848-7	M5 La_dIME	54	15	31	Franco Arenoso	4.78	1.62	0.13	6.89	104	0	4.69	0.90	0.19	0.80	1.35	0.14	7.21	75	19	20
8	SB848-8	M6 La_dIME	37	30	33	Franco Arcilloso	5.11	1.38	0.07	8.54	300	0	7.30	1.23	0.48	0.16	0.34	0.16	9.67	95	5	4
9	SB848-9	M1 La_dIME	30	27	43	Franco Arcilloso	6.75	2.12	0.12	12.10	142	18.32	14.85	2.13	0.37	0.23	0	0	0	100	0	0
10	SB848-10	M2 La_dIME	29	38	33	Franco Arcilloso	7.53	2.75	0.14	12.20	199	19.03	15.50	2.72	0.54	0.28	0	0	0	100	0	0
11	SB848-11	M3 La_dIME	52	33	15	Franco Arcillo Arenoso	5.00	2.15	0.16	11.25	120	0	12.35	2.12	0.43	0.19	0	0	0	95	12	9
12	SB848-12	M4 La_dIME	30	36	34	Franco Arcilloso	6.42	2.28	0.13	11.32	180	16.85	14.36	2.64	0.46	0.24	0	0	0	100	0	0

**MUESTREADO POR EL SOLICITANTE**  
**RECIBO No. 001-0635344**  
**TINGO MARIA, 20 DE SETIEMBRE 2021**

## METODOS ANALITICOS

01. pH método del potenciómetro, relación suelo - agua 1:1
02. C.E: Conductímetro – Extracto Acuoso
03. Materia orgánica: Método de Walkey y Black
04. Nitrógeno Total: Micro Kjeldahl
05. Fosforo disponible: Método de Olsen modificado. Extracto de  $\text{NHCO}_3$  0.5M, pH 8.5
06. Potasio Disponible: Método de acetato de amonio 1N, pH 7.0
07. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Método de acetato de amonio 1N, pH 7.0  
Ca Mg K Na : Absorción atómica
08. C.I.C efectiva: Desplazamiento con KCl 1N (Suelos en pH < 5.5)  
Aluminio más Hidrógeno: Método de Yuan.
09. Densidad Aparente, Densidad Real, Porcentaje de Porosidad: Método de la Probeta
10. Humedad Relativa, Capacidad de Campo: Método de la Probeta
11. Determinación de elementos menores Hierro, Cobre, Zinc y Manganeso: Método Melich III – EAA
12. Determinación del Boro: Método de la Azometina – H
13. Cadmio y Plomo disponible: Método EDTA – EAA
14. Cadmio Total: Extracción USEPA 3050 – EAA
15. Cadmio Soluble: Lectura directa de la solución en el espectrofotómetro de Absorción Atómica

### INTERPRETACIÓN DEL pH

Según Scheffer y Schachtschabel	pH en KCl	UNALM	pH en agua
Extremadamente ácido	< 4.0	Fuertemente ácido	< 5.5
Fuertemente ácido	4.0 - 4.9	Moderadamente ácido	5.5 - 6.0
Medianamente ácido	5.0 - 5.9	Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
Ligeramente ácido	6.0 - 6.9	Neutro	7.0
Neutro	7.0	Ligeramente alcalino	7.2 - 7.8
Ligeramente alcalino	7.1 - 8.0	Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
Mediana alcalino	8.1 - 9.0	Fuertemente alcalino	> 8.5
Fuertemente alcalino	9.1 - 10		
Extremadamente alcalino	> 10		

Interpretación de Salinidad	Rango (dS/m)
No salino	0-2
Muy ligeramente salino	2-4
Ligeramente salino	4-8
Moderadamente salino	8-16
Fuertemente salino	> 16

Interpretación de Potasio Disponible	Rango (Kg $\text{K}_2\text{O}$ /ha)	Rango (ppm)
Bajo	< 300	< 100
Medio	300-600	100-240
Alto	> 600	> 240



Interpretación de Carbonato de Calcio	Rango (%)
Bajo	< 1
Medio	1-5
Alto	5-15
Muy alto	> 15

Interpretación de Materia Orgánica	Rango (%)
Bajo	< 2
Medio	2-4
Alto	> 4

Interpretación de Nitrógeno Total	Rango (%)
Bajo	< 0.1
Medio	0.1-0.2
Alto	> 0.2

Interpretación de Fósforo Disponible	Rango (ppm)
Bajo	< 7
Medio	7-14
Alto	> 14

GRACIAS POR LA CONFIANZA Y PREFERENCIA

## Anexo 05. Ficha de evaluación de campo

### FACTORES LIMITANTES DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS POR UNIDADES FISIGRÁFICAS EN LA MICROCUENCA DE QUIULLACOA – SANTA MARIA DEL VALLE – HUÁNUCO 2021.

