

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL
SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO HERMILIO VALDIZÁN,
PROVINCIA LEONCIO PRADO

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

JAMES VÁSQUEZ JANAMPA

Tingo María – Perú

2022



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

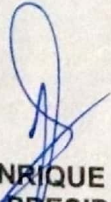
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 25 de Enero del 2019, a horas 9:00 p.m. en la Sala Sesiones del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS, para calificar la Tesis titulada:

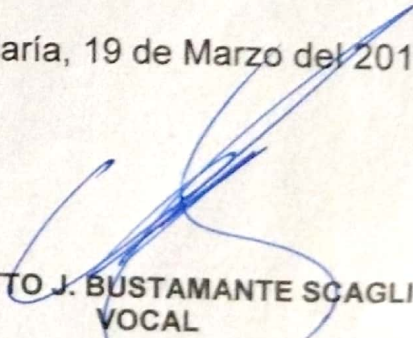
“DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE – DISTRITO HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO”

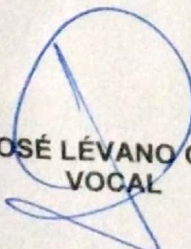
Presentado por el Bachiller: **JAMES VÁSQUEZ JANAMPA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “**BUENO**”

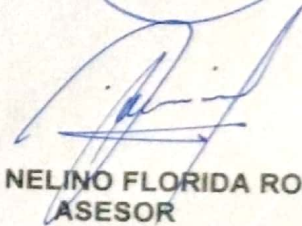
En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 19 de Marzo del 2019


Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUÁREZ
PRESIDENTE


Ing. ERLE OTTO J. BUSTAMANTE SCAGLIONI
VOCAL


Ing. MSc. JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO
VOCAL


Ing. MSc. NELINO FLORIDA ROFNER
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL
SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO HERMILIO VALDIZÁN,
PROVINCIA LEONCIO PRADO

Autor	: Bach. JAMES VÁSQUEZ JANAMPA.
Asesor	: Dr. NELINO FLORIDA ROFNER.
Programa de investigación	: Ciencias básicas.
Línea de investigación	: Física y química de suelo.
Eje temático de investigación	: Indicadores físicos y químicos del suelo.
Lugar de ejecución	: Sector 3 de Octubre, distrito Hermilio Valdizán.
Duración	: doce meses.
Financiamiento	: Propio.
Monto	: S/ 3,000.00

Tingo María – Perú

2022



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN
DOCENTE Y TESISISTA

DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Título de Tesis : Distribución espacial de las propiedades físico químicas del suelo, en el sector 3 de Octubre - distrito Hermilio Valdizán, provincia Leoncio Prado.

Autor : Bach. James Vásquez Janampa.

Asesor de tesis : Dr. Nelino Florida Rofner.

Escuela Profesional : Escuela profesional de Conservación de Suelos y Agua.

Programa de investigación : Ciencias básicas.

Línea(s) de investigación : Física y química de suelo.

Eje temático de investigación: Indicadores físicos y químicos del suelo.

Lugar de ejecución : Sector 3 de Octubre, distrito Hermilio Valdizán.

Duración : Fecha de inicio 19-01-2017
: Fecha de término 10-12-2018

Financiamiento : Recursos propios. S/ 3000,00



Bach. James Vásquez Janampa
Tesisista



Dr. Nelino Florida Rofner.
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, todo poderoso, quien es mi fuente de sabiduría y bondad infinita por darme la gratitud de la vida, la suficiente fortaleza y superación a pesar de los obstáculos y permitirme llegar a cumplir uno de mis sueños.

A mis padres Cesar Vásquez Pulido y Martha Epifanía Janampa Mora, por el amor incondicional que siempre me han dado, por sus consejos y por sus grandes esfuerzos que hicieron posible mi formación como profesional.

A mis hermanos Keny cesar, Eddy, Christian, y Ángela, por su confianza y el gran cariño que nos une siendo mi mayor impulso.

¡se fuerte y valiente! No temas ni te desanimas, porque el SEÑOR tu Dios estará contigo dondequiera que vayas(Josué)

AGRADECIMIENTO

- ✓ Durante mi formación profesional, personal y elaboración del presente trabajo he recibido el valioso consejo y apoyo incondicional de varias personas, a quienes deseo expresar mi profundo reconocimiento a todas ellas.
- ✓ A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater y los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias en mi formación profesional.
- ✓ Al Dr. Nelino FLORIDA ROFNER, quien me ofreció su invaluable asesoramiento en la presente investigación. Gracias por su paciencia, empeño y confianza deposita en mí.
- ✓ Al Ing. M.Sc. José Dolores LÉVANO CRISÓSTOMO, por creer en mí, apoyarme en la realización de este trabajo y brindarme todo su afecto incondicional.
- ✓ A los miembros integrantes de jurado de tesis; Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez, Ing. M.Sc. José Dolores LÉVANO CRISÓSTOMO y al Ing. M.Sc. Erle Bustamante, por sus oportunas sugerencias.
- ✓ A mis amigos Ing. Toribio Dueñas Leodan, Ing. José Luis Huaynate Natividad, Fueron los que me ayudaron en la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Suelo	3
2.2. Propiedades físicas del suelo	3
2.2.1. Textura del suelo.....	3
2.2.2. Clase textural	3
2.2.3. Densidad de suelo	5
2.3. Propiedades químicas del suelo	5
2.3.1. Reacción del suelo	6
2.3.2. El pH.....	6
2.3.3. Materia orgánica	7
2.3.4. Contenido de nitrógeno en el suelo.....	8
2.3.5. Fósforo disponible (método de Olsen modificado)	8
2.3.6. Potasio.....	9
2.3.7. Capacidad de intercambio catiónico	10
2.4. Levantamiento de suelos.....	10
2.4.1. Aplicaciones del levantamiento de suelos	11
2.4.2. Mapeo de suelos.....	11
2.4.3. Unidad cartográfica (unidad de mapa).....	11
2.4.4. Área mínima de mapeo	11
2.4.5. Métodos de distribución de las observaciones de suelos	11
2.4.6. Muestra de suelos.....	12
2.4.7. Criterios para el muestreo de suelos	12
2.4.8. Observaciones de suelos	13
2.4.9. Niveles de ejecución de levantamiento de suelos	13
2.5. Distribución espacial	17
2.6. Interpolación espacial	17
2.6.1. Ponderación de distancia inversa (IDW)	18
2.6.2. Spline	18
2.6.3. Método de Kriging.....	18

2.7.	Factores que afectan la calidad de los resultados interpolados:	18
2.7.1.	Número de puntos de muestreo	18
2.7.2.	Ubicación de los puntos de muestreo	18
2.7.3.	Los efectos de borde	19
2.8.	El cultivo del café	19
2.8.1.	Taxonomía	20
2.8.2.	Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de café	20
2.8.3.	Los nutrientes para el cultivo de café	22
2.8.4.	Requerimientos minerales por el café.....	22
2.9.	Antecedentes.....	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1.	Características generales del área de estudio.....	25
3.1.1.	Descripción del área de estudio	25
3.1.2.	Ubicación política	25
3.1.3.	Fisiografía	25
3.1.4.	Clima.....	26
3.1.5.	Accesibilidad	26
3.2.	Materiales y equipos	28
3.2.1.	Materiales de campo	28
3.2.2.	Materiales de laboratorio	28
3.2.3.	Equipos de campo	28
3.2.4.	Equipos de gabinete	28
3.2.5.	Materiales de gabinete y programas de SIG	28
3.3.	Metodología.....	28
3.3.1.	Fase pre campo	28
3.3.2.	Fase de campo.....	29
3.3.3.	Fase de laboratorio.....	30
3.3.4.	Fase gabinete.....	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.	Interpretación de las propiedades físicoquímicas del suelo por unidades fisiograficas.....	32
4.1.1.	Textura	32
4.1.2.	pH del suelo	33
4.1.3.	Materia orgánica de suelo	35

4.1.4. Nitrógeno del suelo	37
4.1.5. Fósforo disponible en el suelo	38
4.1.6. Potasio disponible en el suelo	39
4.1.7. Bases cambiables	40
4.1.8. Capacidad de intercambio catiónico en el suelo	42
4.1.9. Saturación por bases del suelo	43
4.2. Distribución espacial de las propiedades fisicoquímicas del suelo	45
4.2.1. Distribución espacial de la textura del suelo	45
4.2.2. Distribución espacial de pH	46
4.2.3. Distribución espacial de materia orgánica	48
4.2.4. Distribución espacial de nitrógeno	49
4.2.5. Distribución espacial del fósforo	50
4.2.6. Distribución espacial del potasio	51
4.2.7. Distribución espacial de CIC	53
4.2.8. Distribución espacial de calcio en el suelo	54
4.2.9. Distribución espacial del magnesio	55
4.2.10. Distribución espacial de CICE	57
4.2.11. Distribución espacial de saturación bases	58
V. CONCLUSIONES	60
VI. PROPUESTA A FUTURO	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Página
1. Caracterización de partículas, diámetro y descripción de clase textural	4
2. Clasificación de los suelos de acuerdo a su pH.....	6
3. Intervalos de materia orgánica en el suelo	8
4. Niveles de materia orgánica	8
5. Niveles de fósforo	9
6. Niveles de contenido de potasio disponible	9
7. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico ($\text{pH} > 5,5$).....	10
8. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico ($\text{pH} < 5,5$).....	10
9. Especificaciones técnicas para levantamiento de suelos	15
10. Zonas cafetaleras y las condiciones edafoclimáticas	21
11. Extracción de elementos esenciales por la planta de café	22
12. Unidades fisiográficas de la parcela en estudio.....	25
13. Indicadores de suelos y métodos de determinación	30
14. Textura de suelos.....	32
15. PH de las muestras de suelo	33
16. Contenido de materia orgánica en el suelo.....	36
17. Contenido de nitrógeno en el suelo	37
18. Contenido de fósforo disponible en el suelo	38
19. Contenido de potasio disponible en el suelo	40
20. Bases cambiables en el suelo.....	41
21. Contenido de CIC en las muestras de suelo	42
22. Porcentaje de saturación por bases del suelo.....	43
23. Superficie según textura por unidad fisiográfica.....	45
24. Superficie según niveles de pH por unidad fisiográfica.....	46
25. Superficie del contenido de materia orgánica por fisiografía.....	48
26. Superficies según niveles de nitrógeno por unidad fisiográfica.....	49
27. Superficie de niveles de fósforo por unidad fisiográfica.....	50
28. Superficie de niveles de potasio por unidad fisiográfica.....	52
29. Superficie de niveles de CIC por unidad fisiográfica.....	53
30. Superficie de niveles de calcio por unidad fisiográfica.....	54

31.	Superficie de niveles de magnesio por unidad fisiográfica.....	56
32.	Superficie de niveles de CICE por unidad fisiográfica.....	57
33.	Superficie de niveles de saturación por bases por fisiografía	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Triangulo de clases texturales.....	5
2. Diagrama de Emil Troug	7
3. Modelo de interpolación espacial	17
4. Ejemplos de ubicación de puntos de muestro.....	18
5. Los efectos de borde	19
6. Mapa fisiográfico del área de estudio	26
7. Mapa de ubicación del sector “3 de Octubre”	27
8. Diagrama para la elaboración de mapas temáticos.....	31
9. Porcentajes de partículas de arena, limo y arcilla.....	33
10. PH de acuerdo a las unidades fisiográficas.....	34
11. Porcentaje de materia orgánica en el suelo.....	36
12. Porcentaje de nitrógeno en el suelo	38
13. Porcentaje de Fósforo disponible en el suelo	39
14. Potasio disponible en el suelo.....	40
15. Contenido de bases cambiables	42
16. CIC disponible en las muestras de suelo	43
17. Saturación por bases en las muestras de suelo.....	44
18. Superficie en porcentaje de la textura.....	46
19. Superficie en porcentaje de pH en el suelo.....	47
20. Superficie en porcentaje de materia orgánica.....	49
21. Superficie en porcentaje de nitrógeno	50
22. Superficie en porcentaje de fósforo	51
23. Superficie en porcentaje de potasio	52
24. Superficie en porcentaje de CIC	54
25. Superficie en porcentaje de calcio	55
26. Superficie en porcentaje de magnesio	56
27. Superficie en porcentaje de CICE	58
28. Superficie en porcentaje de saturación por bases	59
29. Recorrido por el límite de la parcela en estudio.	68
30. Reconocimiento de las zonas a muestrear.	68

31. Muestreo de suelo en colina alta.....	69
32. Muestreo de suelo en terraza alta.....	69
33. Muestreo de suelo en montaña baja.....	70

RESUMEN

La productividad de los cultivos depende de las características físicas y químicas del suelo, por lo tanto es necesario conocer el contenido de nutrientes y como están distribuidos espacialmente estas; para una fertilización más eficiente, en base a ello se evaluó la distribución espacial por unidades fisiográfica de las propiedades físicoquímicas del suelo, para lo cual primero se realizó el levantamiento de suelo según el D.S.013-2010-AG, llevándose a cabo la identificación de los puntos de muestreo por unidades fisiográfica, una vez recolectadas fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la UNAS; estos datos fueron interpoladas utilizando los métodos IDW Y Kriging en el software ArcGis, teniendo como producto una capa raster de cada variable, las cuales fueron superpuesto con las unidades fisiográficas; como resultados se encontró suelos texturas predominante en franco arcilloso y franco que representan el 61,90% y 27,00% respectivamente, en pH el nivel fuertemente ácido es predominante, representa el 71,64%; en materia orgánica el nivel medio es más representativo (90,33%); en nitrógeno el nivel moderado es la que ocupa mayor superficie, representa el 56,53%; en fosforo el nivel bajo ocupa mayor superficie (56,53%); en potasio el nivel bajo representa el 61,75%; en CIC el nivel muy bajo representa el 79,47%; en calcio el nivel moderado representa el 66,98%; en magnesio el nivel bajo es más representativo con el 97,36 %; en CICE el nivel medio representa el 85,64%. Concluyendo lo siguiente; el suelo de la parcela en estudio se caracteriza por clases texturales franco arcilloso y franco.

Palabras clave: Distribución espacialmente, fisiográfica, suelo, interpolación.

ABSTRACT

The productivity of the crops depend on the physical and chemical characteristics of the soil, thus it is necessary to understand the content and how they are spatially distributed, in order to fertilize more efficiently, based on this, the spatial distribution per physiographic unit was evaluated for the physiochemical properties of the soil, the methodology used for the soil removal was that according to D.S.013-2010-AG, first carrying out the identification of the sampling points, once collected, they were analyzed in the UNAS' soil laboratory; these results were interpolated using the IDW and Kriging methods with the ArcGis software. With the results having a raster layer for each variable; in the case of the soil texture, frank clay predominates, at a strongly acidic pH level it is predominantly represented at 71,64 %; for the organic matter, the average level is most representative (90,33 %); for the nitrogen, the moderate level is that which occupies the greatest surface area, representing 56,53 %; for the phosphorous, the low level occupies the greatest surface area (56,53 %); for the potassium, the low level represents 61,75 %; for the CEC, the low level represents 79,47 %; for the calcium, the moderate level represents 66,98 %; for the magnesium, the low level is the most representative at 97,36 %; for the CECe, the average level represents 85,64 %. Concluding that according to the spatial distribution, with respect to the classes of texture, frank clay and frank predominate, with respect to the pH, strongly acidic predominates, organic matter presents an average level, for the phosphorous and potassium, a low level, for the CEC variable, the average level occupies an area of 110,34 ac, for the calcium, a moderate level (66,98 %), with respect to the magnesium, the low level is predominant.

Keywords: Distribution spatially, physiographic, soil, interpolation.

I. INTRODUCCIÓN

El recurso suelo es uno de los más fundamentales para el desarrollo de las plantas y la humanidad en el mundo, ya que es muy básico para producción del cultivos y alimentos; para la buena producción es necesario que los suelos sean de buena calidad; la cual depende sus propiedades físicas y químicas. Para conocer sus características de debe aplicar la técnica del muestreo del suelo, luego viene el trabajo de laboratorio, el análisis de cada variable, en los cuales indicaran los limitantes de cada muestra y de esa manera fijar el uso de cada unidad de suelo.

Uno de los cultivos que requiere alta nutriente minera para la cosecha es el café, sin embargo, teniendo este conocimiento básico de fertilización, aplicar la fertilización en un momento adecuado para tener buena rentabilidad en la productividad del mismo. además, intervienen varios factores para la tener una óptima producción del cultivo entre ellos tenemos: La altitud, la nubosidad, las lluvias, la insolación y varios factores más (Figuroa, 1984). Dicha condicione se encuentra en el sector 3 de Octubre, por lo que la población se dedica a cultivarla y que en muchas veces no tienen un buen manejo.

En el presente estudio analizaremos la variación espacial de las propiedades físicas y químicas del suelo mediante la herramienta geoestadística, que permitirá la elaboración de mapas de cada suceso, de esa manera conocer de qué manera afectan la productividad y el rendimiento del cultivo de café. (Ortega y Flores, 1999).

Una de las herramientas más fundamentales que posee el SIG (sistema de información geográfica), es el análisis espacial, desarrollando procesos de interpolar de varias variables, que en el campo posee gran aplicabilidad.

Usar predicciones mediante interpolaciones en el suelo, es usar valores en los puntos no muestreados, para aplicar fertilizantes. Es de mucha ayuda, porque disminuye costos en análisis de suelos, tiempo de muestreo de suelos (Petersen et al., 1995).

La población del sector de 3 de Octubre, se dedica en su mayoría a la actividad agrícola especialmente al cultivo de café, donde se observa el mal uso y manejo del medio edáfico, que se ve reflejado en su bajo rendimiento de producción, el cual genera problemas económicos en la canasta familiar y la mala calidad de vida. En base a esta situación problemática se realiza la siguiente interrogante ¿Cómo están distribuidas espacialmente las propiedades físico químicas del suelo en el sector 3 de Octubre?

Sin embargo, se plantea la siguiente hipótesis: ¿La distribución espacial de las propiedades físico químicas del suelo, permitirá demarcar zonas homogéneas respecto a la cantidad y tipo de nutrientes del suelo en el sector 3 de Octubre?, como prosigue los objetivos del estudio serán:

Objetivo general

- Evaluar la distribución espacial por unidades fisiográfica de las propiedades fisicoquímicas del suelo, en el sector 3 de Octubre – distrito Hermilio Valdizán, provincia de Leoncio Prado.

Objetivos específicos

- Realizar la interpretación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por unidades fisiográficas, en el sector 3 de Octubre.
- Interpretar la distribución espacial de las propiedades fisicoquímicas del suelo por unidades fisiográficas, sector 3 de Octubre.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Suelo

El termino tradicional del suelo se determina como el medio natural para soporte, crecimiento de los seres vivos. También se define como una contextura natural que está formado por capas o niveles llamados horizontes, compuestas de mineral meteorizado, materias orgánicas, agua y aire. El suelo tiene un resultado final influenciado por el tiempo y en combinación con el clima, forma del relieve, la flora, fauna y el hombre, material parental (roca y mineral), y el resultado de todo ello está plasmado en textura, estructura, consistencia, color y las propiedades del suelo (física, química y biológicas) (FAO, 2015).

2.2. Propiedades físicas del suelo

La propiedad física del suelo es un aparte, para la evaluación del propósito del estudio, en este caso la calidad del mismo. Las propiedades de atributos físicas son difícilmente de mejorar, como indicador para la calidad se utilizan variables que reflejan de que este recurso acepta, retiene y trasmite agua a la vegetación, otra de las variables son las limitantes que puede encontrar para desarrollar sus raíces. Los indicadores mencionados en la calidad de suelo son: la estructura, densidad aparente, profundidad del suelo superficial y conductividad hidráulica saturada (Arévalo et al., 2002).

2.2.1. Textura del suelo

La textura del suelo viene a ser proporción en fracciones de los tres componentes (arena, limo y arcilla), está determinado entre los rangos no mayores a 2 mm de diámetro, se consideran como modificador textural entre ella tenemos: grava (0,20–2,0 cm), grava (2,0–5,0 cm), guijarros (15,0–25,0 cm), rodador (25,0–50,0 cm) y los bloques (mayor a 50,0 cm), Sin embargo, consideran en el grupo a los agregados estables por la condición de la MO (Zavaleta, 1992).

$$\% \text{ Arena} + \% \text{ Limo} + \% \text{ Arcilla} = 100 \%$$

2.2.2. Clase textural

Se basan en las variaciones de combinación de las tres componentes como: arena limo y arcilla, sin embargo, estas, combinaciones son casi infinitas (Zavaleta, 1992).

El porcentaje relativo de arena, limo y arcilla, agrupados en doce clases texturales (SSDS, 1993). Cada una de las clases texturales presentan distintos comportamientos en los

físico, químico y mecánico, así como también diferentes efectos en la capacidad de aireación, retención de la humedad, permeabilidad, disponibilidad de los nutrientes, sensibilidad a la erosión y la liberación y retención de iones (JARAMILLO, 2002).

Tabla 1. Caracterización de partículas, diámetro y descripción de clase textural

Partícula	Diámetro	Descripción
Arena	2,00 – 0,05 mm	Sus partículas individuales son observables a simple vista. Por su gran tamaño y forma irregular, el contacto entre partículas de arena es limitado, lo que dificulta la formación de agregados estables en el suelo.
Limo	0,05 – 0,002 mm	Su tamaño hace que sean observables al microscopio. Por la combinación de su área superficial y el tamaño de sus poros, esta partícula tiene la más alta capacidad retentiva de agua disponible.
Arcilla	<0,0002 mm	Son observables solo a través de microscopios electrónicos. Cuando se humedecen, forman agregados que al secarse son bastante duros. El grado de cohesión y adhesión varía según la clase de arcilla; cuanto más fina, más duro el terrón que se forma.

Fuente: Zavaleta (1992).

Sobre la clase textural, un suelo arenoso se considera de textura gruesa cuando contiene mayor a 44% de arena, también por presentar mayor grado de infiltración y una escasa retención de agua.

El suelo de clase textural arcillo se considera de textura fina cuando contiene solo el 20% de mismo, también por retener mayor cantidad de agua y al retirar el agua deja una capa dura, obstaculiza para la nueva infiltración.

El suelo llamado ideal para la agricultura o de textura franco o llamado también textura media por presentar dispersión de partículas en porcentajes equilibradas con 40,0 – 45,0% arena, con 30,0 – 35,0% limo y con 25,0% arcilla, ideal para la agricultura en limpio (Jaramillo, 2002).

La clase textura presentada en triángulos texturales, la nomenclatura decreta por SSDS (1993), las combinaciones predominan las fracciones más relevantes del mismo (Sánchez,

2007). Para identificar una clase textural es el punto de intercepción de los tres componentes texturales (Jaramillo, 2002).

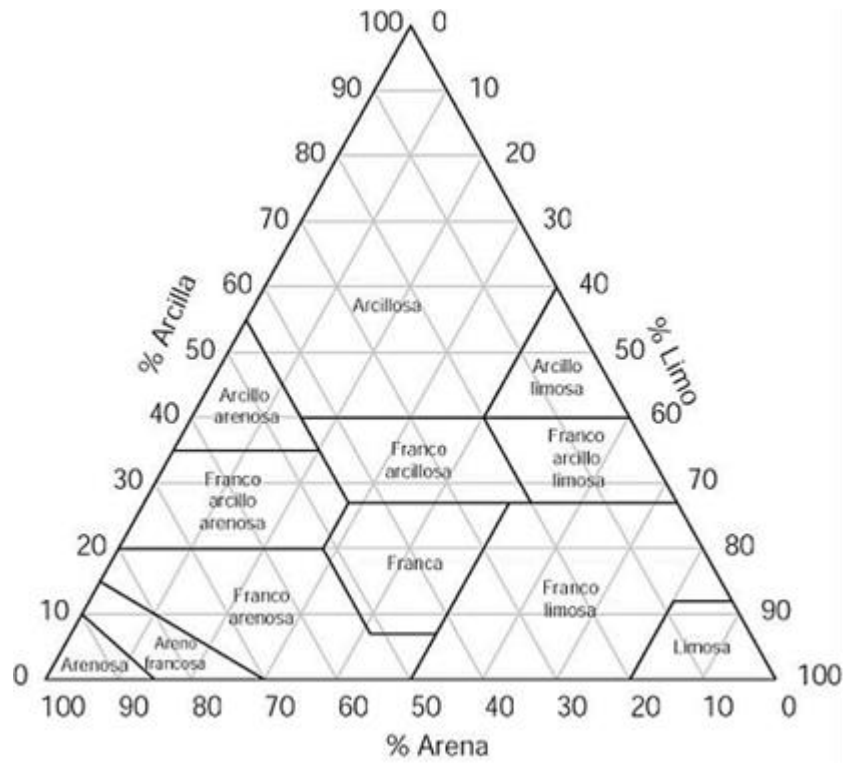


Figura 1. Triángulo de clases texturales.