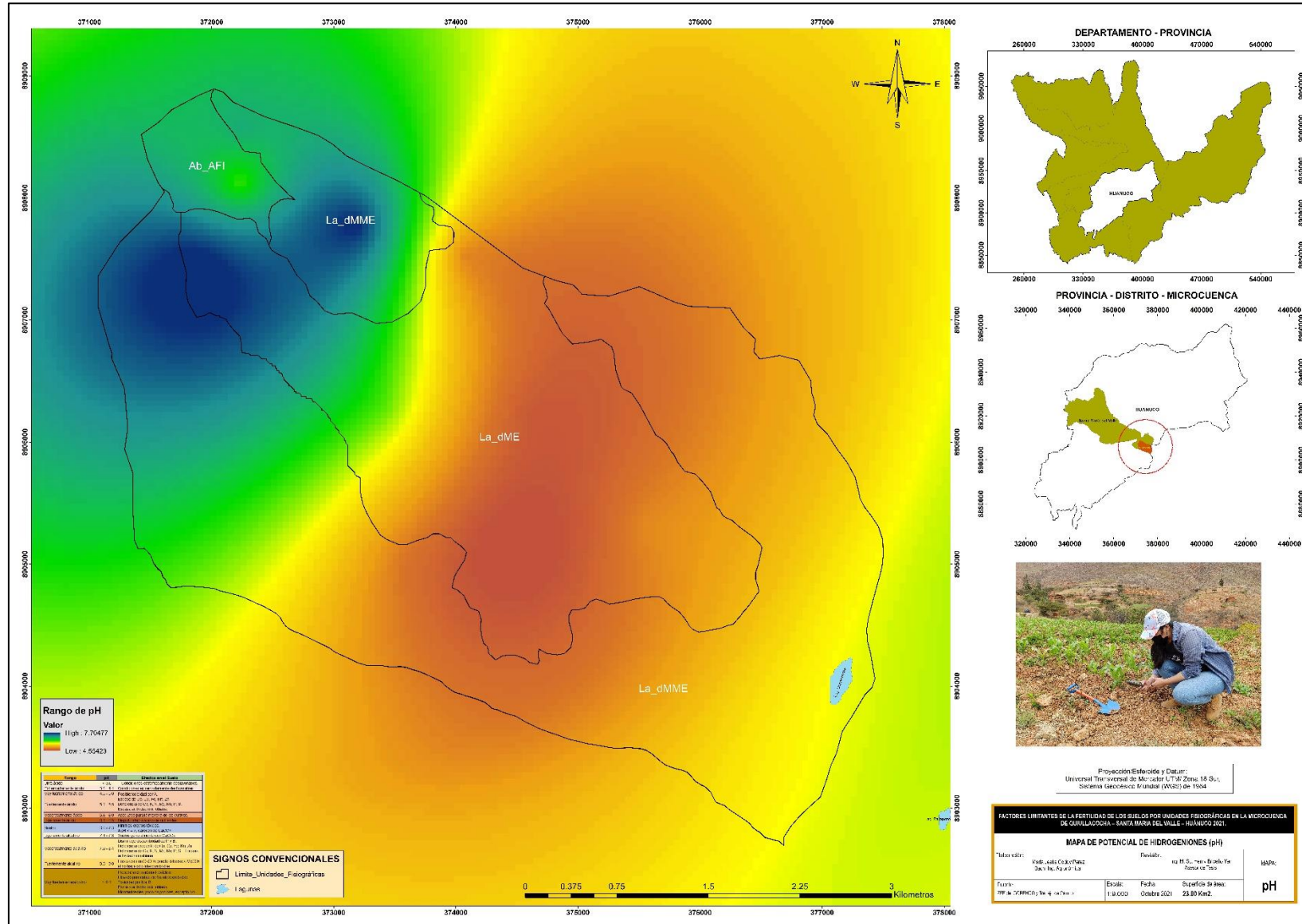
Encuestador:		Fecha de encuesta:	
Distrito:		Comunidad:	
Nombre de agricultor:		DNI:	
Cultivo instalado:		Tipo de riego:	
Agricultura convencional:		Agricultura orgánica:	
Período de fertilización/abonamiento (describir tipo de fertilizante y/o abono utilizado):			
Coordenadas UTM de parcela:		Altitud (Z):	
Este (X):		Norte (Y):	
Tipo de pedregosidad:			
Tipo de Drenaje			
<b>¿Alguna vez ha realizado un análisis de suelos?</b>			

### FACTORES LIMITANTES DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS POR UNIDADES FISIGRÁFICAS EN LA MICROCUENCA DE QUIULLACOA – SANTA MARIA DEL VALLE – HUÁNUCO 2021.

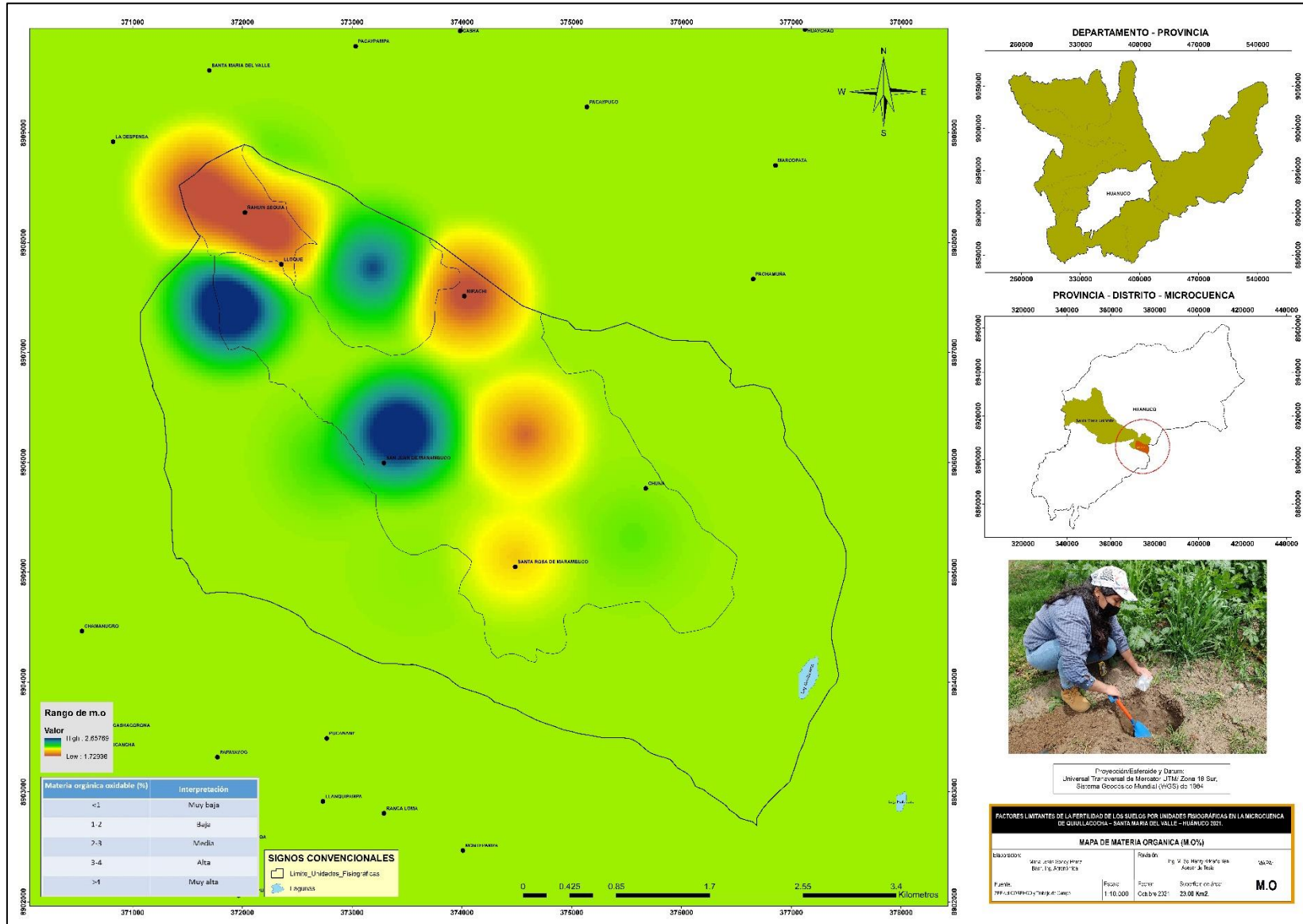
Encuestador:	María Jesus Godoy Pérez	Fecha de encuesta:	28/08/2021
Distrito:	Santa María del Valle	Comunidad:	Santa Rosa de Marambuco
Nombre de agricultor:	Francisco Navidad Enrique	DNI:	22478750
Cultivo instalado:	Maíz y Frijol	Tipo de riego:	Por gravedad
Agricultura convencional:		Agricultura orgánica:	X
Período de fertilización/abonamiento (describir tipo de fertilizante y/o abono utilizado):	Abonamiento orgánico a la siembra del cultivo y en período de crecimiento iniciando en el mes de junio hasta octubre, abona con guano de corral (cuy, gallina y vaca)		
Coordenadas UTM de parcela:		Altitud (Z):	2,174 msnm
Este (X):	371871	Norte (Y):	8907428
Tipo de pedregosidad:	Presencia de piedras en el perfil del suelo y superficie cada 10m a 15m		
Tipo de Drenaje	El suelo retiene el agua por 02 a 03 días en pleno verano, al momento de realizar la calita se había regado 03 días antes y se verifica presencia de humedad.		
<b>¿Alguna vez ha realizado un análisis de suelos?</b>			
Nunca ha realizado un análisis de suelos			