Fuente: Zavaleta (1992).

2.2.3. Densidad de suelo

La densidad está asociada con la textura, la clase textural de suelo arenoso presenta mayores valores que se encuentra entre 1,35 a 1,85 kg/dm³ (Araujo et al., 2004). Las partículas minerales con mayor densidad se encuentran en suelos texturales arenoso y arcilloso con rangos entre < 1,0 a > 1,7g/cm³ (USDA, 1999). Menciona Arévalo et al. (2002), el potencial de mantener o recuperar o suelos con óptimas condiciones en densidad y textura se encuentran en los sistemas agroforestales en relación con el sistema cafetal, evidencia el mejor manejo e indicador del suelo, entre ellas también mejoraron otros variables como la estructura por lo que se recomienda mantener el suelo con cobertura viva.

2.3. Propiedades químicas del suelo

Los siguientes indicadores son considerados para evaluar las propiedades químicas para ello buscan condiciones de la relación que existe entre el suelo y la planta, también está la calidad de agua, se encuentra la capacidad amortiguadora del suelo, agua disponible, nutrientes y finalmente los microorganismos (SQI, 1996).

Los contenidos macronutrientes fundamentales son (N, P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², S) y los micronutrientes fundamentales son (Fe⁺², Mn⁺², Cu⁺², B, Mo, Cl⁻). Son aquellas los indicadores que permiten brindar información en sus análisis de suelo, en qué condiciones se encuentra el suelo en su propiedad química, los principales componentes son la MO, la fertilidad del suelo y la acidez - alcalinidad (SQI, 1996).

2.3.1. Reacción del suelo

Esta propiedad es la más fundamental porque su reacción afecta en forma directa obliga a la planta su disponibilidad de nutriente, relacionando con otras propiedades que son las biológicas, se expresa en unidades de pH (Fasbender, 2002).

2.3.2. El pH

Cumple tres condiciones de grado acidez, neutralidad y alcalinidad en proporciones de ion hidrogeno simbolizado (H⁺) y oxidrilos (OH⁻). Teóricamente de define iones hidrogeno (H⁺) bajo la condición de hidronio (H₃O⁺) en la solución del suelo, con la siguiente formula (Jaramillo, 2002).

$$\text{pH} = - \log. \text{H}_3\text{O}^+$$

Las concentraciones de pH revelan los iones H⁺ y OH⁻, por ejemplo, cuando se presenta mayor presencia (H⁺) la reacción es acida con escala menor a 7, si la presencia es mayor (OH⁻) presenta reacción alcalina con escalas mayores a 7, sin embargo, cuando las concentraciones son iguales, presenta reacción neutra y el resultado es pH igual a 7. Los rangos de pH se describen de 0 – 14 a 25°C, nota muy importante en suelos naturales el pH no alcanza valores extremos, su rango se encuentra de 3,5 a 9 (MINAG, 2011). Los grados de pH son muy sensibles, varían o se modifican rápidamente por la inferencia que se presentan en el manejo de suelo (Zavaleta, 1992).

Esta clasificación es en solución extracto, con relación suelo: agua en proporción 1:1.

Tabla 2. Clasificación de los suelos de acuerdo a su pH

Descripción	Rango
Extremadamente ácido	Menor de 4,5
Fuertemente ácido	4,5 – 5,4
Moderadamente ácido	5,5 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 – 8,5
Fuertemente alcalino	Mayor de 8,5

Fuente: Porta (1999).

El pH tiene una influencia primordial en el suelo, porque gobierna los procesos químicos del suelo por ejemplo vigila si es aprovechable o no los nutrientes, influye en los procesos biológicos y como en la actividad microbiana (MINAG, 2011).

En los suelos ácidos se encuentran los elementos Al^{+3} , Fe^{+3} y Mn^{+4} y en los suelos alcalinos se encuentran los elementos Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} y K^{+} , una nota importante ambas condiciones están relacionadas por la pluviometría.

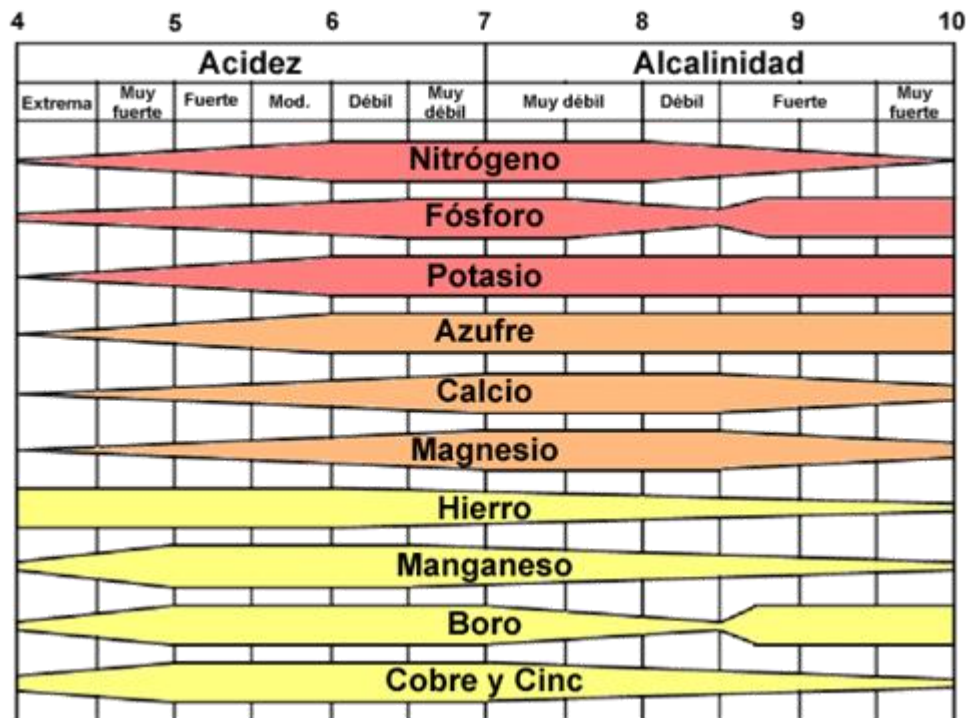


Figura 2. Diagrama de Emil Troug

Fuente: MINAG, 2011.

2.3.3. Materia orgánica

En el suelo es muy heterogéneo y su condición de presencia depende del clima, cobertura vegetal, fisiografía local, material parental y el sistema de manejo del suelo, otros factores que componen en su descomposición depende de la temperatura por ejemplo las temperaturas altas y bajas detienen o conservan su desarrollo de descomposición, es habitual entre 25 a 28 °C (Zavaleta, 1992).

El contenido de la MO se debe realizar la interpretación de acuerdo a las regiones de estudio costa sierra y selva, por ejemplo, el valor asignado del valle aluvial (costa) el 2% significa alto, este mismo dato para la sierra significa bajo y el mismo dato para la selva baja significa nivel medio, en conclusión, se interpretan de acuerdo a la región y por cultivo planteado (Zavaleta, 1992).

Tabla 3. Intervalos de materia orgánica en el suelo

Nivel	Rango (%)
Bajo	< 2
Medio	2 a 4
Alto	>4

Fuente: Porta (1999).

2.3.4. Contenido de nitrógeno en el suelo

El contenido de nitrógeno llega al suelo mediante la inserción de materia orgánica, residuos de descomposición y finalmente de la atmosfera con los procesos de fijación bacteriana.

Su contenido ayuda a desarrollar las hojas y brotes, están presentes en el protoplasma celular y contiene proteína, clorofila, nucleótidos, alcaloides, enzimas, hormonas y vitaminas. También los microorganismos aprovechan para desarrollar su aceleramiento de descomposición de los residuos. La asimilación o aprovechamiento del nitrógeno es mediante la forma aniónica de nitrato (NO_3^-) y catiónica de amonio (NH_4^+) para la planta (Céspedes, 1991).

Tabla 4. Niveles de materia orgánica

Niveles	Rangos (%)
Muy bajo	Menor de 0.05
Bajo	0,05 – 0,10
Moderada	0,10 – 0,15
Alto	0,15 – 0,25
Muy alto	Mayor de 0,25

Fuente: Porta (1999).

2.3.5. Fósforo disponible (método de Olsen modificado)

Primordial para la nutrición y desarrollo de raíces y frutos, asimilado en forma de fosfatos mono y diácidos. Es un elemento menos móvil, hace su reacción dando formas fosfatadas no aprovechables para la planta, se podría mencionar que son los elementos críticos.

Su importancia radica en el desarrollo de la raíz, fruto (semilla) y floración, contribuye a la planta en célula viva, nucleótidos, lecitinas y enzimas. Su participación es en transferir energía, en la solución del suelo podemos encontrar como ion ortofosfato H_2PO_4^- como acidas y HPO_4^{2-} en condición alcalina. Aprovechable para las plantas están en pequeñas fracciones (Rojas, 2006).

Tabla 5. Niveles de fósforo

Niveles	Fósforo (ppm)
Muy Bajo	menos de 3
Bajo	3 - 7
Adecuado	7 - 15
Alto	15 - 25
Muy alto	Mayor de 25

Fuente: Porta (1999).

2.3.6. Potasio

Proviene de la ruptura de rocas, que contiene mineral potásico, así también de resto vegetal y animal, en contenido abunda el suelo, pero como K_2O requiere de la textura. El suelo arcilloso retiene en mayores cantidades por lo tanto son ricos en potasio (NAVARRO, 2003).

La importancia del potasio en el suelo ayuda a la planta en resistencia del tallo, enfermedad, clima extremo, sequía y helada. Participación en los procesos fotosintéticos, sintetización proteica y activación enzimática, ayuda en la calidad del producto. El contenido en el medio edáfico excede los 20,000 ppm, la mayor parte está en las rocas madres difíciles de asimilar, pero la máxima aprovechable en las arcillas por la solución del suelo (Jaramillo, 2002).

Tabla 6. Niveles de contenido de potasio disponible

Nivel	Rango (ppm)
Bajo	Menor de 125
Medio	125 - 175
Óptimo	175 - 250
Alto	250 - 350
Muy alto	Mayor de 350

Fuente: Porta (1999).

2.3.7. Capacidad de intercambio catiónico

Tiene la capacidad de retención de cationes cargados (+) porque el suelo posee es el complejo coloidal negativa, por lo tanto, el CIC tiene la capacidad de atrapar cationes de cargas positivas (Fassbender, 2002).

El CIC (capacidad de intercambio catiónico) retiene y libera ion positivo al suelo, sus contenidos se encuentran en suelos arcillosos y la materia orgánica. Los suelos arcillosos muestran gran concentración de su carga negativa, por lo tanto, será mayor el CIC, y aun es mayor el CIC cuando el contenido de materia orgánica es de alta. Los elementos con mayores cagas de iones positivos son el calcio (Ca^{++}), magnesio (M^{++}), potasio (K^+), amonio (NH_4^+), sodio (Na^+) e hidrógeno (H^+) (Jaramillo, 2002).

Los primeros 04 nutrientes calcio, magnesio, potasio y amonio conducen directamente el crecimiento de la planta, mientras el sodio e hidrogeno su función es disponer nutriente y mantener la humedad. En suelos con pH inferiores a 5,5 los cationes presentes son hidrogeno y aluminio.

Tabla 7. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico (pH > 5,5)

Niveles	CIC (meq/100 g de suelo)
Muy bajo	Menor a 6
Bajo	06-dic
Moderado	12 – 25
Alto	25 – 40
Muy alto	Mayor a 20

Fuente: Porta (1999).

Tabla 8. Niveles de la capacidad de intercambio catiónico (pH < 5,5)

Niveles	CICe (meq/100 g de suelo)
Bajo	Menor a 4
Medio	4 - 30
Alto	Mayor a 30

Fuente: Porta (1999).

2.4. Levantamiento de suelos

El decreto D.S-013-2010-AG, el término levantamiento de suelos, también se desarrollará a estudios agrológicos, estudio de suelos o cartografía de suelos.

Es el estudio desarrollado en describir los aspectos característicos del suelo, relacionado con otras disciplinas del suelo como ecología, geomorfología y geología. Estos estudios están plasmados en mapa para su mejor entendimiento, por su gran área y la infinidad de variables que se maneja.

2.4.1. Aplicaciones del levantamiento de suelos

Se realiza en plantaciones o cultivos, con el fin de mejorar o potenciar el agropecuario, forestal o la irrigación.

Estos estudios se realizan para la planificación de tierras, puede ser local, regional y nacional, por ejemplo, tenemos zonificación ecológica, económica, ordenamiento territorial, ordenamiento ambiental, impacto ambiental, su propósito de estos estudios es describir los impactos generados ya sean por el hombre, los fenómenos naturales o artificiales, finalmente permitirá tomar decisiones y plantear medidas.

2.4.2. Mapeo de suelos

Consiste en la actividad de describir todos los caracteres que tiene dicho área en objetivo, utilizando herramientas cartográficas, sensor remoto y otras disciplinas científicas.

2.4.3. Unidad cartográfica (unidad de mapa)

Es el área objetivo, definido, propósito, delimitado para realizar el trabajo en función a la especificidad requerida.

2.4.4. Área mínima de mapeo

Es un área de magnitud pequeña, representativa, equivalentes a 0.5 cm², se denominan muestra.

2.4.5. Métodos de distribución de las observaciones de suelos

a) Mapeo libre

Son actividades que se realizan como la observación, mediante fotografías, cartas establecidas de imágenes cartográficas, sensores remotos finalmente se realizan mediante la experiencia del encargado.

b) Rastreo de límites

Este trabajo permite verificar los límites, colindantes, perímetros y detallar cada vértice.

c) Red rígida

Se estable distancias muy costosas para descripción a detalle, ejemplo en levantamiento de estudios detallados.

d) Red flexible

Se establece distancia muy larga no rígidos para su descripción.

e) Transecto

Son estudios que describen en forma de línea recta, por ejemplo, los estudios para carreteras que cruzan varias unidades fisiográficas.

f) Travesía

Similar al transecto pero no rígidos, podrían saltarse un área, desviaciones de rutas.

2.4.6. Muestra de suelos

Consiste en obtener una unidad de suelo, la cantidad de la unidad de suelo dependerá del propósito del estudio, como de costumbre se obtiene aproximadamente 1 kg, en ella se describen los datos más relevantes, por ejemplo: nombre del proyecto, nomenclatura, profundidad, fecha.

2.4.7. Criterios para el muestreo de suelos**a) Sectorización**

Se realiza cuando el suelo es heterogéneo o para tener más precisión, pero los suelos deben tener diferentes características. Cada sector representa un grupo de muestras.

b) Serie de suelo

Cada sectorización tiene un grupo y cada grupo tiene su serie, sucede que a veces presentan diferencia por cualquier ocasión que sea, cuando se están realizando el trabajo de campo.

c) Uso histórico del suelo

Son antecedentes del suelo, que en la mayoría es bueno conocer, pero difícil de conseguir.

d) Uso actual del suelo

El presente que se encuentra en el área al estudio, su descripción es muy importante.

e) Topografía

Es la forma, relieve que presenta dicho lugar a estudiar, una descripción detallada, permitirá ubicar los puntos de muestreo.

f) Otros

Cuando se realizan estudios de suelos, el verificador o técnico de campo debe ser más visualizador, la descripción a detalle ayudará interpretar con más precisión de dicho suelo.

2.4.8. Observaciones de suelos

Consiste leer el suelo en el campo, como así describir las características por horizonte, ya sean calicatas, barrenajes o cortes naturales.

a) Calicatas

Son excavaciones de medidas de 1,5*0,8 m y de la profundidad dependerá del suelo que se encuentren, en la mayoría de los casos es a 1,5 a 2 metros dependerá del factor que se presente, por ejemplo: gravas, pedregosidad, napa freática y otros factores.

b) Chequeos detallados

Son excavaciones de suelo con 50,0 cm de profundidad, para identificar su perfil, en ella se utilizan herramientas específicas que ayudan a muestrear.

c) Chequeos de identificación

Son estudios de identificación de la taxonomía del suelo, es mejor realizar en cortes naturales provocados por la propia naturaleza, por ejemplo, en las carreteras, huaycos, y otros.

2.4.9. Niveles de ejecución de levantamiento de suelos

Su propósito es identificar y caracterizar los tipos de suelo. Los niveles de levantamiento de suelos, de mayor a menor detalle, son los siguientes:

a) Nivel muy detallado o de primer orden

Son estudios que se realizan en pequeñas áreas, requiere de una estricta descripción a detalle de su distribución y variabilidad, se realiza para resolver problemas en especificidad.

Estos estudios son para fines, por ejemplo: riego, drenaje, experimentos de investigación.

b) Nivel detallado o de segundo orden

Son estudios a detalle, pero sesgados, de igual forma requieren información a detalle con características, su distribución y variabilidad.

Estos estudios se realizan en la agricultura, construcción de obras, proyectos de ingeniería, estudios ambientales, estudios de zonificación.

c) Nivel semidetallado o de tercer orden

Se realizan para uso extensivo a un nivel semidetallado, de orden tres, de igual forma presentan características, distribución y variabilidad.

Se realizan estos estudios para manejo de pastura, áreas de recreación, EIA y otros estudios. Finalmente es aceptable para proyectos de nivel factibilidad.

d) Nivel de reconocimiento o de cuarto orden

Este estudio se realiza de uso extensivo, o también de uso general. Por ejemplo: de localización, comparación de áreas, clases de suelos, planeación regional y otros usos. Son aceptable en los proyectos hasta el nivel de prefactibilidad.

e) Nivel exploratorio o de quinto orden

Son estudios genéricos que muestran una descripción muy general, no son confiables, presentan mapas, planos, descripciones de cada zona, en general es la información lo que hay. Pero es apropiado y muy útil para el interesado.

Con estas informaciones la mayoría de los estudios inician su proceso, generalmente usan para estudios de menor intenso, sirven para planeamiento nacional. Son aceptables para proyectos de nivel perfil. En el Tabla 9, se especifica las especificaciones para un levantamiento de suelos; metodología propuesta en el reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos del Ministerio de Agricultura, que fue aprobado con D.S. N° 013-2010-AG.

Tabla 9. Especificaciones técnicas para levantamiento de suelos

Especificaciones Técnicas	Muy detallado 1er Orden Art. 17°	Detallado 2do Orden Art. 18°	Semidetallado 3er Orden Art. 19°	Reconocimiento 4to Orden Art. 20°	Exploratorio 5to Orden Art. 21°
Material de teledetección	Fotografías aéreas recientes a escala 1:6,000 o >, imagen de satélite resolución espacial < de 1m, a escala 1:5,000	Fotografías aéreas recientes a escala 1:10,000 o >, imagen de satélite resolución espacial < de 1 m, a escala 1:10,000	Fotografías aéreas recientes escala 1:25,000 o >, imagen de satélite resolución espacial de 1 a 5m, a escala 1:25,000	Fotografías aéreas recientes escala 1:60,000 o >, imagen de satélite resolución espacial de 10 a 30m, a escala 1:100,000	Imágenes de radar con resolución amplia de 30m, a escala 1:100,000 a 1:250,000. Imágenes de satélite con resolución espacial de 30m o más, a escala 1:100,000 o a:250,000
Material cartográfico	- Ortofotomapa, escala 1:5 000 o >, - Carta fotogramétrica, a escala 1:5,000 o >, -Carta fotogramétrica, a escala 1:5,000 o >, con curvas a nivel cada 5m como máx.	- Ortofotomapa, escala 1:10,000 a 1:5,000, - Carta fotogramétrica, a escala 1:10,000 al 1:5,000, -Carta fotogramétrica, a escala 10,000 a 1:5,000, con curvas de nivel cada 10m como máx.	- Ortofotomapa, escala 1:25,000 a 1:10,000, - Carta fotogramétrica, a escala 1:25,000 al 1:10 000, - -Carta fotogramétrica, a escala 25,000 a 1:10,000	- Ortofotomapa, escala 1:100,000 a 1:50,000 - Carta fotogramétrica, a escala 1:100,000 al 1:50,000 - -Carta fotogramétrica, a escala 100,000 a 1:50,000	- Mapa planimétrico, a escala 1:250,000 - Carta nacional, a escala 1:100,000 a 1:250,000
Unidad fisiográfica	División del elemento del paisaje	División del elemento del paisaje	Elemento del paisaje	Subpaisaje o paisaje	A nivel paisaje
Unidad taxonómica	Serie de suelos. Las fases de las series.	Serie de suelos. Las fases de las series.	Familia o serie del suelo. Las fases de las series.	Subgrupo o gran grupo de suelos. Las áreas misceláneas se determinarán cuando existan.	Orden, suborden o gran grupo de suelos. Las áreas misceláneas se determinarán cuando existan.
Unidad cartográfica	Consociaciones y complejos.	Consociaciones, complejos, grupo indiferenciado	Consociaciones, asociaciones, grupos indiferenciados y complejos	Asociaciones, consociaciones, grupos	Asociaciones, grupos indiferenciados y complejo

Especificaciones Técnicas	Muy detallado¶ 1er Orden¶ Art. 17º	Detallado¶ 2do Orden¶ Art. 18º	Semidetallado¶ 3er Orden¶ Art. 19º	Reconocimiento¶ 4to Orden¶ Art. 20º	Exploratorio¶ 5to Orden¶ Art. 21º
Mapa base de trabajo (Escala de trabajo)	1:5,000 o >	1:10,000 o >	1:25,000 o >	1:100,000 o >	1:250,000 al 500,000
Tamaño mínimo unidad del mapa	0.5 cm ²	0.5 cm ²	0.5 cm ²	0.5 cm ²	0.5 cm ²
Procedimiento de campo	Observación directa en campo	Identificados por observación directa en el campo e interpretación de la información de teledetección	Identificados por observación directa en el campo e interpretación de la información de teledetección. Área muestra , mín. el 30% de la superficie total	Identificados por observación directa en las áreas muestras e interpretación de la información de teledetección. Área muestra , mín. el 20% de la superficie total	Identificados por observación directa en las áreas muestras e interpretación de la información de teledetección. Área muestra , mín. el 10% de la superficie total
Método de mapeo	Identificados mediante la utilización de la red rígida, complementada por el rastreo de límites	Identificados mediante la utilización de la red rígida, complementada por el rastreo de límites	Travesía en las áreas muestras y extrapolación o interpolación en zonas similares	Transecto o travesía en las áreas muestras y extrapolación o interpolación en zonas similares	Mapeo libre o travesía
Intensidad de observaciones	01 calicata y 03 chequeos por cada ha	04 calicata y 10 chequeos por cada 100 has	02 calicata y 6 chequeos por cada 100 has	02 calicatas por cada 500 ha, excepto en la región selva baja, donde se hará mín. una calicata por cada 1,000 ha	01 calicata por cada unidad fisiográfica
Escala del mapa publicación	10,000	20,000 o >	50,000 o >	250,000 o >	250,000 o <

Fuente: D.S-013-2010-AG.

2.5. Distribución espacial

La distribución espacial es dependiente de muchos factores, que abarca de escalas muy pequeñas a escalas grandes, desde global hasta local. Las propiedades edáficas del suelo están distribuidas heterogéneamente el cual implica una evaluación de distribución espacial, de una o varias propiedades o variables del suelo, para caracterizarlas el cual requiere muestreos, procedimientos de interpolación e interpretación mediante imágenes o mapas temáticos (Felicísimo, 1994).

Los procedimientos o metodologías más usados de interpolación geográfica son IDW (distancia inversa ponderada) y la otra metodología corresponde a KO (kriging ordinario). De los dos métodos el más usado es el IDW porque es más sencillo usarlo y KO también es usado para la interpolación, descripción geológica y edáfica del fosforo disponible, potasio intercambiable y el pH (Bruz et al., 1996).

Para su desarrollo de la variabilidad espacial se ha utilizado una herramienta llamado geoestadística (Goovaerts, 1999). Estas metodologías se emplearon en las minerías ahora se ha adaptado para los levantamientos de suelos (Webster, 1980). La geoestadística es una herramienta, se puede utilizar de acuerdo al propósito que desee alcanzar o también de acuerdo al nivel de estudio que esté desarrollándose (Cressie, 1991).

2.6. Interpolación espacial

Pucha (2016). La interpolación espacial permite estimar valores con relación a los valores conocidos. Los valores de las celdas en el tema de salida deben ser los mejor estimado. Cuando se estima los valores, el error incrementa con la distancia de los muestreos o valores conocidos. Existen tres métodos más utilizados para interpolación de datos edáficos:

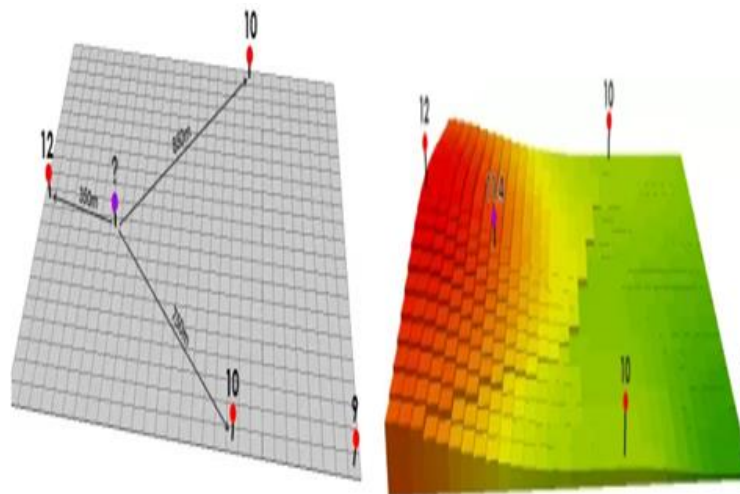


Figura 3. Modelo de interpolación espacial

2.6.1. Ponderación de distancia inversa (IDW)

Determina los valores mediante la ponderación, para generar un nuevo punto o muestreo con valor estimado muy cercano a su alrededor.

2.6.2. Spline

Se aplica donde la variación es menor, porque su ponderación de valores es trabajada de los puntos más cercanos. Dada algunos puntos de muestreo, se puede crear isolinneas que conectan los puntos con valores iguales.

2.6.3. Método de Kriging

Utiliza el método de la geoestadística, cuantifica los datos y su autocorrección es mediante variogramas para predecirlas (Villatoro et al., 2008). Es utilizado y el más confiable en los estudios de agricultura de precisión (Petersen et al., 1995). Muestra efectividad, el grado de estimación más acertada, como para pH, Ca y CICE y el grado para fosforo, por lo que se puede decir que el método Kringing es más apropiado para estudios edáficos, a pesar de ello cada zona tiene sus particularidades y por lo que es necesario realizar pruebas con los diferentes métodos de interpolación que ofrecen las herramientas de sistemas de información geográfica (Villatoro et al., 2008).

2.7. Factores que afectan la calidad de los resultados interpolados:

2.7.1. Número de puntos de muestreo

Pucha (2016) menciona que, si el dato de los muestreos es mayor en cantidad, mejor será la precisión de los resultados.

2.7.2. Ubicación de los puntos de muestreo

Pucha (2016). La ubicación al momento de recoger las muestras tiene implicación definitiva, porque la distribución de contenido no es uniforme. Podría tomarse la muestra de los puntos irrelevantes, mejor es confiar en las personas capacitadas.

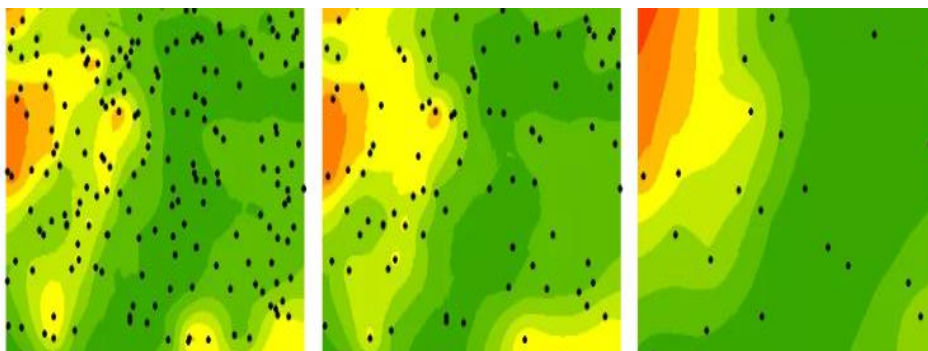


Figura 4. Ejemplos de ubicación de puntos de muestreo

2.7.3. Los efectos de borde

Pucha (2016) menciona que, estos sucesos surgen cuando no hay datos, una de las alternativas es tocar datos más cercanos, al lado de la región, del frente, del costado etc. Pero los resultados del método de interpolación saldrán con sesgos que lleva a grandes imprecisiones. Pero a esto ya no se llamaría interpolación, se está dando valores en otra región se llamaría predicción porque estamos generando valores en lugares donde la condición es distinta al anterior. Siempre existe un método más cercano, cortar el área anterior y llevarlo a área actual o de interés y encajar, finalmente trabajar con ello, este método será de menos sesgo y funcionará muy bien.

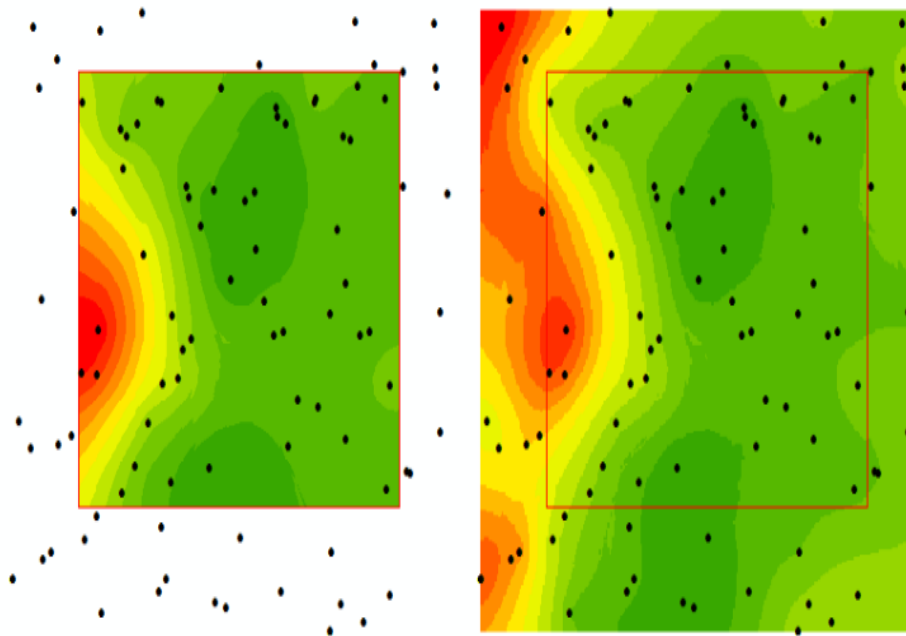


Figura 5. Los efectos de borde

2.8. El cultivo del café

La originalidad del café viene de Etiopía central (el continente africano), la historia cuenta que hasta ahora crece de manera silvestre, luego su traslado por algunos estudiosos a Arabia. La leyenda cuenta que un pastor Etíopiano veía comportamientos distintos en sus animales por el consumo de la hoja de café, y los monjes amigos del pastor consumieron los frutos y descubrieron de la planta milenaria (Sánchez, 2007).

Castañeda (1997), cuenta que el café es de origen Sudan y Etiopía, luego fue trasladado a Paris - Cayena en los años de 1706, finalmente llegó al continente americano y en el Perú su ubicación fue en el valle de Chanchamayo, y su comercialización inicio en 1876.

2.8.1. Taxonomía

- Reino : Vegetal
- División : Magnoliophita
- Tipo : Espermatofita
- Sub tipo : Angiosperma
- Clase : Dicotyledoneae
- Sub Clase : Gamnopétalas – inferováricos
- Orden : Rubiales
- Familia : Rubiaceae
- Género : Coffea
- Sub Género : Eucofea
- Especie : Coffea arábica, Coffea canephora, Coffea libérica

Sánchez (2007) menciona que, el 95% de producción global es de *Coffea arábica* y *Coffea canéphora*. Mientras Castañeda (1997) menciona que el 70% de producción global es de *C. Arábica* también llamado “Arábica” y *C. canéphora* llamado como Robusta es del 30% de la producción global.

2.8.2. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de café

La condición edafoclimática para el cultivo de café es tropical, también en algunas zonas de mucha variación, entre ellas interviene varios factores como la altitud, nubosidad, las lluvias, la radiación etc. Los factores fundamentales son la temperatura y la precipitación que determinan una buena producción.

Las temperaturas óptimas para una buena producción están entre los rangos de 18 a 22°C, esta condición ayuda en la formación fenológico de la planta. La selva alta es la más adecuada, entre las regiones podemos mencionar Rodríguez de Mendoza, San Ignacio, Villa Rica, San Juan del Oro y Lamas. Y las zonas cercanas o alejadas de clima optima, también cultivan, pero se ven influenciada en el rendimiento.

La precipitación juega un papel fundamental en el desarrollo y rendimiento de cosecha del café, la buena distribución y la magnitud de precipitación crea una buena cosecha del grano. Según los estudios realizados, la óptima cantidad de precipitación tendría que estar entre los 1,600 a 1,800 mm/año (Gonzáles 2007). Entre ellas tenemos a VRAE, Quillabamba, Villa Rica, Oxapampa, Lamas y Tocache. Y los lugares menores al requerimiento de precipitación se ven afectadas en varios factores, por ejemplo, podría ser la calidad.

La fisiografía, la topografía, el relieve son accidentadas que van desde los 30% a más de 80% de pendiente y las altitudes se encuentran entre los 500 y 2,600 msnm. Superiores a 1,200 msnm son mejores porque la calidad final es acreditada ganador en los concursos internacionales. Según Figueroa (1990) la altitud óptima para una buena calidad se encuentra entre los 1,200 a 1,800 msnm.

Tabla 10. Zonas cafetaleras y las condiciones edafoclimáticas

ZONA CAFETALERA	ALTITUD (msnm)	SUELO		CLIMA*				
		PH	MO (%)	T° Max	T° Min	T° Prom	Precip. (mm/año)	
	Rodríguez de Mendoza	1,500-2,100	6,2	2,3	23,1	18,6	20,9	1,005.70
Amazonas	Utcubamba	550 – 1,200	4,3	2	32,1	21,1	26,6	652,45
	Bagua	500 - 950	4,4	2	32,1	21,2	26,6	652,45
Ayacucho	Valle del río Apurímac	600-1,600	4,5	2,3	31,5	15	23,3	1,700
Cajamarca	San Ignacio	550-1,800	4,2	2,2	26,8	16,8	21,8	1,272
	Jaén	550-1,950	4,8	3,2	31,8	21,3	26,6	767,7
Cusco	Quillabamba	600-1,800	4,4	2	31	14	22,5	1,600
Huánuco	Tingo María	700-2,600	3,8	1,6	32	17,8	24,9	2,040
Junín	Chanchamayo	600-1,800	3,5	1,4	31,5	15,5	23,5	1,968
	Satipo	500-1,600	5,5	1,5	32	18,8	25,4	2,000
Pasco	Villa Rica	1,000-2,000	4,8	1,7	23	13	18	1,600
	Oxapampa	1,200-2,000	4,6	1,8	21,9	12,6	17,3	1,717
Piura	Canchaque	800 – 2,000	nd	Nd	33	15	24	800 – 1,000
	Montero	600-1,800	nd	Nd	29,1	16,9	23	800 – 1,000
Puno	San Juan del Oro	1,200-1,800	5,2	2,5	26	12	19	2,000-3,000
San Martín	Lamas	500-1,000	4,7	2	27	15	21	1,650
	Moyobamba	800-1,000	4,8	2,2	29,2	18	23,6	1,522,80
	Rioja	842-1,200	5	2	28,1	17,9	23	1,322.80
	Tocache	500-800	3,9	1,6	32,9	19	25,9	1,800

Fuente: Ministerio de Agricultura (2003)

2.8.3. Los nutrientes para el cultivo de café

Los nutrientes para el cultivo de café son el NPK, el nitrógeno aporta proteínas, alcaloides, clorofila y enzimas que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por su contenido es muy móvil el nutriente dentro de la estructura y absorbe como NO_3^- (nitrato) o NH_4^+ (amonio), el cual constituye de 1 al 5% de materia seca. El fósforo es un elemento que aporta proteínas, su función fundamental es metabólica en la respiración y fotosíntesis, cumple la función de almacenar y transferir energía, así como también el crecimiento celular, como materia seca constituyen del 1 al 0,5%. El elemento potasio juega su valor fundamental en la fotosíntesis y la activación de un total de 60 sistemas enzimáticos del cultivo, en relación al difícil del potasio la planta sufre serios daños como incremento de enfermedades, debilitamiento del tallo y susceptibles al estrés de la planta (Valencia, 1998).

2.8.4. Requerimientos minerales por el café

El café es uno de los cultivos que requiere mucho de los nutrientes para su desarrollo, floración y para su rendimiento, porque la fertilidad y a tiempo en cultivo de café constituye un labor efectiva y productiva (Figuerola, 1984).

Castañeda (1997) menciona que, el rendimiento de 20 quintales por ha (qq/ha) consume minerales del suelo lo siguiente:

Tabla 11. Extracción de elementos esenciales por la planta de café

Órganos	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹					
Tallo y raíz	15	2	25	9	2	2
Ramas	14	2	20	6	3	1
Follaje	53	11	45	18	7	3
Frutos maduros	30	3	35	3	3	3
Total	112	18	125	36	15	9

La máxima absorción de nutrientes según la tabla 11 se produce en la etapa de floración cuando hay lluvias Castañeda (1997). La fertilización es abastecer de alimento a la planta después de utilizarlo todo en la producción (cosecha), fertilizar significa devolver nutrientes para la nueva etapa de desarrollo de yemas y otros variables de formación Sánchez (1982). Menciona que la materia orgánica del suelo lleva aproximadamente el 5% de N total, pero no está disponible inmediatamente por falta de descomposición Benzing (2001).

2.9. Antecedentes

Mejía et al., (2010) en su estudio desarrollo titulado “La variabilidad espacial de las características químicas de un suelo sembrado con palma africana (*Elaeis guineensis* L.)”, con una cantidad de 79 muestras fertilizadas (método sistemático) y 79 muestras con el mismo método no fertilizado, el estudio se desarrolló en la finca Alespalma, que está ubicado en la región Chocó-Ecuador. La altitud predominada alcanza 60 msnm y la temperatura promedio se encuentra entre 28°C, con humedad relativa que fluctúa entre 82 a 88%. Los resultados en el estudio determinan que los elementos esenciales predominan las diferencias, entre ellas tenemos el fósforo, potasio y boro. Pero el elemento calcio se encontró en niveles altos, que su influencia sobre los elementos Mg y K es de forma adversa, los que inciden verdaderamente sobre el CIC es la materia orgánica.

Villacorta (2014) en su estudio desarrollo titulado “Interpretación de la distribución espacial de las propiedades físicas y químicas de los suelos del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jaq)”, se desarrolló en la asociación de palmicultores del mismo lugar de Shambillo (ASPASH), perteneciente al distrito Padre Abad – Ucayali. Para conocer la distribución espacial de los elementos se realizó un total de 150,0 análisis del suelo, en las parcelas de *E. guineensis* Jaq, la variación fue muy fuerte en la materia orgánica y N en su abundancia y los elementos muy bajos se reportaron en P y K. Concluyendo que los suelos se encuentran en un estado de deterioro o cansancio, su clase textural es franco a franco arenoso, la siguiente fórmula expresa la relación de la propiedad del suelo y el rendimiento de la producción (Kg/Ha) = $-407,955 + 0,001 L + 3,249 \text{ pH}$.

Gonzales (2015) desarrollo el siguiente estudio titulado “Caracterización e interpretación por unidades fisiográficas las propiedades físicas y químicas de los suelos” su representación fue a través de la distribución geoespacial, usando la herramienta de sistema de información geográfica, ubicado en Zanja Seca del distrito Nueva Requena – Ucayali. Como resultado encontró suelos en presentación de suelo franco arcillo arenoso y franco, con pH de nivel extremadamente ácido, y la materia orgánica de nivel medio con predicción a la disminución, el elemento de N en condiciones medio, el elemento de K en condiciones muy bajo, el CIC en condiciones de nivel bajo.

Vásquez et al., (2010) desarrollo el siguiente estudio denominado “Evaluación de la variabilidad espacial de las propiedades físicas y químicas en suelos de la granja experimental de la Universidad de Magdalena (Santa Marta, Colombia)”, se emplearon de enfoques univariado, con herramientas de geoestadística de variable multivariado. El resultado fue de

escala alta en su variabilidad de las propiedades del suelo, solo en la densidad aparente y pH su variabilidad mostró baja variabilidad, otro de los elementos que mostraron variación media son: resistencia a la penetración (RP), Ca^{+2} , Mg^{+2} , Cu y B, los elementos de variación alta presentan como la humedad gravimétrica, materia orgánica, K^+ , Na^+ , CIC, Zn, P, Mn y Fe. El resultado de las propiedades del suelo se pudo moderar bajo la dependencia espacial, pero las propiedades de contenidos de arena, Ca^{+2} , CIC, P y Cu mostraron una variación muy fuerte y no se alcanzó moderar su dependencia espacial. En conclusión, la homogeneidad multivariado presentó bajo, las cuales son textura, Na^+ , B, Fe, K, pH, Ca y MO con una probabilidad de presentar la heterogeneidad.

Junco (2016) desarrollo el siguiente estudio denominado “Evaluación de la distribución geoespacial de las propiedades físicas y químicas de los suelos de la microcuenca Rio Bella Distrito Mariano Dámaso Beraún – Las Palmas”, los elementos presentaron las siguientes características pH moderadamente ácidos ($6,07 \pm 0,07$ EE), pH extremadamente ácidos ($4,34 \pm 0,26$ EE), la materia orgánica en la unidad fisiográfica CAFD presenta ($6,92\% \pm 0,41\%$ EE), en TAO ($4,17\% \pm 0,67\%$ EE), en CBMD ($3,05 \pm 0,94\%$ EE) y en TAP ($3,05\% \pm 0,61\%$ EE), en CAMD ($2,54\% \pm 0,17\%$ EE), en TBI con ($2,24\% \pm 0,51\%$ EE), en MB ($2,03\% \pm 0,41\%$ EE), estos elementos presentaron una variación poca homogeneidad de las variables y una dispersión alta. Concluyendo dicho lugar en estudio presenta un grupo de textura franco (franco, franco arcilloso, franco arenoso, franco limoso en predominio franco arcillo arenoso), y de menor ocasión el grupo de textura arcilloso en textura fina, y en materia orgánica y N, en cuanto a la relación área y proporción del contenido que el 81% de área se encuentra a 4% de contenido y el 90% de área del elemento P están en niveles adecuados y el K en niveles bajos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características generales del área de estudio

3.1.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó a cabo en los predios de la Asociación de Productores de café Selva Alta – del sector 3 de Octubre (APCOSA), ubicado aproximadamente 60 a 70 minutos de la carretera Federico Basadre, tramo Tingo María – Aguaytia; geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM 409253 m Este y 8982786 m Norte y una altitud de 1736 m.s.n.m.

3.1.2. Ubicación política

- Región : Huánuco
- Provincia : Leoncio Prado
- Distrito : Hermilio Valdizán
- Sector : 3 de Octubre (Selva Alta)

3.1.3. Fisiografía

La zona en estudio se encuentra en tres unidades fisiográficas; montaña baja (MB), terraza alta (TAO) y colina alta (CAMD), de las cuales donde la montaña baja es la más representativa ocupando el 67,92 % de la parcela, luego de ello, está terraza alta que representa el 29,72 % y en menor superficie colina alta que representa el 3,03 % del. Tabla 12. Figura 6.

Tabla 12. Unidades fisiográficas de la parcela en estudio

Gran paisaje	Paisaje	Sub paisaje	Elemento de paisaje	Símbolo	Superficie	
					Área (ha)	(%)
Planicie	Aluvial	Terraza alta	Ondulada	TAO	38,30	29,72
Colinoso	Coluvio - aluvial	Colina alta	Moderadamente disectada	CAMD	3,03	2,36
Montañoso	Residual	Montaña baja	Sedimentaria	MB	87,51	67,92
Superficie total					128,84	100,00

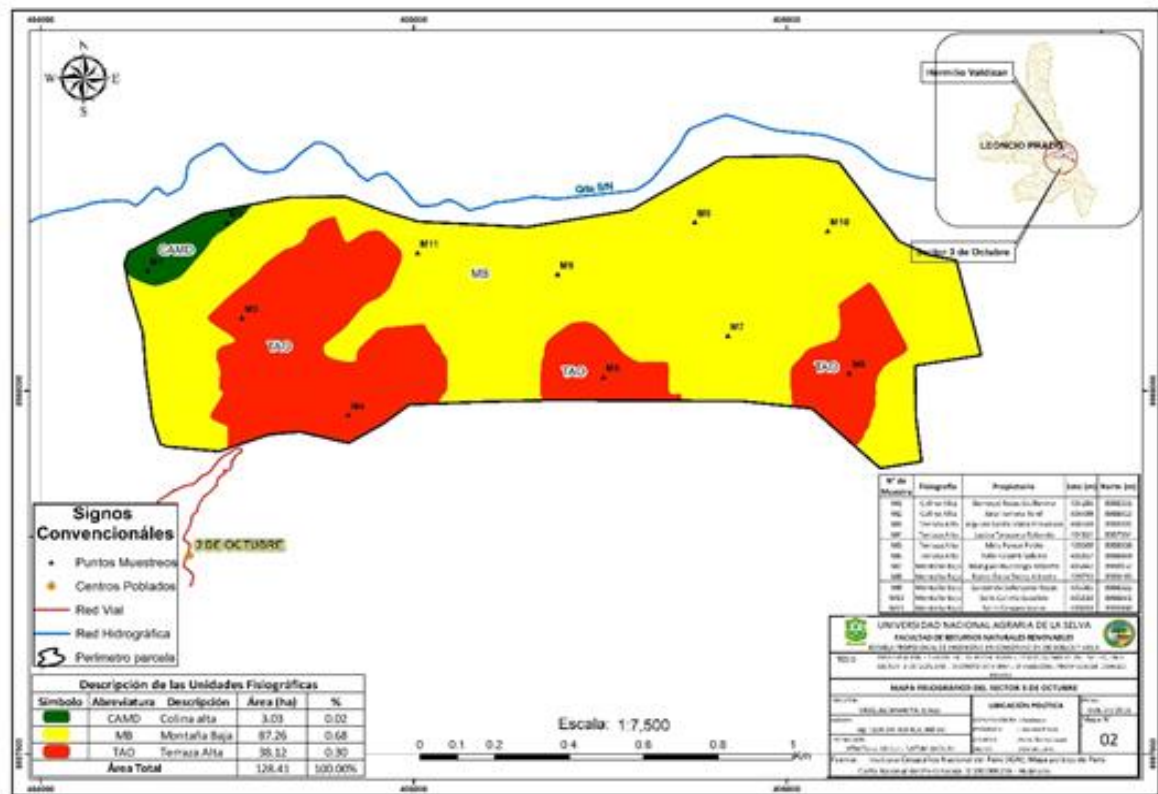


Figura 6. Mapa fisiográfico del área de estudio

3.1.4. Clima

Presenta un clima tropical cálido muy lluvioso, presenta precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año con humedad relativa calificada como muy húmeda con temperatura promedio máxima 25,7°C y mínima 18,5°C, precipitaciones que oscilan entre 1,916 y 4,376 mm al año, ecológicamente según el diagrama bioclimático de HOLDRIGE (1987) la zona de estudio se encuentra dentro de la zona ecológica: Bosque muy Húmedo – Premontano tropical (bmh. PT).

3.1.5. Accesibilidad

La accesibilidad al sector 3 de Octubre (Selva Alta), es vía terrestre, se encuentra de 60 a 70 minutos de la ciudad de Tingo María - Aguaytia, el acceso es con todo tipo de vehículos de transportes, y las vías para llegar a la localidad es por una carretera afirmada.

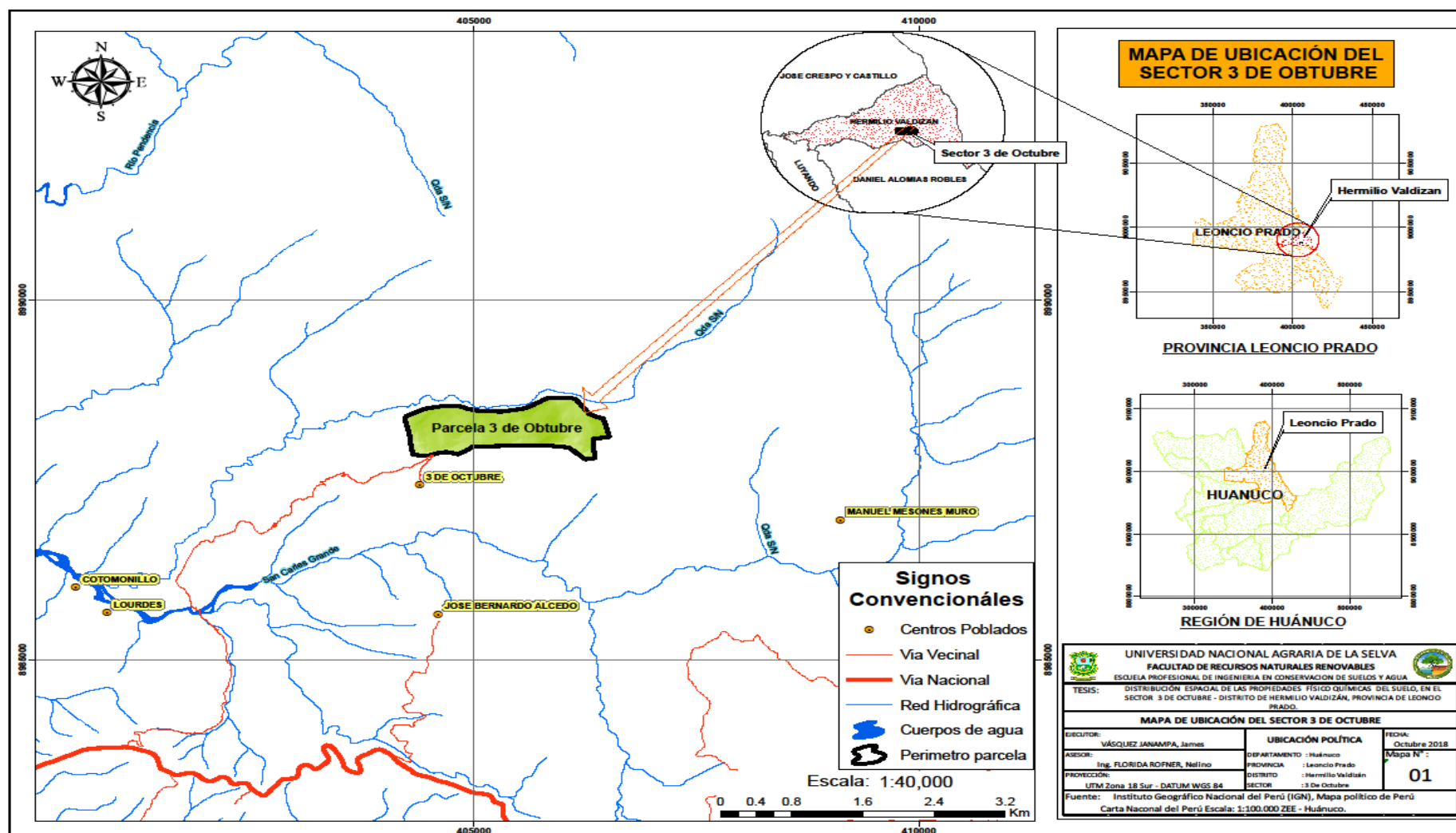


Figura 7. Mapa de ubicación del sector “3 de Octubre”

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales de campo

Los materiales utilizados en la presente investigación fueron: Pala recta, machete, libreta de campo, wincha, bolsa plástica, lapicero, stickers.

3.2.2. Materiales de laboratorio

Probeta de 100 ml, tubos de ensayo, pipetas, tamiz de 0,20 mm de diámetro, botellas de vidrio, bureta, agitador magnético.

3.2.3. Equipos de campo

Cámara digital, brújula, GPS Navegador.

3.2.4. Equipos de gabinete

Balanza analítica, estufa, equipos de laboratorio de suelos, espectrofotómetro de absorción atómica, potenciómetro o peachimetro, agitador de muestras.

3.2.5. Materiales de gabinete y programas de SIG

Se utilizó papel bond A4 y A3, lápiz, lapiceros, para la elaboración y análisis de distintos mapas temáticos, se utilizó software Base Camp, ArcGis 10.x, Google Earth y el software office.

3.3. Metodología

En la presente investigación para el levantamiento de suelo se utilizó la metodología planteada en el reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos aprobado con D.S. 013-2010-AG del ministerio de agricultura del Perú; y el nivel de estudio se consideró el nivel semidetallado o de tercer orden. Para un mejor entendimiento de la metodología se separaron en cuatro fases: pre campo, campo, laboratorio y gabinete.

3.3.1. Fase pre campo

En esta fase, se recopiló información cartográfica en formato shapefile de curvas de nivel, red hidrográfica, red vial, centros poblados, mapa político del Perú e imágenes satelitales; dichos datos fueron recopilados de la carta nacional del Perú y la meso zonificación ecológica y económica de la provincia de Leoncio Prado y además se utilizó las imágenes referenciales del servidor Google Earth. (VILLACORTA, 2014).

Luego de ello con la ayuda de un GPS navegador procedió a geo referenciar los límites de la parcela en estudio, en base a los documentos y planos de las parcelas que contaban los socios de la asociación de productores de café orgánico Selva Alta (APCOSA) del sector 3 de Octubre.

Teniendo la cartográfica base (curvas de nivel) y el límite de la parcela en formato shapefile se procedió a la elaboración del mapa fisiográfico utilizando la metodología planteada por Villota (1997) y utilizando el software ArcGis y validando las imágenes satelitales, para dicho mapa el área mínima de mapeo se consideró de 0,5 cm² (D.S. 013-2010-AG).

3.3.1.1. Método de distribución de observaciones de suelo

El método de distribución de muestreo se basó en la metodología propuesta en el D.S 013-2010-AG, de los seis que propone, el método utilizado fue “travesía” el cual consistió en seguir una línea que cruza el mayor número de unidades del mapa fisiográfico, a diferencia del método de “transecto”, este método no sigue una orientación rígida en el desplazamiento; se realizó algunas desviaciones en la ruta, con el fin de obtener mayor información posible y este bien distribuidos en el área de estudio.

3.3.1.2. Intensidad de observaciones (muestreo)

Según el D.S 013-2010-AG, en un estudio de levantamiento de suelo a nivel semidetalle o de tercer orden menciona que se debe considerar como mínimo 6 muestras por cada 100 hectáreas, en nuestro caso se tomó 11 muestras en 128,84 hectáreas las cuales fueron distribuidos en “travesía” y la cantidad de puntos de muestreo se realizó en base a la proporcionalidad entre el área de las unidades fisiográficas y el número de muestras quedo distribuido de la siguiente manera; en colina alta (CAMD) que representa la menor área (2,00 %), dos muestras, en terraza alta (TAO) que representa el 30,00 % cuatro muestras y en montaña baja (MB) que representa la mayor área (68,00 %) cinco muestras.

3.3.2. Fase de campo

3.3.2.1. Identificación del lugar

Se coordinó con los socios de la asociación de cafetalero para la autorización al ingreso a sus respectivos predios y llevar acabo la identificación de los puntos de muestreo, para lo cual se utilizó un mapa base y el mapa fisiográfico a una escala de 1:10, 000, y con la ayuda de un GPS navegador se procedió a ubicar los puntos a muestrear.

3.3.2.2. Muestreo de suelos y registro de datos

El muestreo de los suelos se realizó con observaciones directa en función a los puntos estratificados por unidades fisiográficas (a nivel de elemento del paisaje) descritos anteriormente, para la extracción de la muestra de suelo se utilizó la pala recta con la que se excavó una profundidad 20 cm y además por cada punto de muestreo se tomó cinco sub

muestras que al final se homogenizó con la finalidad de extraer aproximadamente un kilogramo de suelo por cada punto muestreado. Finalmente fueron secados bajo sombra para evitar que se alteren algunas propiedades por efecto de la alta radiación que se da en nuestra ciudad y luego fueron molidos; quedando listo para el análisis en el laboratorio.

3.3.3. Fase de laboratorio

3.3.3.1. Análisis físico químico del suelo

Las características físicas y químicas de los suelos fueron determinadas según los métodos y técnicas empleadas en el laboratorio de análisis de suelo de la UNAS adscrita a la Facultad de Agronomía.

Tabla 13. Indicadores de suelos y métodos de determinación

Indicadores	Metodología de determinación
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo (pH)	Método del potenciómetro relación suelo agua 1:1
Nitrógeno total	% M.O. x 0.045
Fósforo disponible	Método de Olsen modificado. Extracto NaHCO ₃ 0.5 M, pH 8.5
Potasio disponible	Método del ácido sulfúrico 6N
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Método de acetato de amonio 1N. pH: 7.0 (suelos con pH > 5.5).
Calcio (Ca)	Absorción atómica
Magnesio (Mg)	Absorción atómica
Potasio (K)	Absorción atómica
Sodio (Na)	Absorción atómica
(CICe).	Desplazamiento con KCl 1 N (suelos con pH < 5.5)
Aluminio más Hidrógeno	Método de Yuan
Calcio más magnesio	Método de E.D.T.A (Versenato)

3.3.4. Fase gabinete

Teniendo los resultados del análisis del suelo y las coordenadas de los puntos muestreados se procedió a la elaboración de los mapas, como primer punto se realizó proyecciones UTM en el Datum WGS 84 zona 18 sur, y se cargó toda la información cartografía base en el programa ArcGis.

3.3.4.1. Elaboración de mapas temáticos

En esta fase se utilizó el Software ArcGis para realizar las interpolaciones de cada una de las variables utilizando dos métodos de interpolación Kriging y distancia inversa ponderada (IDW), el producto es un archivo de tipo raster (por cada variable), luego se eligieron puntos de muestreo de manera aleatoria en las cuales se extrajo los valores de ambos raster con la herramienta “extraer valores” y se compraron el valor estimado de la capa raster de ambos métodos vs el valor calculado en el laboratorio, y se eligió el método más se asemeja al valor calculado. (Figura 8).

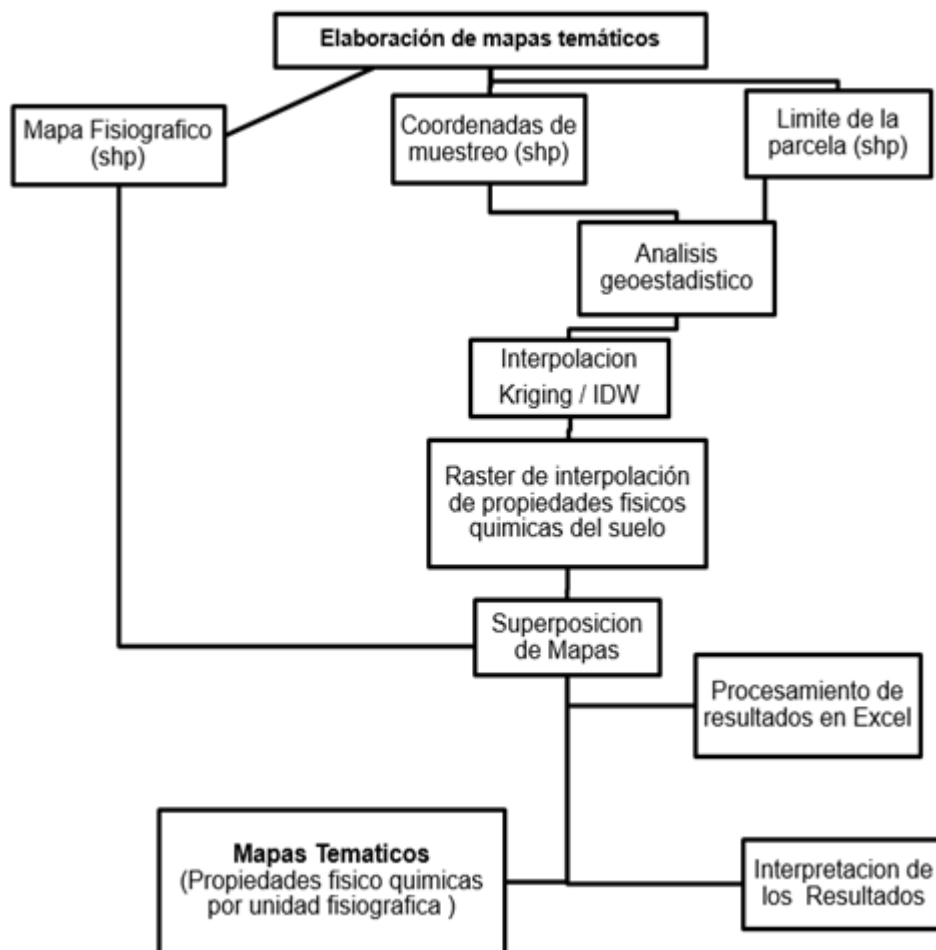


Figura 8. Diagrama para la elaboración de mapas temáticos

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de las propiedades físicoquímicas del suelo por unidades fisiograficas

4.1.1. Textura

El suelo en la asociación de productores de café del sector 3 de Octubre presenta diferentes texturas; las muestras 5, 8 y 9 presentan textura franco y la muestra 2 presenta textura franco arcillo arenoso; las muestras 1, 3, 6, 7, 10 y 11 presentan una textura franco arcillosos; la muestra 4 presenta textura arcilloso, tal como se aprecia en la tabla 14.

Tabla 14. Textura de suelos

N° de muestra	Fisiografía	Partículas de suelo (%)			Textura
		Arena	Arcilla	Limo	
1	Colina alta	33,68	35,04	31,28	Franco arcilloso
2	Colina alta	49,68	27,04	23,28	Franco arcillosos arenoso
3	Terraza alta	37,68	37,04	25,28	Franco arcilloso
4	Terraza alta	25,68	41,04	33,28	Arcilloso
5	Terraza alta	25,68	25,04	49,28	Franco
6	Terraza alta	31,68	37,04	31,28	Franco arcilloso
7	Montaña baja	37,68	31,04	31,28	Franco arcilloso
8	Montaña baja	41,68	19,04	39,28	Franco
9	Montaña baja	35,68	19,04	45,28	Franco
10	Montaña baja	33,68	27,04	39,28	Franco arcilloso
11	Montaña baja	31,68	33,04	35,28	Franco arcilloso

En la Figura 9, se aprecia los porcentajes de partículas de arena, limo y arcilla del suelo de las 11 muestras, donde las muestras N° 1 (colina alta) ,3 y 6 (terrazza alta), 7, 10 y 11 (montaña baja) de acuerdo a los porcentajes de arena, limo y arcilla indica que son suelos franco arcillosos están presentes en las diferentes unidades fisiográficas de la parcela de la asociación de productores de café del sector 3 de Octubre.

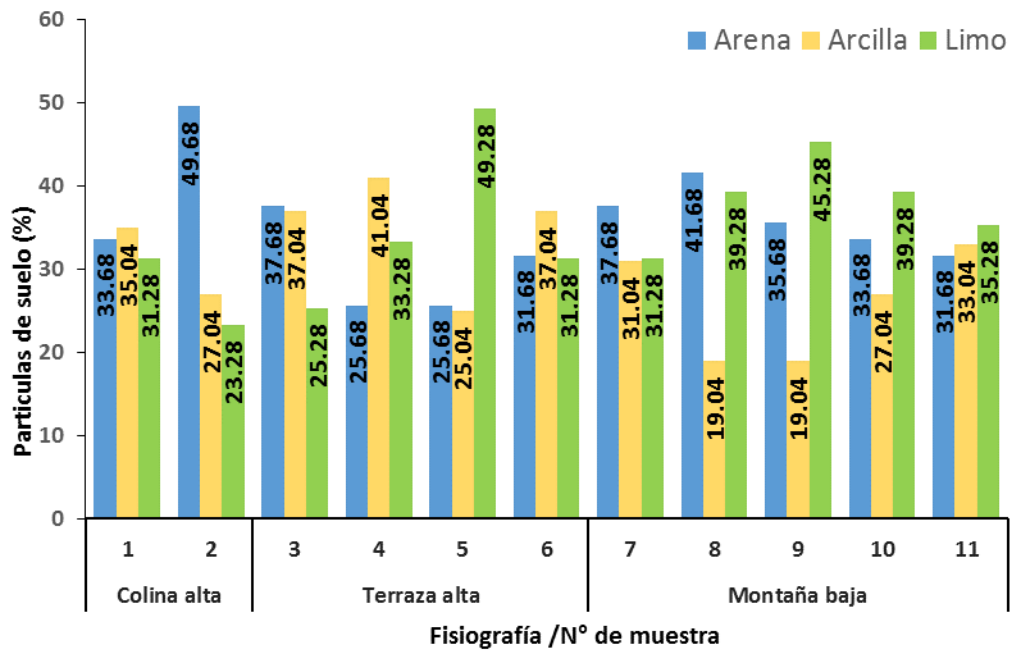


Figura 9. Porcentajes de partículas de arena, limo y arcilla

Las propiedades fisicoquímicas de suelo en la parcela de la asociación de cafetaleros del sector 3 de Octubre presenta propiedades muy variables; en textura se encontró cuatro clases texturales las cuales para el área se considera muy variable, las texturas presentes son franco arcilloso, franco arcillosos arenoso, arcilloso, franco; con esto podemos decir que el suelo mantiene un equilibrio en permeabilidad y retención de agua y nutrientes, y es justificado por lo que menciona Navarro, (2003), menciona que las clases texturales se basan en las diferentes combinaciones de arena limo y arcilla, y que los suelos de textura franca mantienen una mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla.

4.1.2. pH del suelo

La parcela de la asociación de productores de café del sector 3 de Octubre presenta diferentes rangos de pH, que varían desde extremadamente ácido (3,91) a moderadamente ácido (5,82); dichos valores se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. PH de las muestras de suelo

N° de muestra	pH	Descripción	Fisiografía	Promedio
1	4,72	Fuertemente ácido	Colina alta	4,92
2	5,11	Fuertemente ácido	Colina alta	
3	4,44	Extremadamente ácido	Terraza alta	4,69

4	3,91	Extremadamente ácido	Terraza alta	
5	5,82	Moderadamente ácido	Terraza alta	
6	4,59	Fuertemente ácido	Terraza alta	
7	4,37	Extremadamente ácido	Montaña baja	
8	5,76	Moderadamente ácido	Montaña baja	
9	4,46	Extremadamente ácido	Montaña baja	5,02
10	5,77	Moderadamente ácido	Montaña baja	
11	4,72	Fuertemente ácido	Montaña baja	

Las muestras 3, 4, 7 y 9 presentan pH de 4,44, 3,91, 4,37, 4,46 respectivamente, catalogados como extremadamente ácidos ubicados en la unidades fisiográficas de terraza alta y montaña baja, mientras que las muestras 1, 2, 6 y 11 presentan pH de 4,72, 5,11, 4,59, y 4,72 siendo denominadas fuertemente ácido ubicados en las unidades fisiográficas de colina alta, terraza alta y montaña baja, finalmente las muestras 5, 8 y 10 presenta pH de 5,82, 5,76 y 5,77 denominada moderadamente ácido ubicado en fisiografía terraza alta y montaña baja, como se observa en la Figura 10.

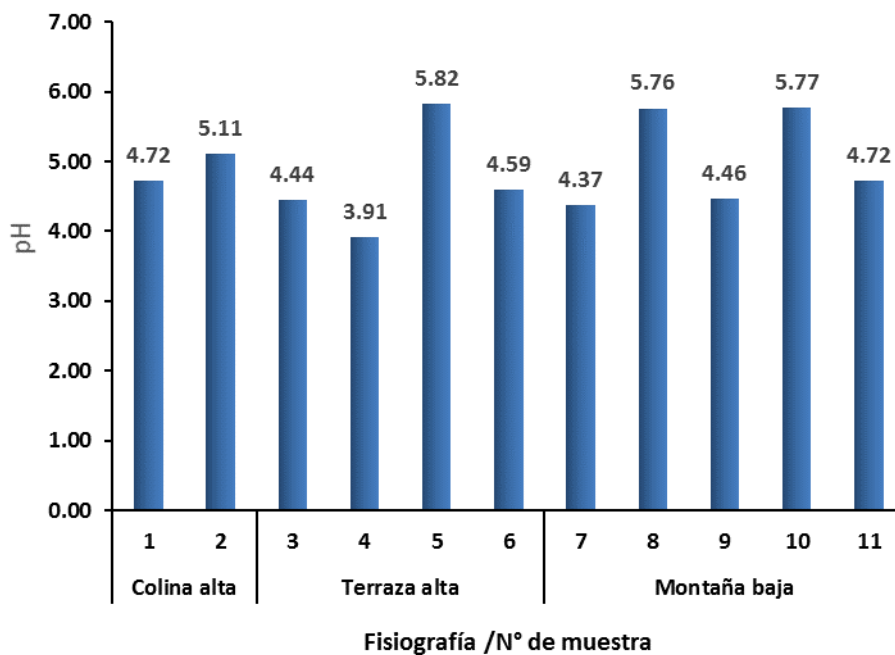


Figura 10. PH de acuerdo a las unidades fisiográficas

En base a los resultados de acides del suelo, están varían desde extremadamente ácido (3,91) a moderadamente ácido (5,82) mostrados en la tabla 15, esto quiere decir que la parcela en estudio, esta limita a disponibilidad de nutrientes por lo que se puede decir que esta influye

en la productividad de los cultivos, las cuales se ve una variación de acuerdo a las unidades fisiográficas en colina alta en promedio presenta un pH de 4,92 (Fuertemente ácido).

En la terraza alta varía desde extremadamente a moderadamente ácido, con un pH promedio de 4,69 y por último en montaña baja también varía desde extremadamente a moderadamente ácido.

Un pH promedio de 5,02, por lo que se aprecia a la variación del pH en cuanto a características topográficas, lo que contrasta con Junco (2016), que menciona existe influencia de la altitud, morfología, topografía y a ello se unen las intensas precipitaciones que ayudan al lavado de nutrientes.

También encontró tendencias similares en el comportamiento del pH respecto a la altitud, agregando además la relación de este parámetro con las características mineralógicas de los materiales geológicos que originaron los suelos estudiados.

Por otro lado, este valor de pH quiere decir que la parcela en estudio, esta limita a disponibilidad de nutrientes por lo que se puede decir que esta influye en la productividad de los cultivos, específicamente en el cultivo de café, por su parte Valencia (2005) menciona que al conocer el valor de pH de los suelos es muy útil para el manejo de una buena fertilización.

valores entre 5,5 y 6,5 se consideran adecuados para el café. En este rango ocurre cierto grado de actividad microbiana que mineraliza los residuos orgánicos para dejar disponibles nutrientes, especialmente N, P y S ya que las unidades que cuentan con suelos de pH óptimos para el café, tienen un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y las plantas presentan buen vigor y producción (MINAG, 2011).

MINAG (2011), menciona que el pH controla la disponibilidad de los nutrientes; directamente e indirectamente, el pH tiene influencia sobre los procesos biológicos y la actividad microbiana. La mayoría de los cultivos se desarrollan adecuadamente en un suelo con pH entre 5,5 y 7,0, al estar disponibles muchos de los nutrientes esenciales para los cultivos.

4.1.3. Materia orgánica de suelo

En la tabla 16, se observa los niveles de contenido de materia orgánica en el suelo, donde las muestras 10 presentan nivel alto, las muestras 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10 niveles medios y las muestras 3, 5 y 6 presenta contenido bajo. También se observa que la descripción de las muestras 3, 5, 6 son bajos y las muestras 1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, son medio y finalmente la muestra 10 se encuentra en el alto.

Tabla 16. Contenido de materia orgánica en el suelo

N° de muestra	M.O. (%)	Descripción	Fisiografía	Promedio
1	2,24	Medio	Colina alta	2,24
2	2,24	Medio	Colina alta	
3	1,6	Bajo	Terraza alta	2,08
4	2,88	Medio	Terraza alta	
5	1,92	Bajo	Terraza alta	
6	1,92	Bajo	Terraza alta	
7	3,84	Medio	Montaña baja	3,78
8	3,84	Medio	Montaña baja	
9	3,2	Medio	Montaña baja	
10	4,48	Alto	Montaña baja	
11	3,52	Medio	Montaña baja	

En la Figura 11, se aprecia que la unidad fisiográfica de colina alta presenta nivel medio; la unidad fisiográfica de terraza alta presenta nivel bajo y la muestra 4 presenta nivel medio; la unidad fisiográfica de montaña baja presenta nivel medio y la muestra 10 nivel alto de materia orgánica.

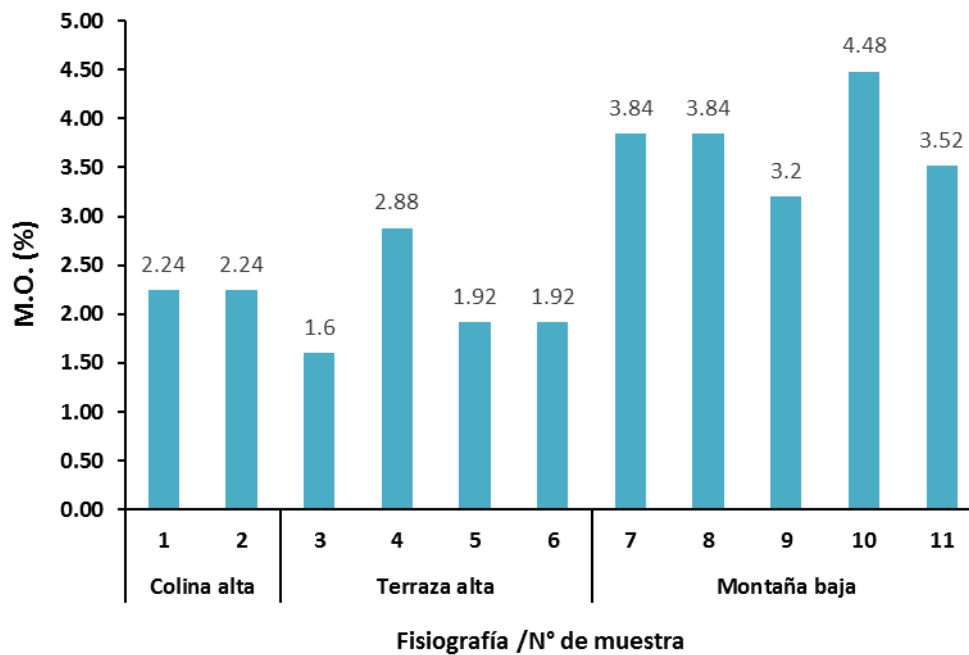


Figura 11. Porcentaje de materia orgánica en el suelo

El contenido de materia orgánica en la parcela en estudio varía desde 1,60 % y 4,48 % es decir desde el nivel bajo al nivel alto descritos en el tabla 16, que se refleja con el contenido de nitrógeno presente en los suelos, que varía de nivel bajo a nivel alto con valores desde 0,07 % y 0,20 % respectivamente, y el contenido de materia orgánica según las unidades fisiográficas es de la siguiente manera; en colina baja presenta nivel medio con un promedio de 2,24 %, en terraza alta varía desde nivel bajo a medio con un promedio de 2,08 % y en montaña baja varia de nivel medio a alto con un promedio de 3,78 %, estos dos elementos se verían influencia por la forma de manejo que cada socio a su parcela, el aporte de las malezas en las calles, por la pendiente que presenta el terreno, en base a este ultimo la mayor acumulación de materia orgánica se daría en las zonas bajas y planas y siendo inverso en zonas con alto grado de pendiente, en lo que podemos comparar con Céspedes (1991) indica que al realizar las labores de limpieza, se extrae una buena proporción de plantas de los suelos cultivados, sin embargo parte de su tallo, hojas y todas las raíces son abandonadas en el suelo; como estos materiales son descompuestos, llegan a constituir una parte de los horizontes subyacentes, por infiltración o por incorporación física, la cual incrementa los niveles de materia orgánica y nitrógeno.

4.1.4. Nitrógeno del suelo

En la tabla 17, la asociación de productores de café del sector 3 de octubre presenta diferentes niveles de nitrógeno en porcentajes; Las muestras 3,5 y 6 contiene porcentajes menores de 0,10% de nitrógeno que son considerados dentro del nivel bajo, las muestras 1, 2, 4 y 9 contiene porcentajes que estan en el rango de 0,10% - 0,15% presentan nivel moderado; la muestras 7, 8, 10 y 11 estan en el rango de 0,15% - 0,20% presentan un nivel alto.

Tabla 17. Contenido de nitrógeno en el suelo

N° de muestra	N (%)	Descripción	Fisiografía	Promedio
1	0,1	Moderado	Colina alta	0,1
2	0,1	Moderado	Colina alta	
3	0,07	Bajo	Terraza alta	0,095
4	0,13	Moderado	Terraza alta	
5	0,09	Bajo	Terraza alta	
6	0,09	Bajo	Terraza alta	
7	0,17	Alto	Montaña baja	0,168
8	0,17	Alto	Montaña baja	
9	0,14	Moderado	Montaña baja	
10	0,2	Alto	Montaña baja	
11	0,16	Alto	Montaña baja	

La unidad fisiograficas de colina alta presentan niveles de nitrógeno moderado, la unidad fisiografica de terraza alta presenta niveles de nitrógeno bajo excepto en la muestra 4 que presenta nivel moderado y en la unidad fisiografica de montaña baja presenta niveles de nitrógeno alto excepto en la muestra 9 que presenta nivel moderado, tal como se aprecia en la Figura 12.

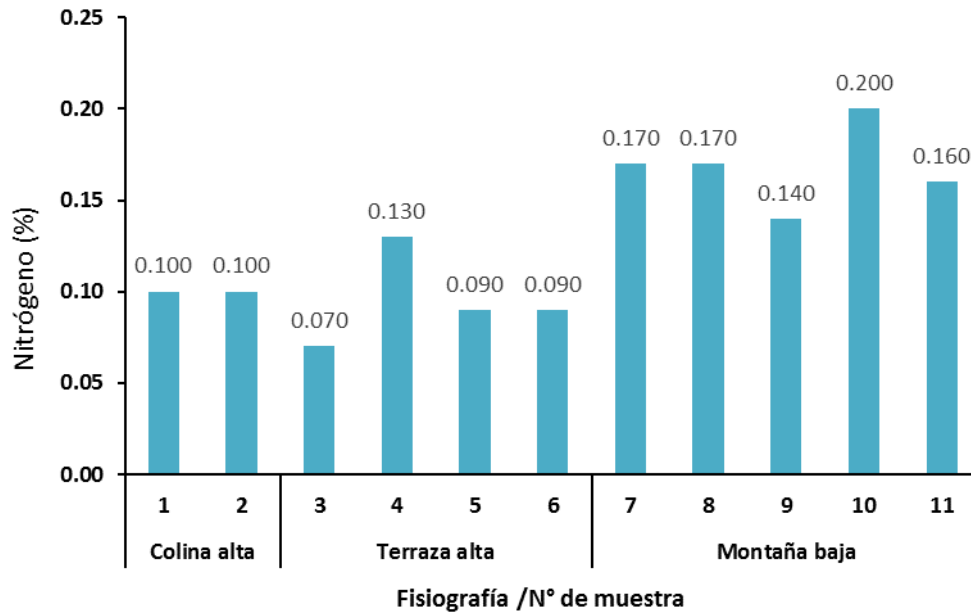


Figura 12. Porcentaje de nitrógeno en el suelo

4.1.5. Fósforo disponible en el suelo

En la tabla 18, se aprecia el contenido de fósforo (ppm) en el suelo de la asociación de productores de café del sector 3 de Octubre, de las 11 muestras analizadas, en las cuales los niveles oscilan entre bajo, moderado y alto, desde 3,87 ppm (muestra 7) hasta 16,78 ppm (muestra 10) respectivamente.

Tabla 18. Contenido de fósforo disponible en el suelo

N° de muestra	P (ppm)	Descripción	Fisiografía	Promedio
1	8,00	Adecuado	Colina alta	6,40
2	4,80	Bajo	Colina alta	
3	4,59	Bajo	Terraza alta	5,08
4	4,49	Bajo	Terraza alta	

5	6,97	Bajo	Terraza alta	
6	4,28	Bajo	Terraza alta	
7	3,87	Bajo	Montaña baja	
8	7,38	Adecuado	Montaña baja	
9	7,59	Adecuado	Montaña baja	9,10
10	16,78	Alto	Montaña baja	
11	9,86	Adecuado	Montaña baja	

En la Figura 13, se observa que las muestras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9 y 10 se encuentran con contenido de fosforo bajo ubicados la mayoría en la unidad fisiográfica de terraza alta, las muestras 1, 8, 9 y 11 tienen un contenido de fosforo adecuado se ubican en su mayoría dentro de la unidad fisiográfica de montaña baja y la muestra 10 ubicado en la unidad fisiográfica de montaña baja presenta nivel alto de fosforo.

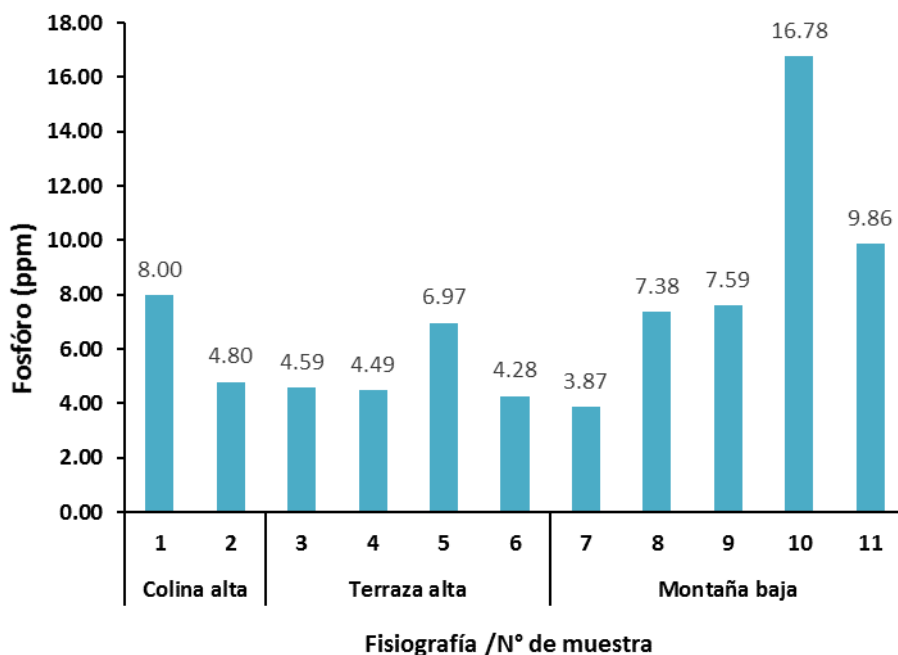


Figura 13. Porcentaje de Fósforo disponible en el suelo

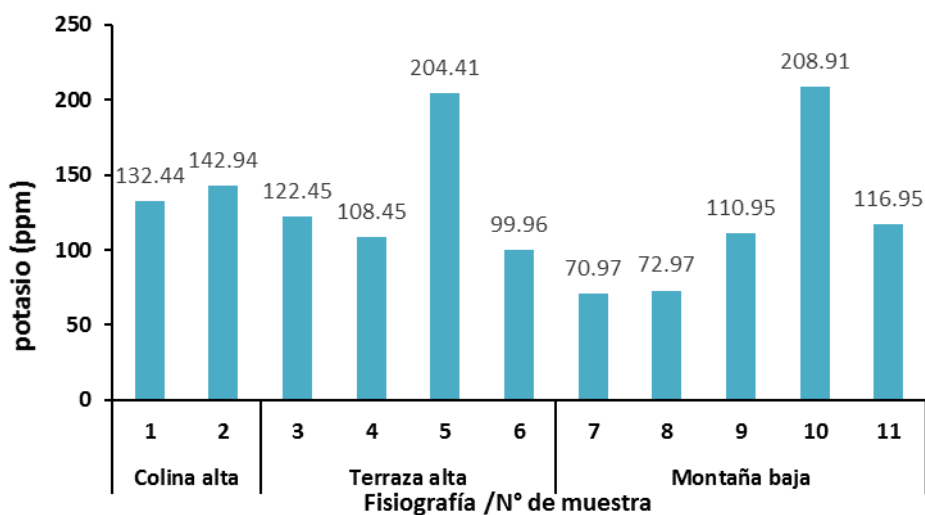
4.1.6. Potasio disponible en el suelo

Los niveles de potasio en (ppm) varían desde nivel bajo hasta óptimo por lo que se observa que en las muestras 3, 4, 6, 7,8, 9 y 11 presentan nivel bajo, las muestra 1 y 2 presentan nivel medio, las muestras 5 y 10 presenta nivel óptimo; tal como se aprecia en la tabla 19.

Tabla 19. Contenido de potasio disponible en el suelo

N° de muestra	K (ppm)	Descripción	Fisiografía	Promedio
1	132.44	Medio	Colina alta	137,69
2	142,94	Medio	Colina alta	
3	122,45	Bajo	Terraza alta	133,82
4	108,45	Bajo	Terraza alta	
5	204,41	Óptimo	Terraza alta	
6	99,96	Bajo	Terraza alta	
7	70,97	Bajo	Montaña baja	116,15
8	72,97	Bajo	Montaña baja	
9	110,95	Bajo	Montaña baja	
10	208,91	Óptimo	Montaña baja	
11	116,95	Bajo	Montaña baja	

En la Figura 14, se aprecia que las muestras de suelo número 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 11 ubicados en la unidad fisiográfica terraza alta y montaña baja en presentan niveles bajos de potasio, las muestras de la unidad fisiográfica de colina alta presentan nivel medio de potasio y las muestras 5 y 10 ubicados dentro de terraza alta y montaña baja respectivamente, son los que presentan nivel óptimo de potasio.

**Figura 14.** Potasio disponible en el suelo

4.1.7. Bases cambiables

La asociación de productores de café del sector de 3 de Octubre presenta diferentes cantidades de bases cambiables determinados en cmol (+)/kg, las cantidades varían de 2,96 a 8,62 de calcio, 0,47-170 de magnesio, 0,12-0,79 de potasio, 0,17 – 19,59 de aluminio y 0,13 – 4,24 de hidrogeno los cuales se aprecian en la tabla 20.

Tabla 20. Bases cambiables en el suelo

N° de muestra	Fisiografía	Bases cambiables (cmol(+)/kg)					
		Ca	Mg	K	Na	Al	H
1	Colina alta	4,54	0,83	-	-	4,44	2,28
2	Colina alta	7,27	0,83	-	-	0,17	0,13
3	Terraza alta	4,68	0,75	-	-	12,89	2,87
4	Terraza alta	4,63	0,91	-	-	19,59	4,24
5	Terraza alta	8,62	1,33	0,15	2,25	-	-
6	Terraza alta	4,98	0,71	-	-	10,63	2,47
7	Montaña baja	2,96	0,47	-	-	8,29	1,86
8	Montaña baja	7,70	1,70	0,12	0,73	-	-
9	Montaña baja	3,22	0,69	-	-	7,20	1,76
10	Montaña baja	6,18	1,37	0,79	1,53	-	-
11	Montaña baja	5,11	1,23	-	-	0,33	0,26

Las muestras 2, 5 y 8 que se encuentran en las diferentes unidades fisiográficas son las bases cambiables que presentan mayor cantidad de calcio, las muestras 5, 8, 10 y 11 que se encuentran en las diferentes unidades fisiográficas son las bases cambiables que presentan mayor cantidad de magnesio, las muestras 5,8 y 10 que se encuentran en la unidad fisiográfica de terraza alta y montaña baja son las bases cambiables que presentan potasio y sodio, las muestras 4,3 y 6 que se encuentran en la unidad fisiográfica de terraza alta son las bases cambiables que presentan mayor cantidad de aluminio e hidrogeno tal como se muestra en la Figura 15.

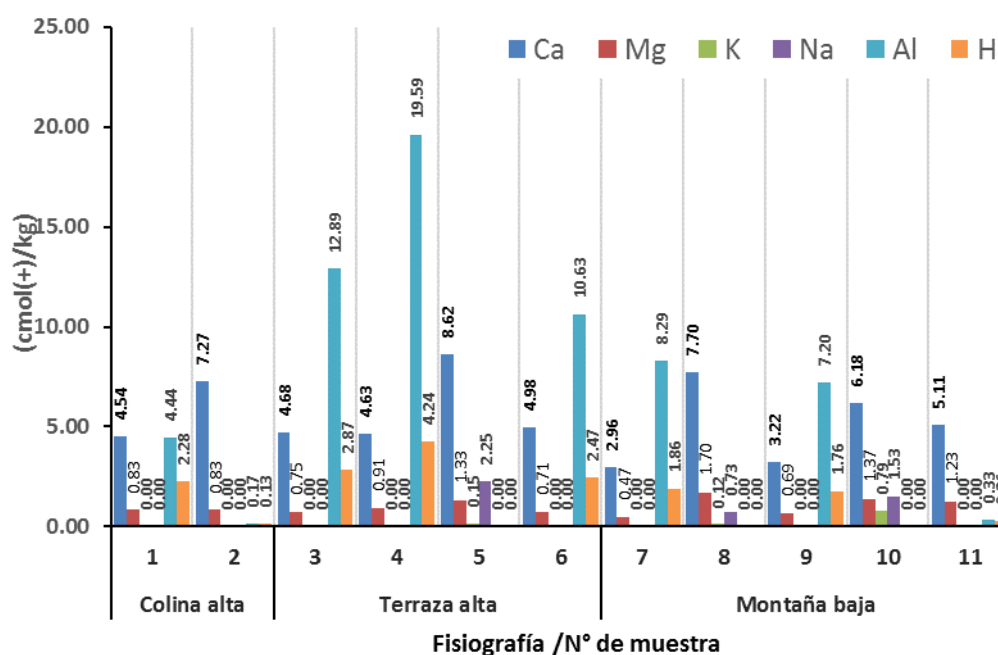


Figura 15. Contenido de bases cambiables

4.1.8. Capacidad de intercambio catiónico en el suelo

En la tabla 21, se presenta los niveles de CIC y CICE disponible en cmol (+)/kg en el suelo de la parcela en estudio.

Tabla 21. Contenido de CIC en las muestras de suelo

N° de muestra	CIC (cmol(+)/kg)	Descripción	Fisiografía	Promedio
**1	10,99	Medio	Colina alta	9,69
**2	8,39	Medio	Colina alta	
**3	21,19	Medio	Terraza alta	20,43
**4	29,37	Medio	Terraza alta	
*5	12,35	Moderado	Terraza alta	
**6	18,79	Medio	Terraza alta	10,72
**7	13,57	Medio	Montaña baja	
*8	10,25	Bajo	Montaña baja	
**9	12,97	Medio	Montaña baja	10,72
*10	9,87	Bajo	Montaña baja	
**11	6,93	Medio	Montaña baja	

*son muestras que presentan potasio (k) y sodio (Na) y * muestras que presentan Al (aluminio) y H (hidrogeno)

Las muestras (**) que contienen aluminio e hidrogeno presenta nivel medio de CIC que se ubican en el rango de 4-30 cmol(+)/kg en las unidades fisiográficas de colina alta, terraza alta y montaña baja, así mismo las muestras (*) que contienen potasio y sodio presentan nivel moderado de CIC en la unidad fisiográfica de terraza alta, y nivel bajo en montaña baja. Figura 16.

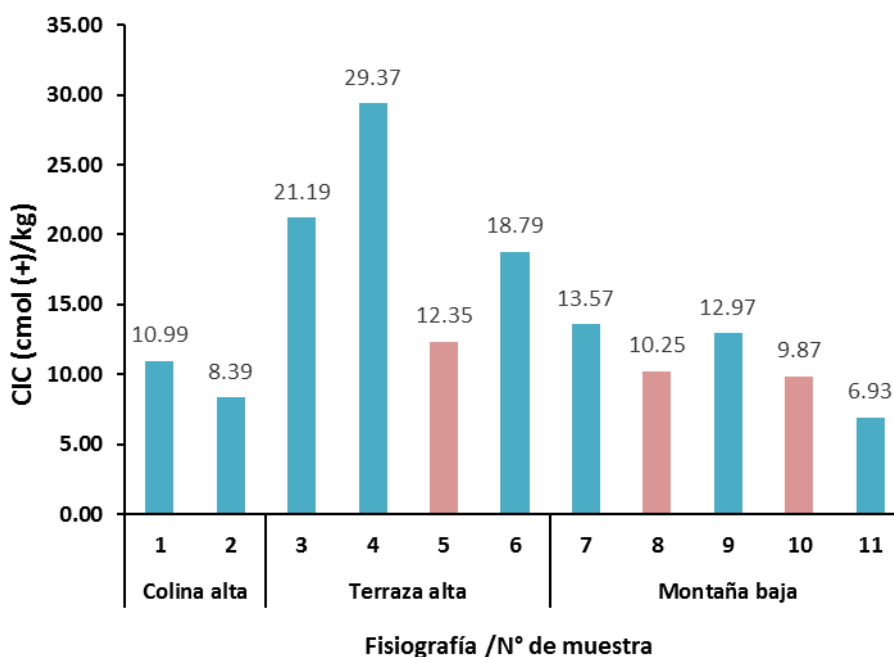


Figura 16. CIC disponible en las muestras de suelo

4.1.9. Saturación por bases del suelo

La asociación de productores de café del sector de 3 de Octubre presenta diferentes niveles de saturación por base (en porcentajes); las muestras 2, 5, 8, 10 y 11 presenta nivel muy alto, la muestras 4 presenta nivel muy bajo, las muestras 3, 6, 7 y 9 presentan nivel bajo y por último la muestra 1 presenta nivel moderado, al promediarlo por unidades fisiográficas, colina alta presenta el mayor porcentaje (72,70 %), en segundo lugar por montaña baja (69,42 %) y en menor porcentaje esta terraza alta con el 43,69 %, tal como se aprecian en la tabla 22.

Tabla 22. Porcentaje de saturación por bases del suelo.

N° de muestra	Saturación por bases (%)	Descripción	Fisiografía	Promedio
1	48,91	Moderado	Colina alta	72,70
2	96,48	Muy alto	Colina alta	
3	25,63	Bajo	Terraza alta	43,69
4	18,86	Muy bajo	Terraza alta	

5	100,00	Muy alto	Terraza alta	
6	30,28	Bajo	Terraza alta	
7	25,25	Bajo	Montaña baja	
8	100,00	Muy alto	Montaña baja	
9	30,39	Bajo	Montaña baja	69,42
10	100,00	Muy alto	Montaña baja	
11	91,48	Muy alto	Montaña baja	

En la Figura 17, se aprecia los niveles saturación por bases, la muestra 4 presenta nivel muy bajo y se ubica en terraza alta, las muestras 3, 6, 7 y 9 presentan nivel bajo y se ubican en terraza alta y montaña baja, la muestra 1 presenta nivel moderado y se ubica colina alta, y las muestras 2, 5, 8, 10 y 11 presentan nivel muy alto y se ubican en colina alta, terraza alta y montaña baja.

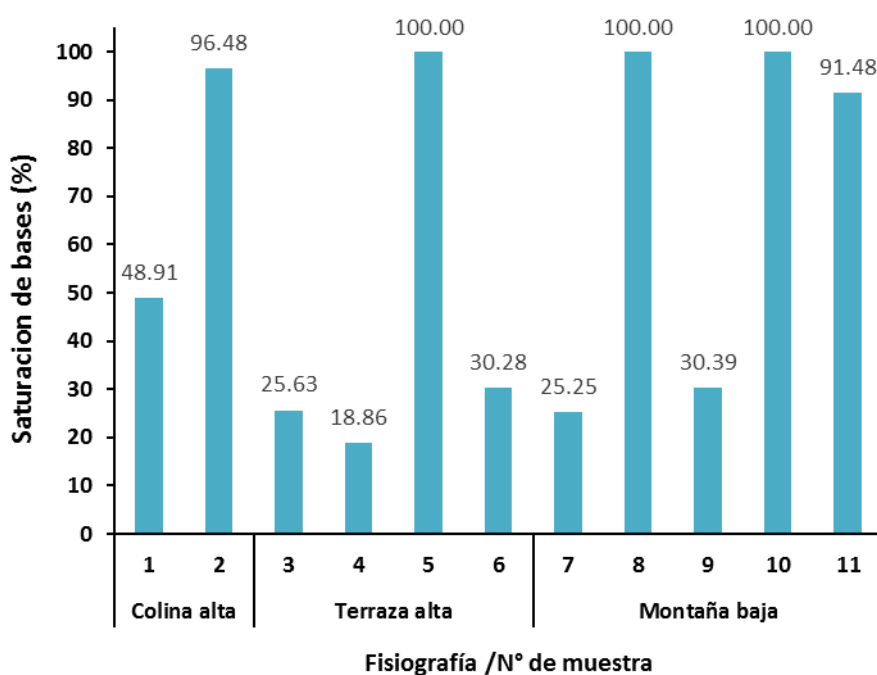


Figura 17. Saturación por bases en las muestras de suelo

En la investigación de propiedades físico químicas del suelo indican en qué nivel se encuentra (altos, medios, bajos) y si está cerca de los valores deseables o si existe deficiencia, proporcionando información para describir el estado actual del suelo y conocer la deficiencia de nutrientes presente en la parcela de la asociación de productores de café del sector 3 de Octubre, al respecto Fassbender (2002), menciona que el contenido de fósforo, potasio, calcio y magnesio están influenciados por el pH y el contenido de las arcillas, que generan cargas positivas que impiden la adsorción del potasio, calcio y magnesio facilitando la remoción por

el agua teniendo en cuenta que esta zona es de alta precipitación, indica que los factores que influyen sobre los nutrientes en el suelo son el régimen hídrico, la actividad biológica que a su vez depende del pH y la fertilización.

4.2. Distribución espacial de las propiedades fisicoquímicas del suelo

4.2.1. Distribución espacial de la textura del suelo

La tabla 23, detalla la distribución espacial de la textura del suelo; donde encontramos las siguientes texturas: arcilloso, franco arcilloso, franco y franco arcilloso arenoso; de las cuales la que predomina es la textura franco arcilloso que ocupa un área de 79,73 ha que representa el 61,88 % y en segundo lugar esta textura franco con un área de 34,73 ha que representa el 26,96 %, y en menor superficie se encuentran las texturas franco arcilloso arenoso y arcilloso con área de 9,10 ha (7,06 %) y 5,28 ha (4,10 %) respectivamente.

Tabla 23. Superficie según textura por unidad fisiográfica

Clase textural	Superficie		Superficie según fisiografía		
	Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Arcilloso	5,28	4,10	TAO	5,28	4,10
			CAMD	1,64	1,27
Franco arcilloso	79,73	61,88	MB	52,90	41,06
			TAO	25,19	19,55
Franco	34,73	26,96	MB	29,19	22,66
			TAO	5,54	4,30
			CAMD	1,67	1,29
Franco arcilloso arenoso	9,10	7,06	MB	5,31	4,12
			TAO	2,11	1,64
Área Total				128,84	100,00

En la Figura 18, se observa la superficie en porcentaje de las clases texturales según unidades fisiográficas, donde la textura arcilloso ocupa menor superficie con tan solo el 4,10 % del área total y se distribuye en las siguientes unidades fisiográficas TAO y CAMD, la textura franco arcilloso ocupa la mayor superficie con un 61,88 % del área total y se distribuye en fisiografías MB y TAO, la textura franco ocupa el 26,96 % y se encuentra en las siguientes unidades fisiográficas MB y TAO y por último la textura franco arcilloso arenoso ocupa el 7,06 % y se distribuye en las unidades fisiográficas CAMD, MB y TAO.

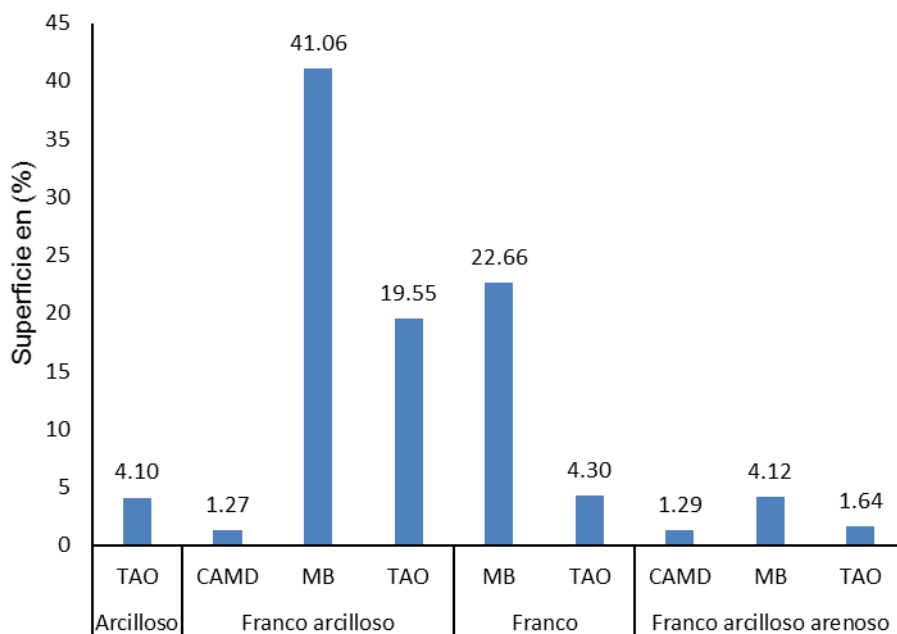


Figura 18. Superficie en porcentaje de la textura

4.2.2. Distribución espacial de pH

En la tabla 24, muestra la distribución espacial del pH del suelo; donde encontramos por niveles; extremadamente ácido ocupa una superficie de 17,21 ha que representa el 13,25 % del área total, fuertemente ácido ocupa la mayor área con 92,30 ha que representa el 71,64 % del total y el nivel moderadamente ácido ocupa 19,33 ha representado el 15,00 % del área total de la parcela en estudio.

Tabla 24. Superficie según niveles de pH por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Extremadamente ácido	< 4,5	17,21	13,35	MB	2,85	2,21
				TAO	14,35	11,14
Fuertemente ácido	4,6 - 5,4	92,3	71,64	CAMD	3,36	2,61
				MB	68,6	53,25
				TAO	20,34	15,78
Moderadamente ácido	5,5 - 6,5	19,33	15	MB	15,9	12,34
				TAO	3,43	2,66
Área Total					128,84	100

En la Figura 19, se observa la superficie en porcentaje de los rango de pH según unidades fisiograficas, donde el rango fuertemente acido ocupa la mayor superficie (71,64 %) y se ubica en las unidades fisiográficas CAMD, MB y TAO, en segundo lugar, se encuentra el rango modernamente acido que ocupa el 15,00 % del área total y en menor porcentaje se encuentra el rango extremadamente ácido que ocupa el 15,00 % y se distribuye en las unidades fisiografía MA y TAO.

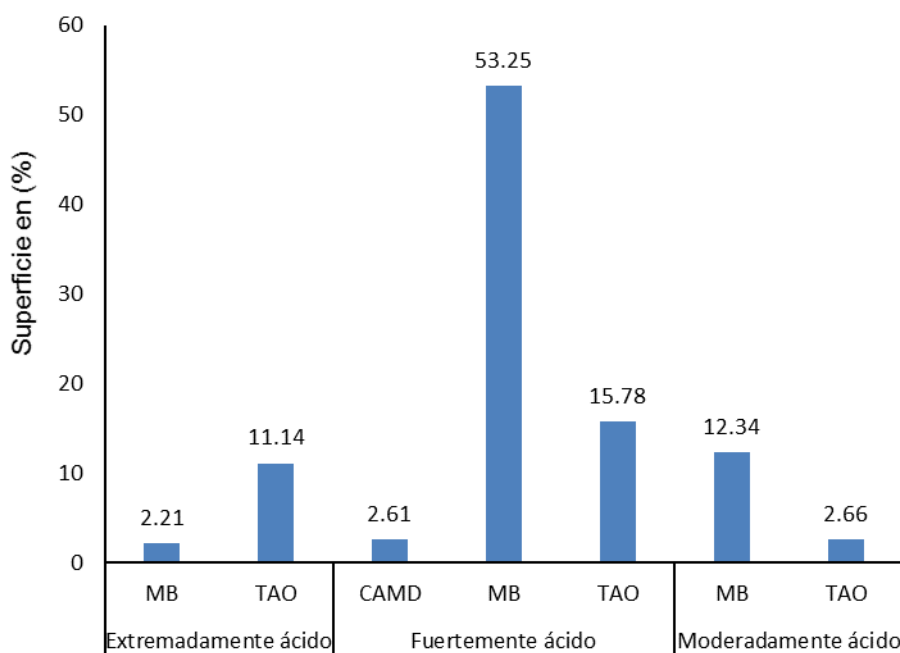


Figura 19. Superficie en porcentaje de pH en el suelo

Los métodos utilizados para realizar la interpolación de las propiedades físicas y químicas fueron Kringing e IDw, en base a una comprobación del grado de error, basándonos en lo que dice Villatoro et al. (2008). El método de Kringing mostro, según el análisis de efectividad de predicción, mejor grado de estimación para variables como el pH, Ca y CICE y en menor grado para P, por lo que se puede decir que el método Kringing es más apropiado para estudios edáficos, a pesar de ello cada zona tiene sus particularidades y por lo que es necesario realizar pruebas con los diferentes métodos de interpolación que ofrecen las herramientas de sistemas de información geográfica.

La distribución espacial por unidades fisiográficas de las propiedades fisicoquímicas del suelo están influenciado por la topografía, cultivo y/o cobertura vegetal del terreno es el caso del pH los niveles fuertemente y moderadamente ácidos en mayor porcentaje con el 68,60 % y 12,34 % respectivamente, se encuentran en montaña baja y por al contrario en el nivel extremadamente acido, en mayor porcentaje (11,14 %) se encuentra en terraza alta

ondulada, y concerniente a la distribución de materia orgánica el nivel bajo presentes en montaña baja y terraza alta ondulada con 1,29 % y 3,62 % respectivamente, mientras que el nivel medio está distribuido en las tres unidades fisiográficas pero en mayor porcentaje se encuentra en montaña baja (61,68 %) y seguido por terraza alta ondulada con el 25,96 %; por lo que se ve que están influenciado por las unidades fisiográficas con lo que también se puede contrastar con lo que menciona Junco (2016), se encuentra una influencia entre las propiedades del suelo y sus características altitudinales propias de cada lugar y que además están pueden variar por la cantidad de precipitaciones pluviales.

4.2.3. Distribución espacial de materia orgánica

En la tabla 25, se observa la distribución de los niveles de materia orgánica, donde en menor superficie están los niveles alto y bajo que representa el 4,75 % y 4,92 % respectivamente, el nivel medio más representativo en la parcela, ocupando el 90,33 %, que en su mayoría se encuentra montaña baja.

Tabla 25. Superficie del contenido de materia orgánica por fisiografía

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Bajo	menor a 2	6,34	4,92	MB	1,67	1,29
				TAO	4,67	3,62
Medio	2 - 4	116,39	90,33	CAMD	3,46	2,69
				MB	79,48	61,68
				TAO	33,45	25,96
Alto	mayor a 4	6,12	4,75	MB	6,12	4,75
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 20, donde se observa que el nivel medio ocupa la mayor superficie (90,33 %) y se distribuye en fisiografía CAMD, MB y TAO, en segundo lugar se encuentra el nivel bajo (4,92 %) y se distribuye en fisiografía MB y TAO y por último en menor porcentaje (4,75 %) se encuentra el nivel alto.

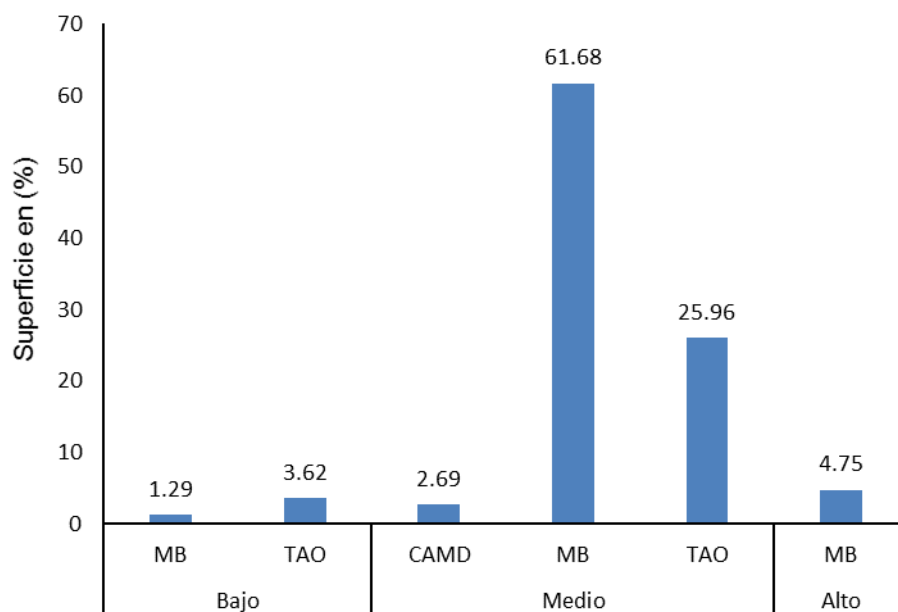


Figura 20, Superficie en porcentaje de materia orgánica

4.2.4. Distribución espacial de nitrógeno

En la tabla 26, se aprecia el contenido de nitrógeno en el suelo de la parcela de la asociación de cafetaleros; los niveles encontrados son bajo, moderado y alto, de las cuales nivel moderado es la que ocupa mayor superficie con una área de 72,83 ha que representa el 56,53 %; que en su mayoría de este último se ubica en fisiografía MB, seguido por nivel alto con una área de 33,92 ha y representa el 26,33 % y en menor superficie el nivel bajo con una área de 22,09 ha con solo el 17,14 %.

Tabla 26. Superficies según niveles de nitrógeno por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Bajo	0,05 - 0,10	22,09	17,14	CAMD	2,48	1,92
				MB	9,51	7,38
				TAO	10,10	7,84
Moderado	0,10 - 0,15	72,83	56,53	CAMD	0,83	0,65
				MB	44,52	34,56
				TAO	27,48	21,33
Alto	0,15 - 0,25	33,92	26,33	MB	33,38	25,91
				TAO	0,542	0,42
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 21, se observa la superficie en porcentaje del contenido de nitrógeno según unidades fisiográficas, donde el nivel moderado ocupa la mayor superficie (56,53 %) y se distribuye en fisiografía CAMD, MB y TAO, en segundo lugar, se encuentra el nivel alto que ocupa el 26,33 % y se distribuye en fisiografía MB y TAO y por último en menor porcentaje (17,14 %) se encuentra el nivel bajo y esta se ubicado en fisiografía CAMD, MB y TAO.

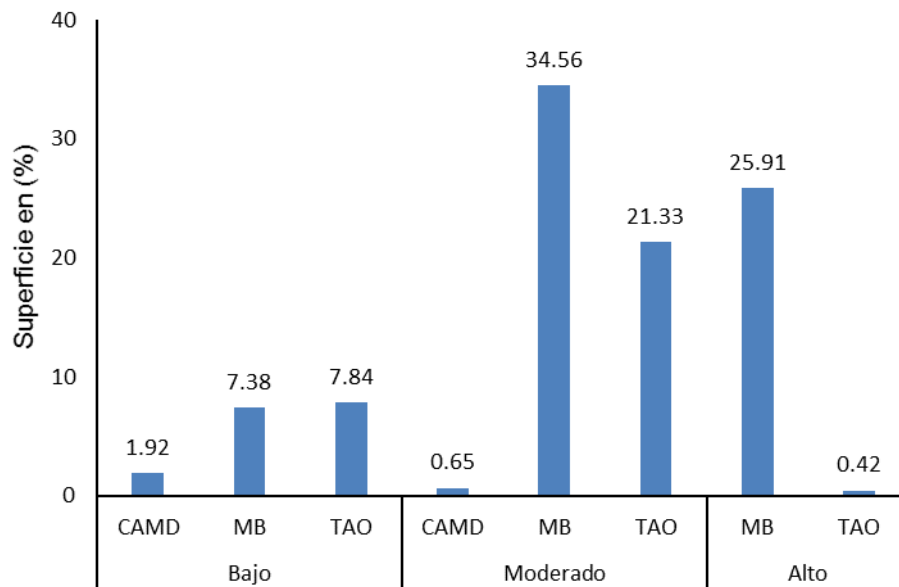


Figura 21. Superficie en porcentaje de nitrógeno

4.2.5. Distribución espacial del fósforo

En la tabla 27, se observa los niveles de fósforo, donde encontramos los niveles bajo, adecuado y alto, donde el nivel bajo ocupa mayor superficie con una área de 68,48 ha que representa el 53,15 %; seguido del nivel adecuado con una área 58,05 ha que representa el 45,06 % y en menor superficie el nivel alto con una área de 2,31 ha representado el 1,79 %.

Tabla 27. Superficie de niveles de fósforo por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Bajo	3 - 7			CAMD	1,71	1,33
		68,48	53,15	MB	34,72	26,95
				TAO	32,05	24,88

				CAMD	1,75	1,36
Adecuado	7 - 15	58,05	45,06	MB	50,23	38,99
				TAO	6,07	4,71
Alto	7 - 15	2,31	1,79	MB	2,31	1,79
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 22, se observa la superficie en porcentaje del contenido de fósforo según unidades fisiográficas, donde el nivel bajo ocupa la mayor superficie (56,53 %) y se distribuye en fisiografía CAMD, MB y TAO, en segundo lugar, se encuentra el nivel adecuado que ocupa el 45,06 % y se distribuye en fisiografía CAMD, MB y TAO y por último en menor porcentaje (1,79 %) se encuentra el nivel alto y esta se ubica solo en fisiografía MB.

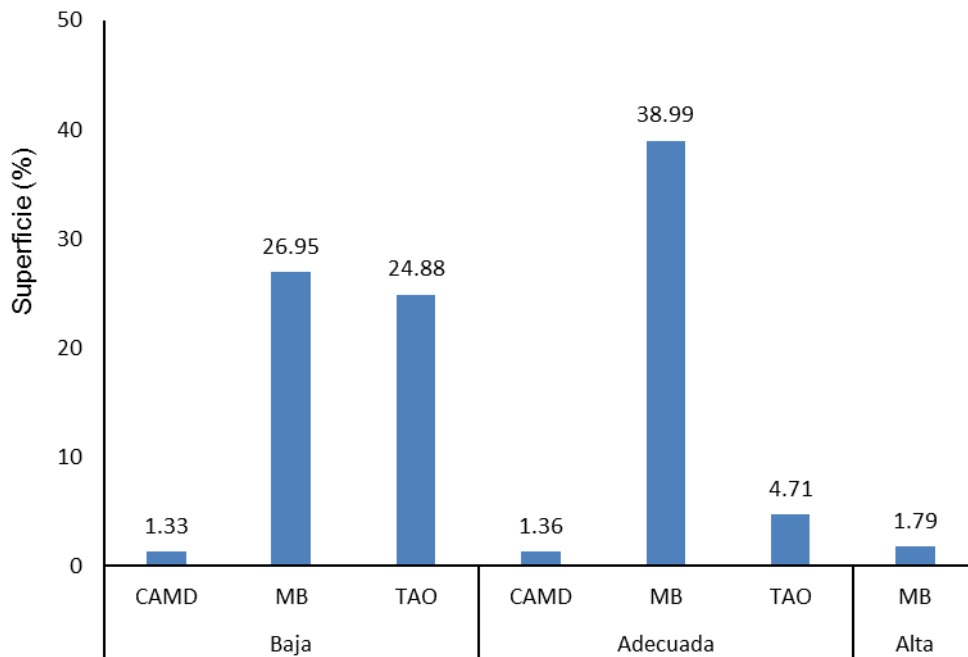


Figura 22. Superficie en porcentaje de fósforo

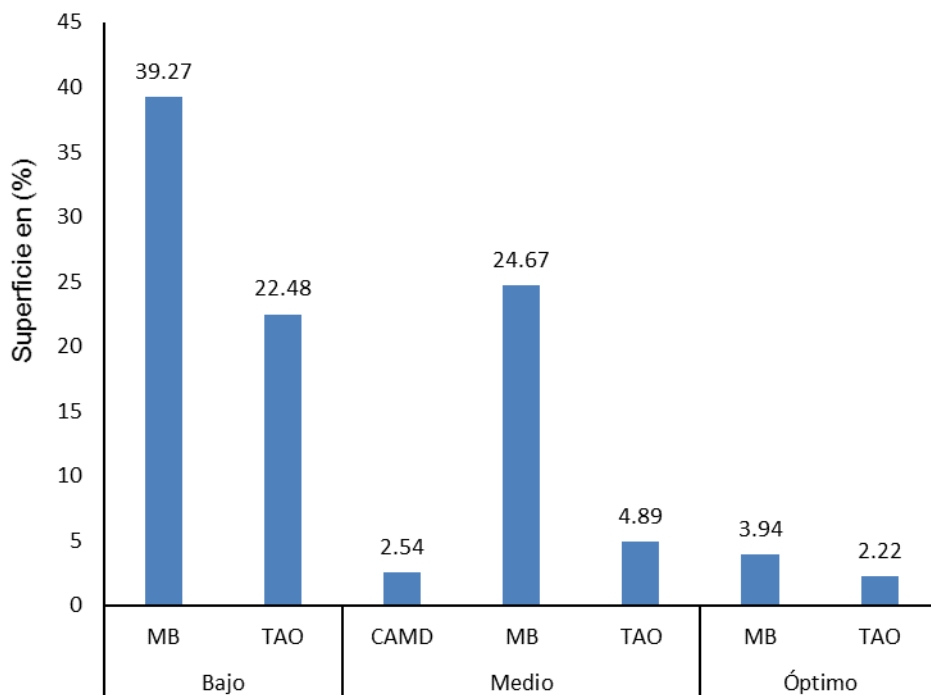
4.2.6. Distribución espacial del potasio

La tabla 28, presenta los niveles del contenido de potasio en el suelo, donde podemos encontrar nivel bajo, medio y óptimo; de las cuales el nivel que predomina es el nivel bajo con una área de 79,55 ha que representa el 61,75 % y en segundo lugar está el nivel medio con una área de 41,36 ha que representa el 32,10 % y en menor superficie se encuentra el nivel óptimo con una área de 7,93 ha que representa el 6,16 % del área total.

Tabla 28. Superficie de niveles de potasio por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Bajo	< 125	79,55	61,75	MB	50,59	39,27
				TAO	28,96	22,48
				CAMD	3,27	2,54
Medio	125 - 175	41,36	32,10	MB	31,78	24,67
				TAO	6,30	4,89
				MB	5,08	3,94
Óptimo	175 - 250	7,93	6,16	TAO	2,86	2,22
				Área Total	128,84	100,00

En la Figura 23, se observa la superficie en porcentaje del contenido de potasio, donde en mayor porcentaje (61,75 %) esta nivel bajo y se distribuye en fisiografía MB (39,27 %) y TAO (22,48 %), en segundo lugar se encuentra el nivel medio ocupando el 32,10 % y se encuentran en fisiografía MB (24,67 %), TAO (4,89 %) y CAMD (2,54 %), y por último en menor porcentaje está el nivel óptimo (6,16 %) y se distribuye en fisiografía MB y TAO ocupando el 3,94 % y 2,22 % respectivamente del área total de la parcela en estudio.

**Figura 23.** Superficie en porcentaje de potasio

4.2.7. Distribución espacial de CIC

En la tabla 29, se detalla el contenido de CIC por niveles (muy bajo, bajo y moderado), donde en mayor área está el nivel muy bajo con 102.39 ha que representa el 79,47 % del área total y está última se encuentra en mayor cantidad en fisiografía MB; seguido del nivel bajo con una área de 26,14 ha que representa el 20,29 %, de las cuales en mayor cantidad también se encuentra en fisiografía MB, y en menor cantidad se encuentra el nivel moderado con una área de 0,31 ha que representa el 0,24 % que se encuentra únicamente en fisiografía TAO.

Tabla 29. Superficie de niveles de CIC por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
				CAMD	3,35	2,60
Muy bajo	menor a 6	102,39	79,47	MB	66,13	51,32
				TAO	32,92	25,55
Bajo	6 - 12	26,14	20,29	MB	21,25	16,49
				TAO	4,89	3,80
Moderado	12 - 25	0,31	0,24	TAO	0,31	0,24
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 24, se observa la superficie en porcentaje del contenido de CIC según unidades fisiográficas, donde el nivel muy bajo ocupa la mayor superficie con un 79,47 % del área total y se distribuye en fisiografía MB (51,32 %), TAO (25,55 %) y CAMD (2,60 %), en segundo lugar se encuentra el nivel bajo ocupando el 20,29 % del área total y se encuentra en fisiografía MB (16,49 %) y TAO (3,80 %), y por último el nivel moderado ocupa menor superficie con 0,24 % del área total y se distribuye únicamente en fisiografía TAO.

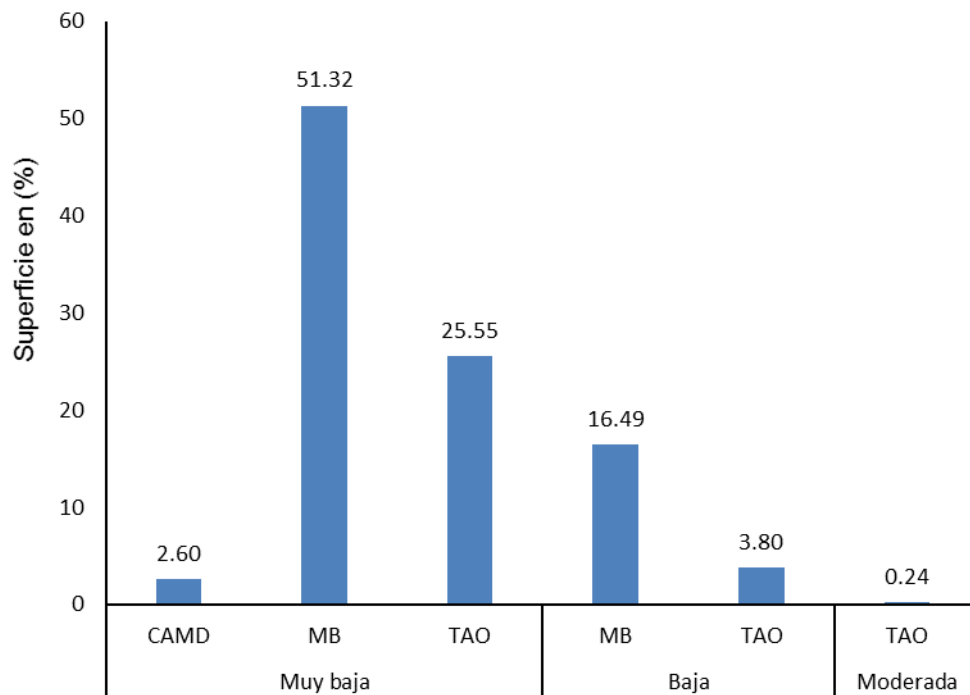


Figura 24. Superficie en porcentaje de CIC

4.2.8. Distribución espacial de calcio en el suelo

En la tabla 30, se observa los niveles de contenido de calcio en el suelo en la que encontramos nivel bajo y moderado, de las cuales en mayor superficie se encuentra el nivel moderado con una área 86,30 ha que representa el 66,98 % del área total y ello encontrándose en mayor cantidad en fisiografía montaña baja (MB); el nivel moderado presenta un área de 42,54 ha que viene a ser el 33,02 % del área total, y se encuentra en mayor cantidad en fisiografía montaña baja (MB).

Tabla 30. Superficie de niveles de calcio por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Bajo	2 - 5	42,54	33,02	CAMD	1,43	1,11
				MB	24,60	19,09
				TAO	16,51	12,82
Moderado	5 - 10	86,30	66,98	CAMD	2,03	1,58
				MB	62,66	48,63
				TAO	21,61	16,77
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 25, se observa la superficie en porcentaje del contenido de calcio en el suelo según unidades fisiográficas, donde el nivel moderado ocupa mayor superficie con un 66,98 % del área total y se distribuye en fisiografía MB (48,63 %), TAO (16,77 %) y CAMD (1,58 %), y el nivel bajo ocupa la menor superficie con 33,02 % del área total y se distribuye en fisiografía MB (19,09 %), TAO (12,82 %) y CAMD (1,11 %).

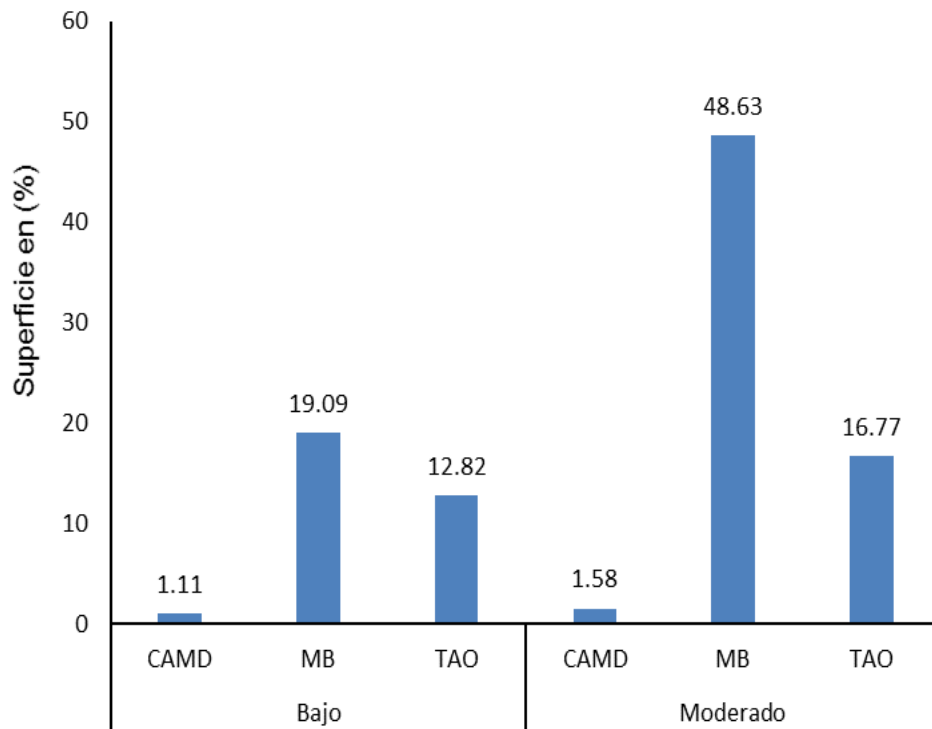


Figura 25. Superficie en porcentaje de calcio

4.2.9. Distribución espacial del magnesio

En la tabla 31, se detalla el contenido de magnesio en el suelo por unidades fisiográficas, donde encontramos niveles muy bajo, bajo y moderado, de las cuales en mayor superficie se encuentra el nivel bajo con una área de 125,45 ha que viene a ser el 97,36 %.

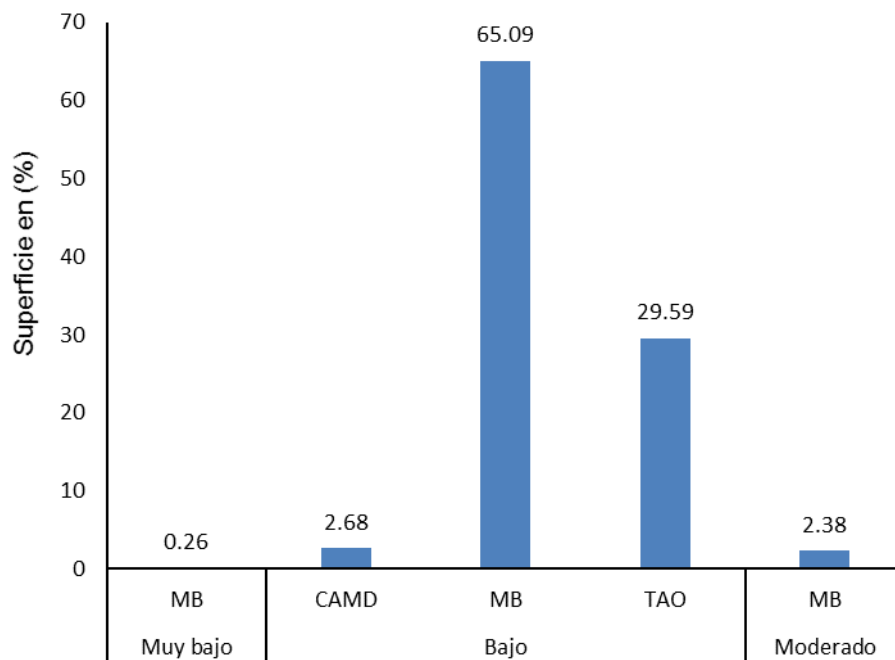
En segundo lugar, se encuentra el nivel moderado con una área de 3,06 ha que representa el 2,38 % y por último en menor cantidad se encuentra el nivel muy bajo con una área de 0,33 ha que representa tan solo el 0,26 % del área total de la parcela en estudio del cultivo de café.

En total el área de estudio comprende 128,84 ha, correspondiente al sector 3 de Octubre, la demarcación políticamente pertenece al distrito Hermilio Valdizán, en la provincia turística de bella durmiente de Leoncio Prado.

Tabla 31. Superficie de niveles de magnesio por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Muy bajo	< 0,50	0,33	0,26	MB	0,33	0,26
				CAMD	3,46	2,68
Bajo	0,5 - 1,30	125,45	97,36	MB	83,87	65,09
				TAO	38,12	29,59
Moderado	1,3 - 3	3,06	2,38	MB	3,06	2,38
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 27, se observa la superficie en porcentaje del contenido de magnesio según unidades fisiográficas, donde el nivel bajo ocupa mayor superficie de la parcela, con un 97,36 % del área total y se distribuye en fisiografía MB (65,09 %), TAO (29,59 %) y CAMD (2,68 %), en segundo lugar se encuentra el nivel moderado ocupando el 2,38 % del área total y se distribuye únicamente en fisiografía MB y por último el nivel moderado ocupa menor superficie con apenas el 0,26 % del área total y se distribuye únicamente en fisiografía MB.

**Figura 26.** Superficie en porcentaje de magnesio

4.2.10. Distribución espacial de CICE

En la tabla 32, se observa el contenido de CICE en el suelo donde encontramos en niveles bajo y medio, de las cuales el nivel medio se encuentra en mayor cantidad con una área de 110.34 ha representado el 85,64 % y este en su mayoría se encuentra en fisiografía montaña baja (MB) y el nivel bajo en menor cantidad con una área de 18,50 ha representado el 14,36 % del área total, que en su mayoría también se encuentra en una fisiografía montaña baja (MB).

Tabla 32. Superficie de niveles de CICE por unidad fisiográfica

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Bajo	menor a 4	18,50	14,36	MB	15,32	11,89
				TAO	3,19	2,47
Medio	4 - 30	110,34	85,64	CAMD	3,38	2,62
				MB	72,03	55,91
				TAO	34,93	27,11
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 27, se observa la superficie en porcentaje del contenido de capacidad de intercambio catiónico equivalente (CICE) en el suelo según unidades fisiográficas, donde se observa que el nivel medio ocupa mayor superficie con un 85,64 % del área total y se distribuye en fisiografía MB (55,91 %), TAO (27,11 %) y CAMD (2,62 %), y mientras que el nivel bajo ocupa la menor superficie con 14,36 % del área total y se distribuye en fisiografía MB (11,89 %) y TAO (2,47 %).

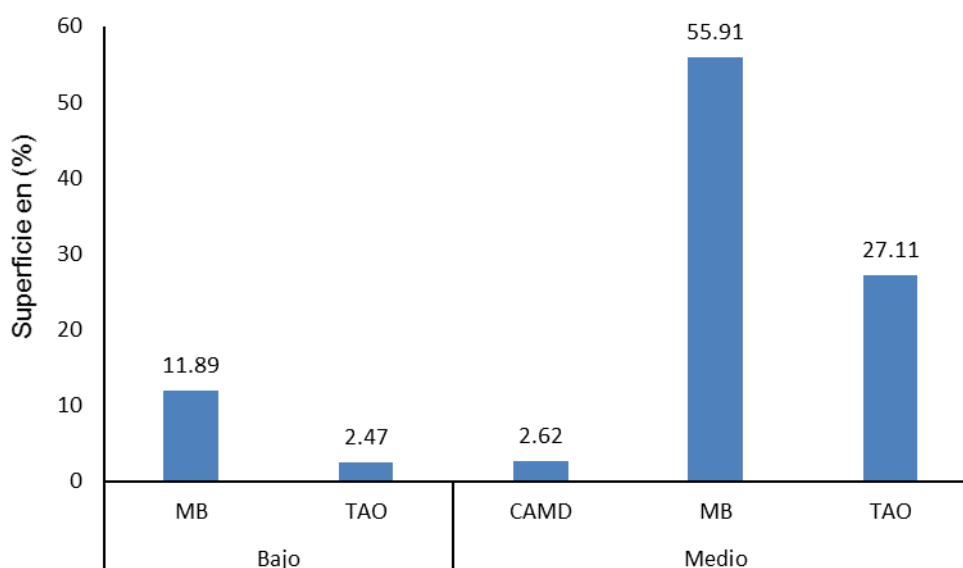


Figura 27. Superficie en porcentaje de CICE

4.2.11. Distribución espacial de saturación bases

En la tabla 33, se detallan el contenido de saturación por bases, de las cuales nivel moderado presenta mayor superficie con una área de 44,12 ha, seguido de nivel alto con una área de 32,02 ha, nivel bajo con una área de 27,42 ha, el nivel muy alto con una área de 24,53 ha y el nivel muy bajo abarca menor superficie (0,75 ha) que representa el 0,58 % del área total de la parcela.

Tabla 33. Superficie de niveles de saturación por bases por fisiografía

Descripción	Rango	Superficie		Superficie según fisiografía		
		Área (ha)	%	Símbolo	Área (ha)	%
Muy bajo	< 20	0,75	0,58	TAO	0,75	0,58
Bajo	21 - 40	27,42	21,28	MB	9,32	7,23
				TAO	18,10	14,05
				CAMD	1,81	1,41
Moderado	41 - 60	44,12	34,24	MB	33,25	25,81
				TAO	9,05	7,03
				CAMD	0,74	0,58
Alto	61 - 80	32,02	24,85	MB	25,02	19,42
				TAO	6,25	4,85
				CAMD	0,91	0,70
Muy alto	81 - 100	24,53	19,04	MB	19,67	15,27
				TAO	3,95	3,07
Área Total					128,84	100,00

En la Figura 28, se observa la variación del porcentaje de saturación por base del suelo según unidades fisiográficas, donde el nivel moderado ocupa mayor superficie con un 34,24 % del área total y se distribuye en fisiografía MB (25,81 %), TAO (7,03 %) y CAMD (1,41 %), con superficie intermedias se encuentra el nivel alto, bajo y muy alto con 24,85 %, 21,28 % y 19,04 % respectivamente y el nivel muy bajo ocupa la menor superficie (0,58 %) y únicamente se encuentra en fisiografía TAO.

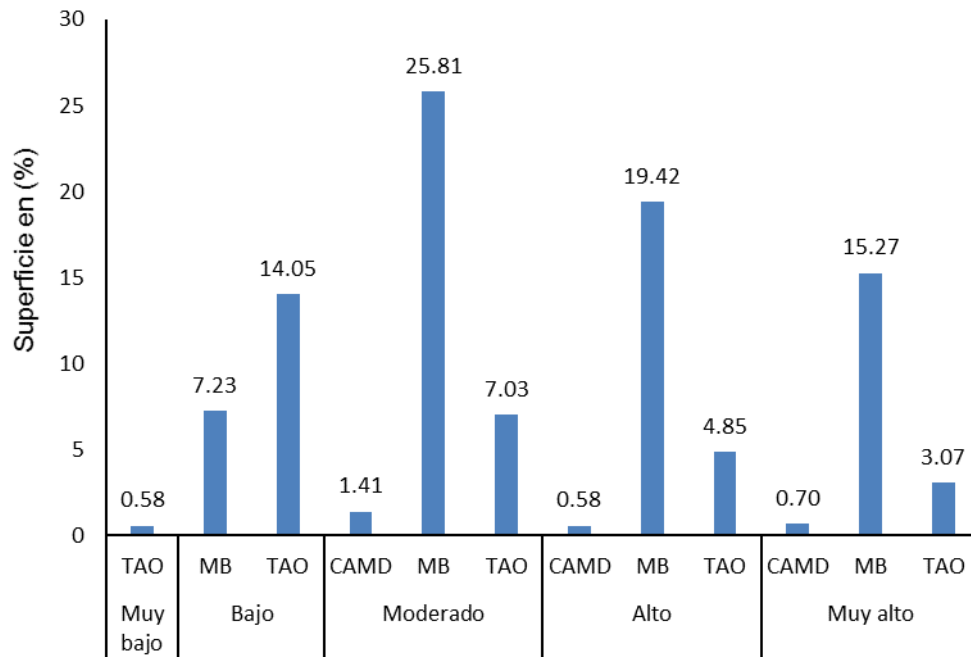


Figura 28. Superficie en porcentaje de saturación por bases

La distribución espacial de las propiedades físicas y químicas del suelo de la parcela en estudio es muy variable, las propiedades que presentan mayor variabilidad son la textura, materia orgánica, nitrógeno, potasio y saturación de bases, según Guerrero (2000), el suelo es una entidad compleja que se caracteriza por la presencia de múltiples atributos, existiendo menor variabilidad en aquellas propiedades edáficas en su condición natural, que cuando es sometido a uso y las propiedades que más se afectan por el manejo, serán las que presenten mayor variabilidad.

V. CONCLUSIONES

1. Los suelos en la parcela de la asociación de productores de café del sector 3 de Octubre presentan cuatro clases texturales: franco arcillosos, franco arcilloso arenoso, arcilloso y franco, en cuanto a la variable pH encontramos suelos moderadamente, fuertemente y extremadamente ácido, el contenido de materia orgánica es bajo, medio y alto; predominando el nivel medio, los niveles de fosforo son alto, adecuado y bajo predominando este último, el nivel de potasio varía en bajo, medio y óptimo predominando el nivel bajo, en la variable CIC predomina el nivel medio y en cuanto a la saturación por bases varía desde nivel muy bajo a muy alto.
2. La distribución espacial en la parcela estudiada, respecto a las clases texturales predomina franco arcilloso y franco con una superficie del 61,88 % y 26,96 % del área total, en cuanto al pH del suelo el 71,64 % de la parcela es fuertemente ácido, materia orgánica presenta nivel medio en un 90,33 % del área total, en fosforo y potasio el nivel bajo ocupan mayor superficie con 53,15 % y 61,75 % respectivamente, en la variable CIC el nivel muy bajo es más representativo ocupando el 79,47 %, el contenido calcio predominante es nivel moderado (66,98 %), en cuanto al magnesio el nivel bajo es predominante (97,36 %) y por último la distribución de saturación por bases es muy variable predominando los niveles bajo, moderado, alto y muy alto.

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Brindar asesoría a los agricultores y en especial a la asociación de productores de café del sector 3 de Octubre, en temas de sistemas agroforestales que sirven como cobertura natural y para mantener materia orgánica, que es un indicador importante de la fertilidad del suelo.
2. En los proyectos productivos ya sea de café, cacao, plátano y otros se recomienda hacer estos tipos de investigaciones para seleccionar la zona más óptima para el desarrollo del cultivo a implantar, saber las zonas donde es necesario abonar o no, y de esa manera obtener mejor producción con la menor inversión posible y obtener mayor rendimiento.
3. Realizar estos tipos de investigaciones en diferentes épocas del año, edad de planta, estado vegetativo de la planta y en otros cultivos.
4. Para investigaciones sobre distribución espacial se recomienda tener mayor número de muestras y que estén bien distribuidos en el área de estudio, para que la interpolación de la variable estudia se aproxime más a la realidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, M., Tormena, A., Inoue, T., Costa, S. (2004). Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico após treze anos de semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 459- 504.
- Arévalo, L., Sanco, M. (2002). *Manual de laboratorio para análisis físico químico del suelo*. S.I. ICRF – CHEMONICS. 48 p.
- Bautista, C., Etchevers, B., Del Castillo, R., Gutiérrez, C. (2004). *La calidad de los suelos y sus indicadores*. [En línea]: (<http://www.aeet.org/ecosistemas/042/revision2.htm>, 30 Nov. 2005).
- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica*. Villingen-Schwenningen, Alemania, Neckar-Verlag. 682 p.
- Bruz, D., De Gruijter, J., Barsman, B., Visschers, R., Bregt, A., Brewuwsma, A., Bouma, J. (1996). The performance of spatial interpolation methods and cloropleth maps to estimate properties at points:a soil survey case study. *Environmetrics*. 7(1), 1-16.
- Carvalho, R., Goedert, J., Armando, S. (2004). Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. *Pesquisa Agropecuária, Brasileira*, 39, 1153-1155.
- Castañeda, E. (1997). *Manual técnico Cafetalera*. Edit. Grafica Libertad S.A. Lima Perú 162 pp.
- Céspedes, D. (1991). *Química de Suelos*. 2º ed. México, Trillas S.A.
- Cressie, N. (1991). *Statistics for spatial data*. New York, John Wiley.
- De Aguiar, M. (2008). *Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais*. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais – Brasil.
- Decreto Supremo N° 013-2010-AG. (2010). *Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos*. Lima, Perú, El Peruano. 26 p.
- Díaz, M., Duarte, G y Grove, J. (2002). A review of notill systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid Pampas of Argentina. *Soil Till. Res*, 65, 1-18.
- Doran, J., Lincoln, N. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad del suelo*. [En línea]: USDA, (<http://soils.usda.gov/sqi>).

- FAO. (2001). *Soil Biodiversity: What is it?* Soil Biodiversity: Portal. Land and Water (AGL). [En línea]: FAO, (<http://www.fao.org/land-water/land/httpwwwfaoorgsoils-portal/en/>).
- Fassbender, H. (2002). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. 2 ed. San José, Costa Rica. IICA.
- Felicísimo, A. (1994). *Modelos digitales del terreno; Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. [En línea]: (<http://www.etsimo.uniovi.es/~feli>, documentos, feb. 2013).
- Ferreras, L., Magra, G., Besson, P., Kovalevski E., García, F. (2007). Indicadores de calidad física en suelos de la región pampeana norte de argentina bajo siembra directa. *Ci. Suelo (Argentina)*, 25(2), 159-172.
- Figueroa, R. (1984). *La caficultura en el Perú*. Servicio de copias S.A. Lima, Perú. 202 p.
- Figueroa, R. (1990). *La caficultura en el Perú*. 2º edición. Edit. Fiessa.
- Gonzales, S. (2015). *Distribución espacial por unidades fisiográficas, las propiedades físicas y químicas de los suelos con palma aceitera (Elaeis guineensis Jaq), Nueva Requena – Ucayali*. [Tesis de pregrado, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Escuela profesional de Conservación de Suelos y Agua]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.
- Gonzales, H. (2007). *Ecofisiología del cultivo del café*. In: *Diplomado de cultivos industriales tropicales de café, cacao y palma aceitera*; Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 191.
- Goovaerts, P. (1999). Geostatistics in soil science: state of the art and perspectives. *Geoderma*, 89(1-2), 1-45.
- Guerrero, J. (2000). *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. 2 ed. España. Aedos. S.A.
- Harold, W., Hocker, R. (1984). *Introducción a la biología forestal*. AGT Editor. México.
- Holdridge, R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. 3 ed. San José, Costa Rica, Servicio editorial LIGA. 216 p.
- Hosokay, M. (2005). *Análisis e interpretación de suelos para el cultivo de espárrago*. Informe de Prácticas Pre Profesionales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía.

- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 613 p.
- Junco, C. (2016). *Evaluación de la distribución geoespacial de las propiedades físicas y químicas de los suelos de la microcuenca Rio Bella Distrito Mariano Dámaso Beraún – Las Palmas*. [Tesis de pregrado, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Escuela Profesional de Conservación de Suelos y Agua]. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- Malagon, D., Siachoque, R. y Serna, J. (2010). *El ABC de los suelos para no expertos*. Bogota D.C. Instituto Geografico Agustin Codazzi (IGAC).
- Mejía, A., Acosta, E., Diosdado, B. (2010). *Distribución espacial de los suelos de un área productiva de palma de aceite (Elaeis guineensis L.) en San Lorenzo, Ecuador*. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. 13 p.
- MINAG. (2011). *Cadena Agroproductiva de Papa. Manejo y Fertilidad de Suelos*. Dirección General de Competitividad Agraria. Lima. [En línea]: (<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/papa/manejoy>)
- Navarro, G. (2003). *Química agrícola*. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal. 2 ed. Mundi Prensa, España.
- Petersen, W., Bell, C., Nielsen, A., Rbert, C. (1995). *Geographic information*.
- Porta, J., Lopez, M. y Poch, R. (2008). *Introducción a la Edafología: uso y protección del suelo*. Madrid; Ediciones Mundi-Prensa.
- Pucha, F. (2016). *Entendiendo la interpolación*. [En línea]. <https://acolita.com/interpolacion-con-la-distancia-inversa-ponderada-idw/>
- Rojas, C. (2006). *Interpretación de la disponibilidad de Fósforo en los Suelos de Chile*. En CAMPILLO, Ricardo. Manejo de los recursos naturales en el sistema de incentivos para la recuperación de suelos degradados de la Araucanía. Temuco: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 43 p.
- Rossiter, D. (2000). *Metodologías para el levantamiento del recurso suelo*. Enschede: International Institute for Geo-Information Science & Earth Observation (ITC). Soil Science Division.
- Rossiter, D. (2005). *Digital Soil Mapping: towards a multiple use of Soil Information System*. *Semana de la Geomática 2005*. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

- Sánchez, J. (1982). *Efectos de la aplicación de cal, fósforo y potasio en la producción de café (Coffea arabica L.) Var. Caturra*. [Tesis de pregrado, Facultad de agronomía, Escuela Profesional de Agronomía]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 88.
- Sánchez, J. (2007). *Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas*. FERTITEC S.A. 19 p.
- Serrada, R. (2008). *Apuntes de Selvicultura; Influencia de los factores ecológicos en la vegetación*. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid, España. p. 94- 96.
- Soil Survey staff. (1993). *Soil survey manual*. United States Department of Agriculture. Hnbk no. 18 U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC.
- SQL. (1996). *Indicators for Soil Quality Evaluation*. USDA Natural Resources Conservation Service. Prepared by the National Soil Survey Center in cooperation with The Soil Quality Institute, NRCS, USDA, and the National Soil Tilth Laboratory, Agricultural Research Service. USA
- SSDS. (1993). “*Examination and Descriptions of Soils*”. Soil survey manual. Handbook No. 18. Washington D.C: USDA
- USDA. (1999). *Soil Quality Test Kit Guide*. Washington. D.D: Agricultural Research Service and Natural Resources Conservation Service-Soil Quality Institute. En línea: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044790.pdf. Consulta: 16 de noviembre de 201
- CASTAÑEDA, E. 1997. Manual técnico cafetalero. Edit. Empresa gráfica Libertad S.A. Lima, Perú. 164 p
- Valencia, G. (1998). *Manual de nutrición y fertilización del café*. Instituto de la potasa y el fósforo. Quito, Ecuador. 61 p.
- Vargas, R. (2009). *Mapeo digital del suelo y su evaluación con fines de producción de caña de azúcar en los municipios de Ixiamas y San Buenaventura*. Conservación Internacional Bolivia y Conservación Estratégica. 140 p.
- Villacorta, J. (2014). *Distribución espacial de las propiedades físicas químicas del suelo de los palmicultores de shambillo*. [Tesis de pregrado, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Escuela Profesional de Conservación de Suelos y Agua]. Universidad Nacional Agraria de la selva, Tingo María, Perú. 95 p.
- Villatoro, M., Henrriquez, C., Sancho, F. (2008). Comparación de los interpoladores IDM y Kriging en la variación espacial de pH, Ca, CICE y P del suelo. *Agronomía Costarricense*, 32(1), 95-105.

- Villota, H. (1992). "El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno". *Revista CIAF*, 13(1), 55-70. Santa Fe de Bogotá.
- Villota, H. (1997). "Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno". *Revista CIAF*, 15(1), 83-117. Santa Fe de Bogotá.
- Webster, R., Burgess, T. M. (1980). Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. III. Changing drift and Universal Kriging." *European Journal of Soil Science*, 31(3), 505-524.
- Zavaleta, G. (1992). *Edafología. El suelo en relación con la producción*. Consejo Nacional de Concentración y Tecnología. Lima, Perú.

ANEXOS

A). Panel fotográfico



Figura 29. Recorrido por el límite de la parcela en estudio.



Figura 30. Reconocimiento de las zonas a muestrear.



Figura 31. Muestreo de suelo en colina alta.



Figura 32. Muestreo de suelo en terraza alta.



Figura 33. Muestreo de suelo en montaña baja.

ANEXO 2: Análisis de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

mailto:analisissuelos@unasa.net

ANÁLISIS DE SUELOSDISTRITO: HERMILIO VALDIZAN

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: LEONCIO PRADODEPARTAMENTO: HUANUCO

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%			
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	Arena	Arcilla	Limo							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
							%	%	%																			
1	5142	M1	-	SELVA ALTA 3 DE OCTUBRE	DOS AGUAS	BERROSPÍ ROJAS GIALLEMO	33.68	35.04	31.28	Fraco Arcilloso	4.72	2.24	0.10	8.00	132.44	—	4.54	0.83	—	—	4.44	1.18	10.93	48.91	51.09	40.38		

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. G. Mansilla Miraya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisdesuelosvaz@hotnmail.com



ANALISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	Arena	Arcilla	Limo	Texture							Ca	Mg	K	Na	Al	H				
							%	%	%																	
2	5143	#2	--	SELVA ALTA 3 DE OCTUBRE	SHANANTI LLA	AQUINO SANTA MARIA FRANCISCO	37.68	37.04	25.28	Franco Arcilloso	4.44	1.60	0.07	4.59	122.45	--	4.68	0.75	--	--	12.89	2.87	21.19	25.63	74.37	60.84

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° *G. Mansilla Minaya*
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunca@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROCEDECENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.	% Sat. Al	
							Arena	Arcilla	Limo							Textura	Ca	Mg	K	Na	Al					H
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	%	%	%	1:1	%	%	ppm	ppm												
3	5144	M3	—	SELVA ALTA 1 DE OCTUBRE	EL CHAPIARRAL	JARA HERRERA RONIL	49.68	27.04	23.28	Franco Arcillo Arenoso	5.11	2.24	0.10	4.80	142.94	—	7.27	0.83	—	—	0.17	0.13	8.39	96.48	3.52	2.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FE/MA - 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° G. Mansilla Minoya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosnas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

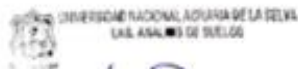
DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANÁLISIS MECÁNICO					pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%		
							Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1							%	%	ppm	ppm	Ca	Mg					K	Na
		%	%	%																									
4	5145	M4	—	SELVA ALTA 3 DE OCTUBRE	BUENA VISTA OTORONGO	LASTRA TARAZONA ROLANDO	25.68	41.04	33.28	Arcilloso	3.91	2.88	0.13	4.49	108.45	—	4.63	0.91	—	—	19.59	4.24	29.37	18.86	81.14	66.69			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017



Ing. *G. Mansilla Minaya*
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelos@gmail.com

ANALISIS DE SUELOS



DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%									
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	Arena	Arcilla	Limo							Texture	1:1	%	%	ppm	ppm					Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
							%	%	%																									
5	5146	M5	--	SELVA ALTA 1 DE OCTUBRE	MANANTIA L DE VIDA	MAIS PONCE PABLO	25.68	25.04	49.28	Franco	5.82	1.92	0.09	6.97	204.41	12.35	8.62	1.33	0.15	2.25	--	--	--	100.00	0.00	0.00								

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]

Ing° G. Mansilla Muroya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.	% Sat. AI	
							Arena	Arcilla	Limo							Textura	Ca	Mg	K	Na	Al					H
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	%	%	%	1:1	%	%	ppm	ppm												
6	5147	M6	—	SELVA ALTA 1 DE OCTUBRE	LEON PAMPA	NILO FANANTI SABINO	31.68	37.04	31.28	Franco Arcilloso	4.59	1.92	0.09	4.28	99.96	—	4.98	0.71	—	—	10.63	2.47	18.73	30.28	69.72	56.59

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]
Ing. G. Manólla Muroya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

mailto:desuelos@unasa.edu.pe



ANALISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%			
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	Arena	Arcilla	Limo	Texture							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
							%	%	%								1:1												
7	5148	M7	-	-	SANTA ROSA	MANGUSA HUARANGA ROBERTO	37.68	31.04	31.28	Franco Arcilloso	4.37	3.84	0.17	3.87	70.97	---	2.96	0.47	---	---	8.29	1.86	13.57	25.25	74.75	61.07			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. *[Firma]*
G. Mansilla Minaya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelos@hotm.com

ANALISIS DE SUELOS



DISTRITO: HERMILIO VALDIZAN

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: LEONCIO PRADO

DEPARTAMENTO: HUANUCO

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	Arena	Arcilla	Limo							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.
							%	%	%	Textura	1:1	%	%	ppm								ppm				
8	5149	M8	--	--	SAN CARLOS	RUBIO DEZA DERRY ALBERTO	41.68	19.04	39.28	Franco	5.76	3.84	0.17	7.38	72.97	10.25	7.70	1.70	0.12	0.73	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° José G. Mansilla Minoya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisissuelosunsa@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILO VALDIZAN**

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANÁLISIS MECÁNICO					pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%		
							Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1							%	%	ppm	ppm	Ca	Mg					K	Na
		%	%	%	%	%	%	%	%																				
Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario																									
9	5150	#9	-	-	-	GALEANO SOLORZANO ROSAS	35.68	19.04	45.28	Franca	4.46	3.20	0.14	7.59	110.95	---	3.22	0.69	---	---	7.20	1.76	12.87	30.39	69.61	55.92			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. *[Firma]*
Ing. G. Mansilla Minoaya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesueloswaz@hotmali.com



ANALISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROCEDENCIA:

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	Arena	Arcilla	Limo							Texture	Ca	Mg	K	Na	Al					H
							%	%	%																	
10	5151	M10	--	--	SANTA ROSA	SOLIS CALIXTO EUSEBIO	33.68	27.04	39.28	Franco Arcilloso	5.77	4.48	0.20	16.78	208.91	9.87	6.18	1.37	0.79	1.53	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]
Ing. G. Mansilla Miraya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisadesuelosmas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

DISTRITO: **HERMILIO VALDIZAN**

PROVINCIA: **LEONCIO PRADO**

DEPARTAMENTO: **HUANUCO**

PROCEDENCIA:

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA					ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%				
		Codigo	cultivo actual	sector	Fundo	Propietario	Arena	Arcilla	Limo							Textura										Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al	
							%	%	%								1:1	%	%	ppm	ppm								Ca
11	5152	M11	—	SELVA ALTA 3 DE OCTUBRE	LOS ARCHOBE TAS	SOLIS CAMARA JAVIER	31.68	33.04	35.28	Franco Arcilloso	4.72	3.52	0.16	9.86	116.95	—	5.11	1.23	—	—	0.33	0.26	6.93	91.48	8.52	4.83			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

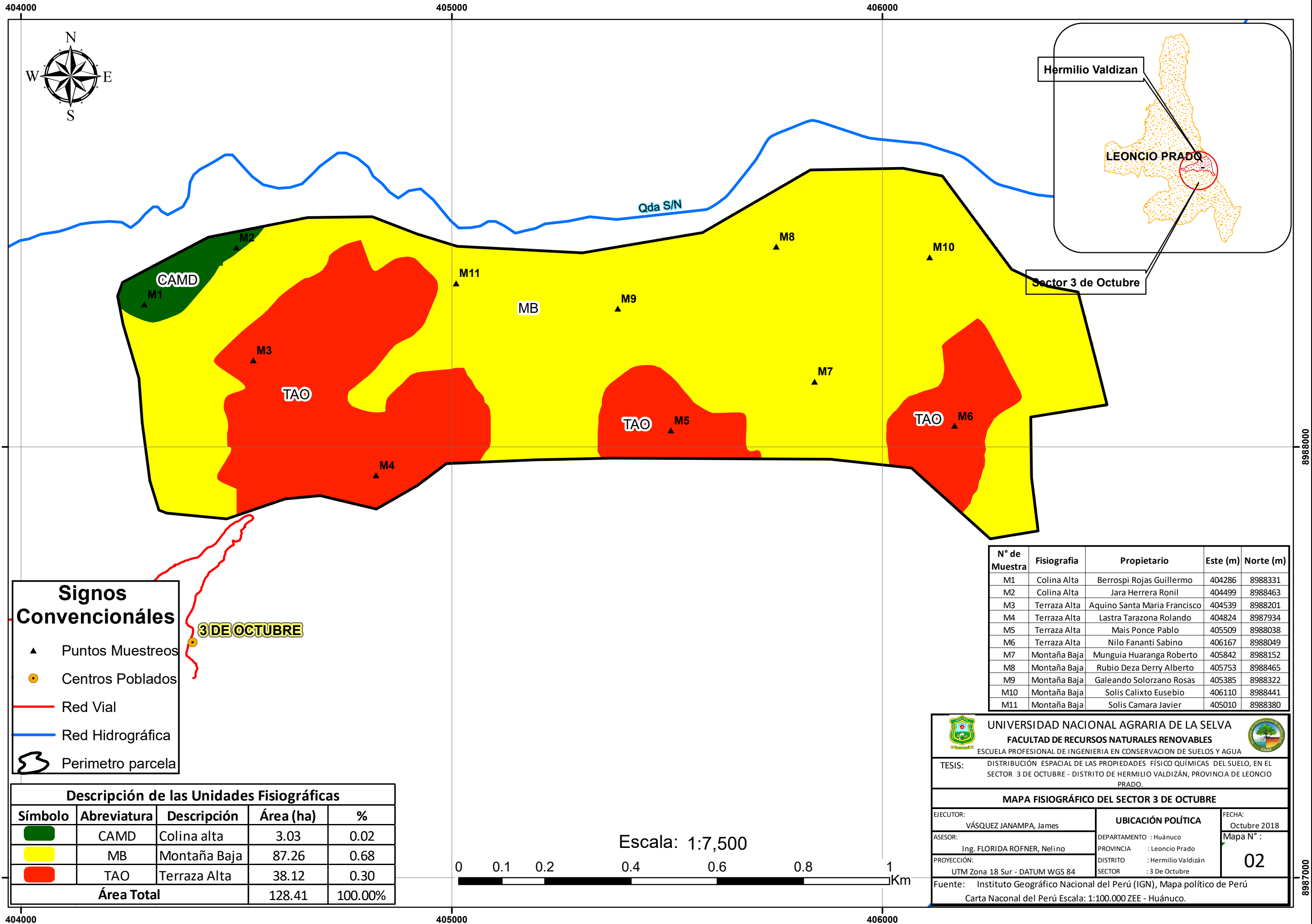
RECIBO N° 447972

FECHA: 04/11/2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° *G. Mansilla Minoya*
JEFE





Signos Convencionales

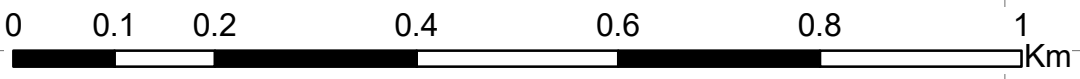
- ▲ Puntos Muestreos
- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- ⊃ Perimetro parcela

3 DE OCTUBRE

Descripción de las Unidades Fisiográficas				
Símbolo	Abreviatura	Descripción	Área (ha)	%
	CAMD	Colina alta	3.03	0.02
	MB	Montaña Baja	87.26	0.68
	TAO	Terraza Alta	38.12	0.30
Área Total			128.41	100.00%

N° de Muestra	Fisiografía	Propietario	Este (m)	Norte (m)
M1	Colina Alta	Berrospi Rojas Guillermo	404286	8988331
M2	Colina Alta	Jara Herrera Ronil	404499	8988463
M3	Terraza Alta	Aquino Santa Maria Francisco	404539	8988201
M4	Terraza Alta	Lastra Tarazona Rolando	404824	8987934
M5	Terraza Alta	Mais Ponce Pablo	405509	8988038
M6	Terraza Alta	Nilo Fananti Sabino	406167	8988049
M7	Montaña Baja	Munguia Huaranga Roberto	405842	8988152
M8	Montaña Baja	Rubio Deza Derry Alberto	405753	8988465
M9	Montaña Baja	Galeando Solorzano Rosas	405385	8988322
M10	Montaña Baja	Solis Calixto Eusebio	406110	8988441
M11	Montaña Baja	Solis Camara Javier	405010	8988380

Escala: 1:7,500



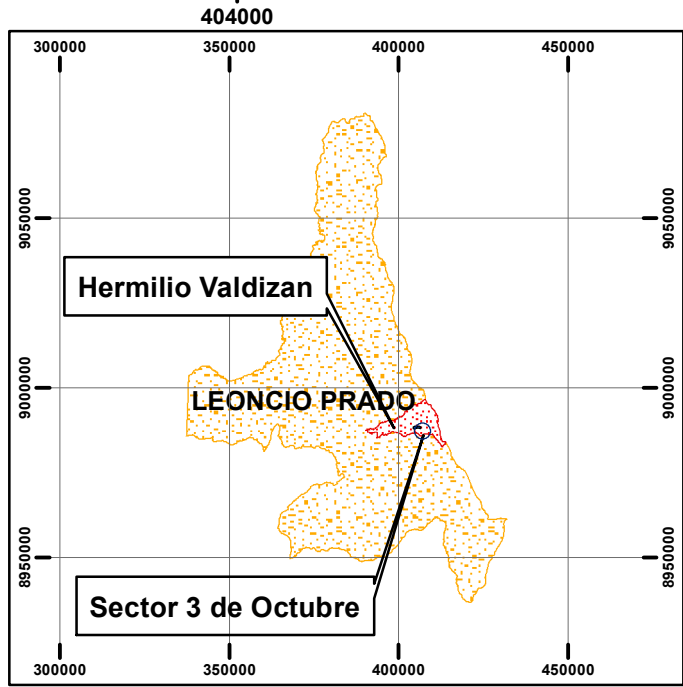
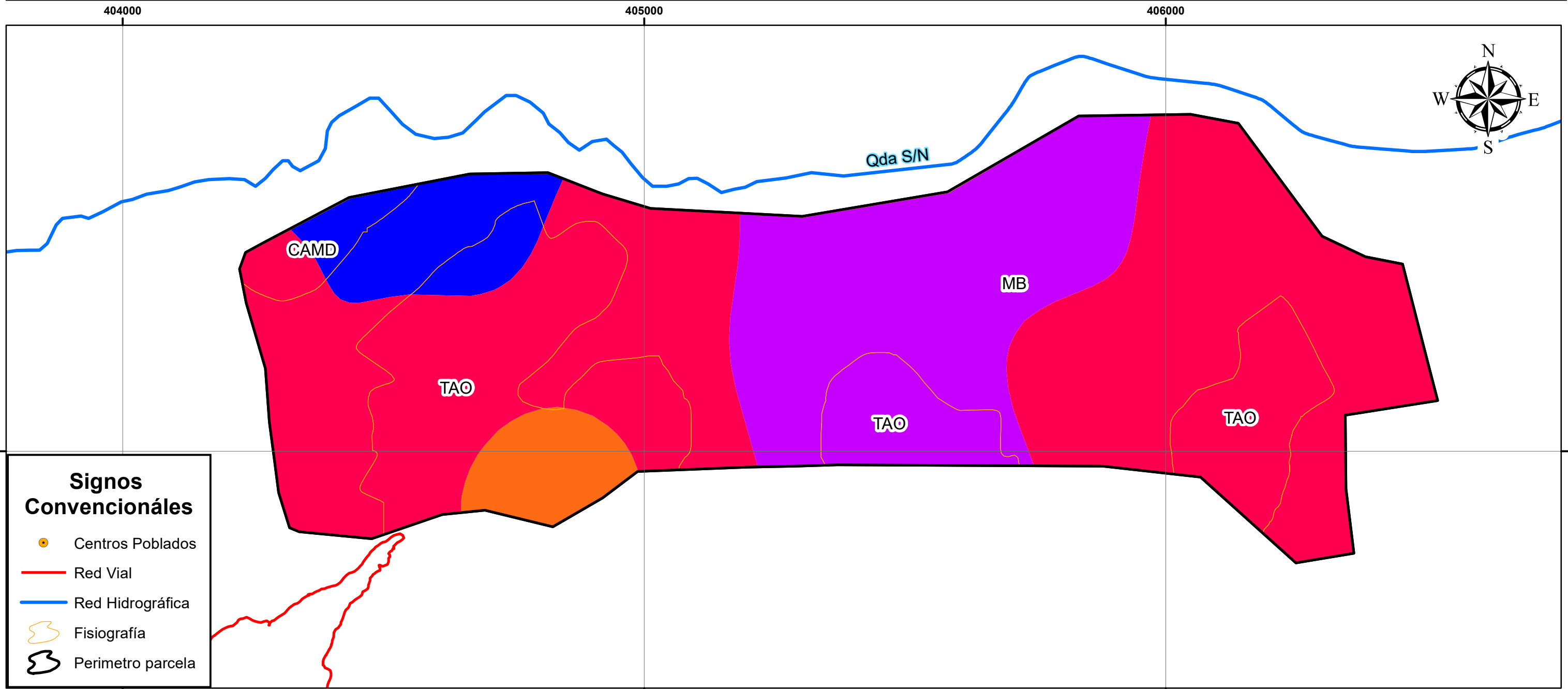
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.

MAPA FISIGRÁFICO DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE

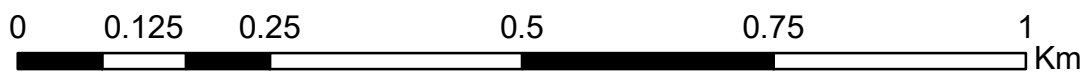
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Octubre 2018
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino	DEPARTAMENTO : Huánuco	Mapa N° :
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84	PROVINCIA : Leoncio Prado	02
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.	DISTRITO : Hermilio Valdizán	

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TEXTURA DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