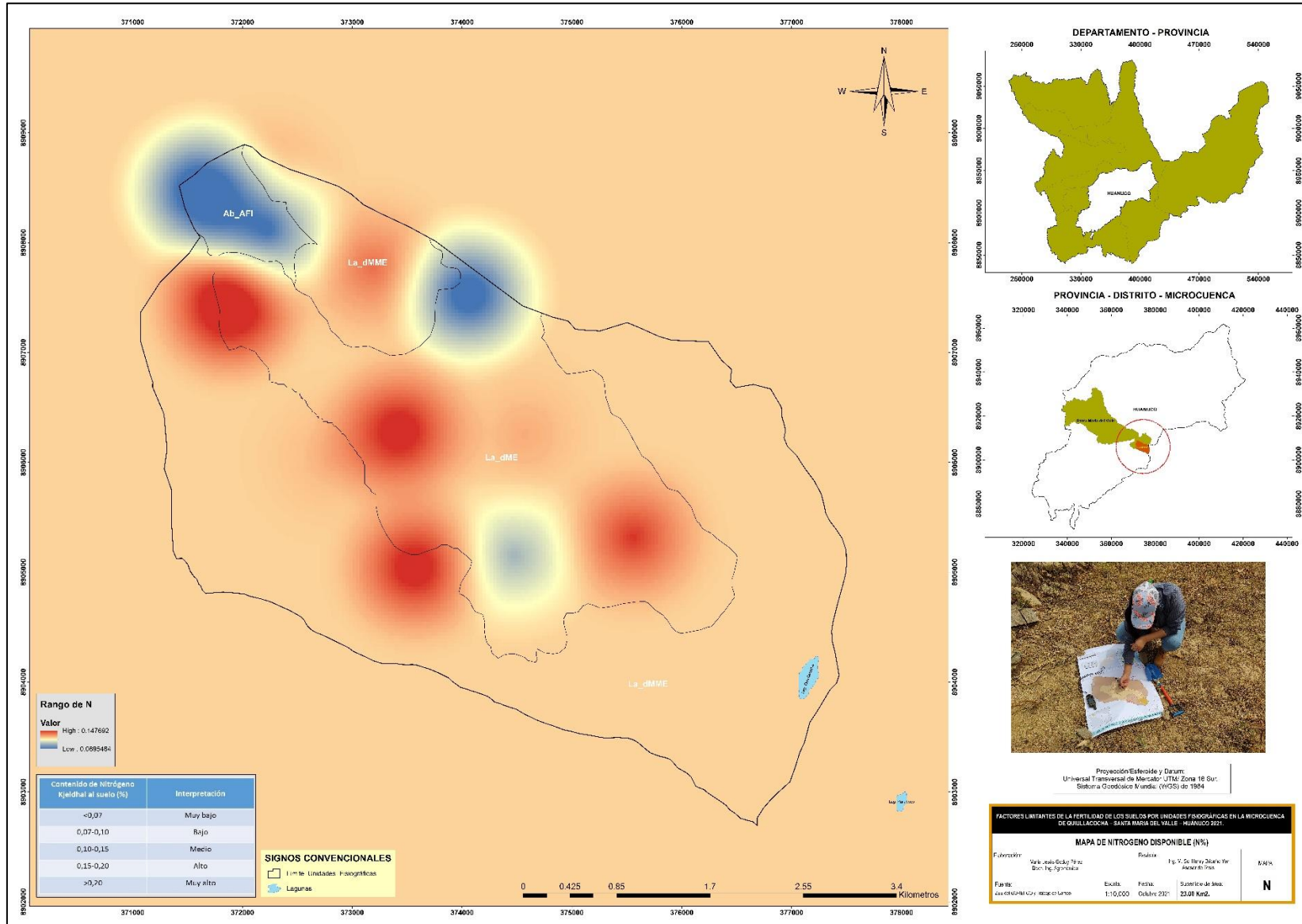
# Anexo 06. Mapa de pH



# Anexo 07. Mapa de materia orgánica

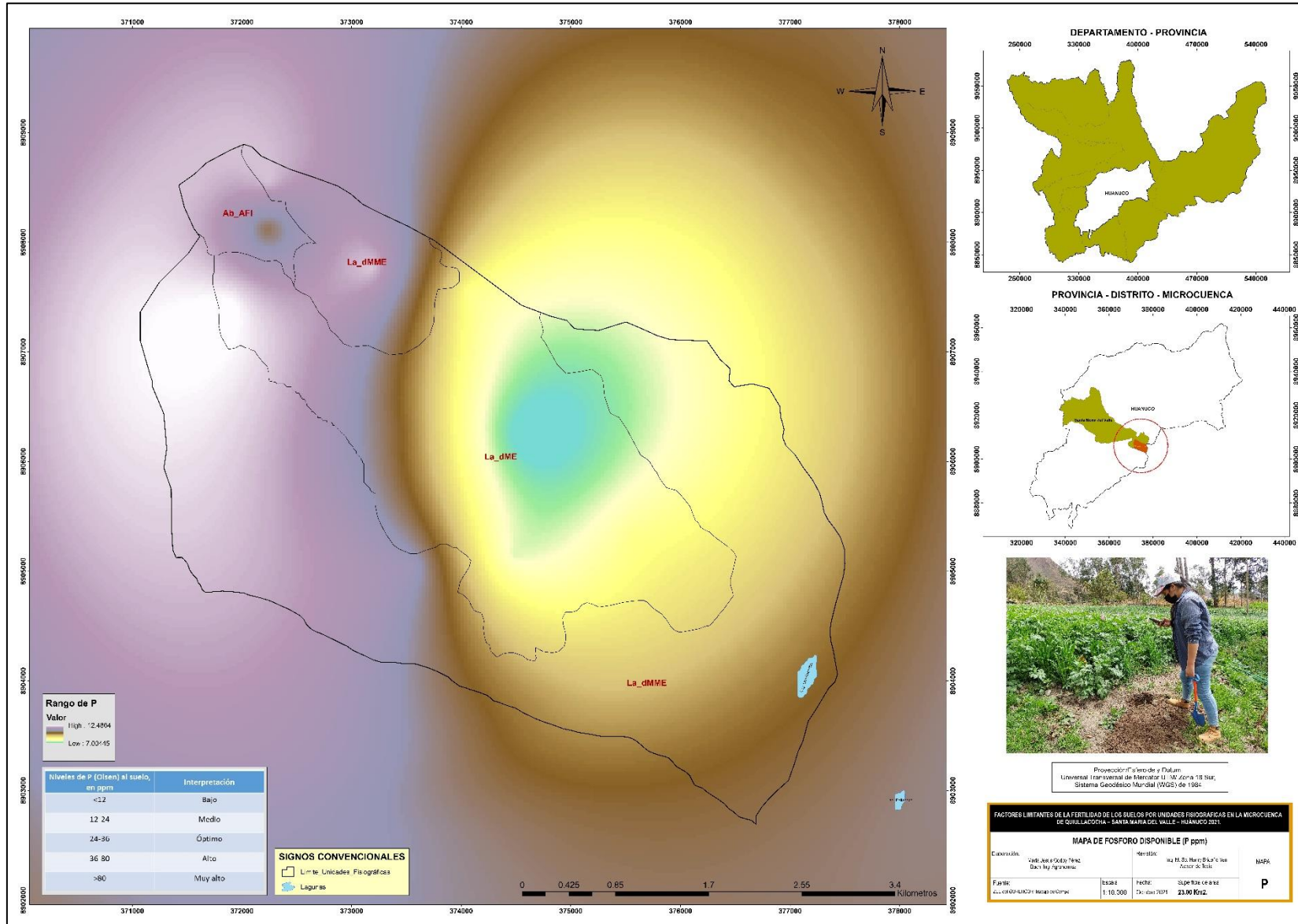


# Anexo 08. Mapa de nitrógeno total



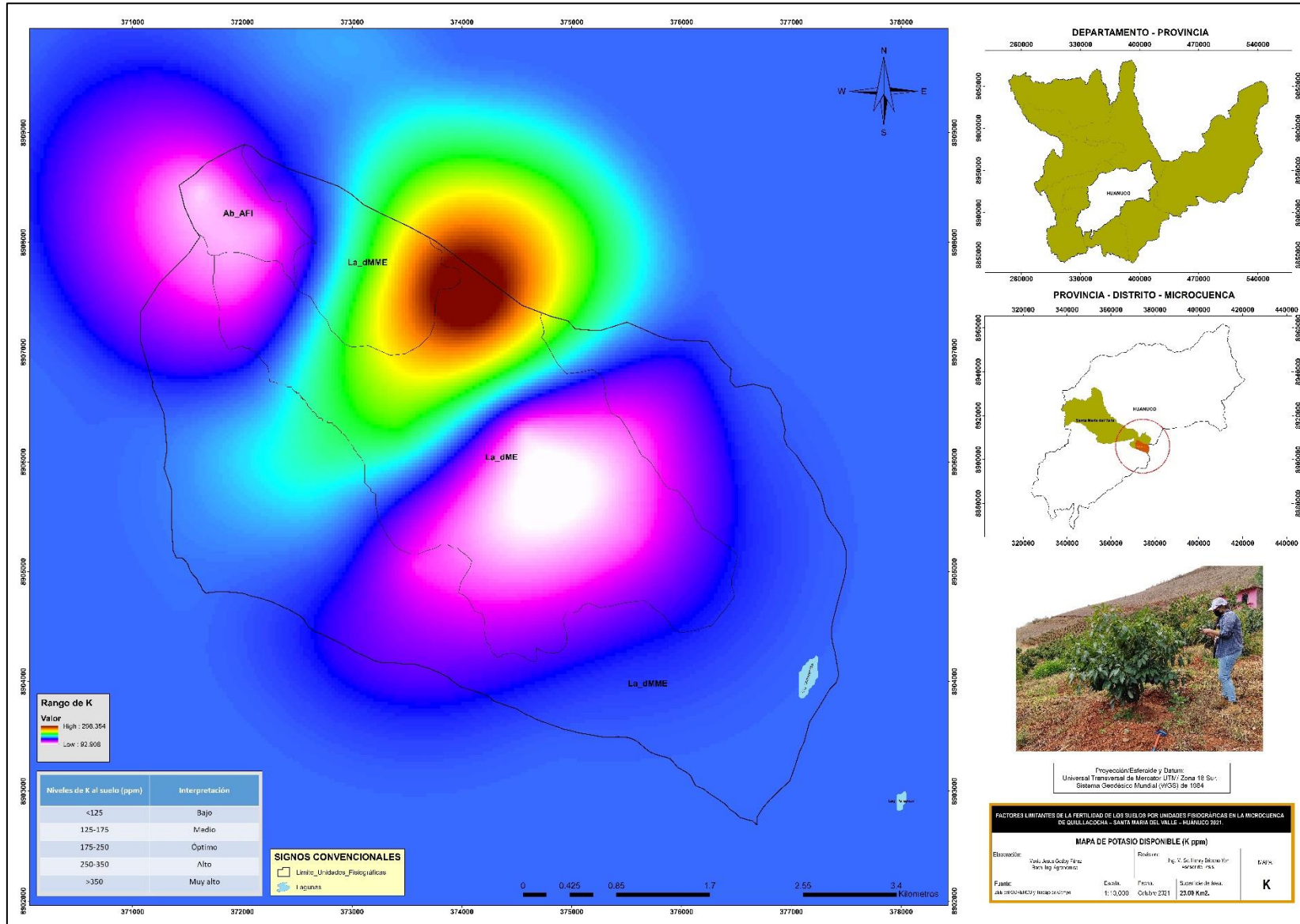


# Anexo 09. Mapa de fósforo disponible





# Anexo 10. Mapa de potasio disponible





**Anexo 11. Panel fotográfico**

Img 01. Reconocimiento del área en estudio





Img 02. Identificación de puntos UTM para calicatas





Img 03. Entrevista con agricultores para recoger información y acceder a sus parcelas para toma de muestras de suelos





Img 04. Aperturas de calicatas para toma de muestras de suelos





Img 05. Toma de muestras de suelos





Img 06. Acondicionamiento de muestras de suelos para enviar a laboratorio de suelos de la UNAS





Img 07. Rotulado de muestras de suelos para enviar a laboratorio de suelos de la UNAS









## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

En la ciudad de Huánuco a los 24 días del mes de febrero del año 2022, siendo las 11:10 horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco, y en virtud de la **Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL** (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex o Zoom de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 046-2022-UNHEVAL/FCA-D, de fecha 10/02/2022, para proceder con la evaluación de la sustentación virtual de la tesis titulada:

"FACTORES LIMITANTES DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS POR UNIDADES FISIAGRÁFICAS EN LA MICROCUENCA DE QUIULLACocha-SANTA MARÍA DEL VALLE-HUÁNUCO 2021"

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

MARÍA JESÚS GODOY PÉREZ

Bajo el asesoramiento del M.Sc Henry Briceño Yen


El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE :** Mg. Eugenio F. Pérez Trujillo  
**SECRETARIO :** Dr. Pedro Córdova Trujillo  
**VOCAL :** M.Sc. Severo Ignacio Cárdenas  
**ACCESITARIO :** Dra. María Betzabé Gutiérrez Solórzano

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: aprobado por unanimidad con el cuantitativo de 16 y cualitativo de Bueno, quedando la sustentante apto para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 12:55 horas.

Huánuco, 24 de febrero de 2022

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



**OBSERVACIONES:**

Tesis sin observaciones.

El Secretario del Jurado Dr. Pedro Córdova Trujillo no se presentó a la sustentación, quedando conformado el Jurado Calificador de la siguiente manera:

**PRESIDENTE :** Mg. Eugenio F. Pérez Trujillo  
**SECRETARIO :** M.Sc. Severo Ignacio Cárdenas  
**VOCAL :** Dra. María Betzabé Gutiérrez Solórzano

Huánuco, 24 de febrero de 2022

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---

---

---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN – HUÁNUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 76 - 2021- UNHEVAL- FCA

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA  
TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**“FACTORES LIMITANTES DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS  
POR UNIDADES FISIOGRÁFICAS EN LA MICROCUENCA DE  
QUIULLACocha- SANTA MARÍA DEL VALLE- HUÁNUCO 2021”**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

**María Jesús Godoy Pérez**

La misma que fue aplicado en el programa: “turnitin”

La TESIS; para Revision.pdf, con Fecha: 25 de enero del 2022

Resultado: **30 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición  
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

76

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CONSTANCIA N°

Dr. Antonio S. Cornejo y Maldonado  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
DE LA F.C.A.

## AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE PREGRADO

IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: María Jesús Godoy Pérez

DNI.: 46283606

Correo Electrónico: mariagodpe@gmail.com

Teléfono Casa: 062 - 780742

Celular: 958872605

Oficina:

IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

<b>Pregrado</b>
Facultad de: Ciencias Agrarias
E.P.: Ingeniería Agronómica

Título Profesional obtenido:

Ingeniero Agrónomo

Título de la tesis:

"FACTORES LIMITANTES DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS POR UNIDADES FISIOGRAFICAS EN LA MICROCUENCA DE QUIULLACOCHA- SANTA MARÍA DEL VALLE-HUÁNUCO 2021".

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor (es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción de Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica más no al texto completo.

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya (n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

(     ) 1 año

(     ) 2 años

(     ) 3 años

(     ) 4 años

Luego del período señalado por usted (es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 10 de mayo del 2022.

Firma del autor y/o autores:

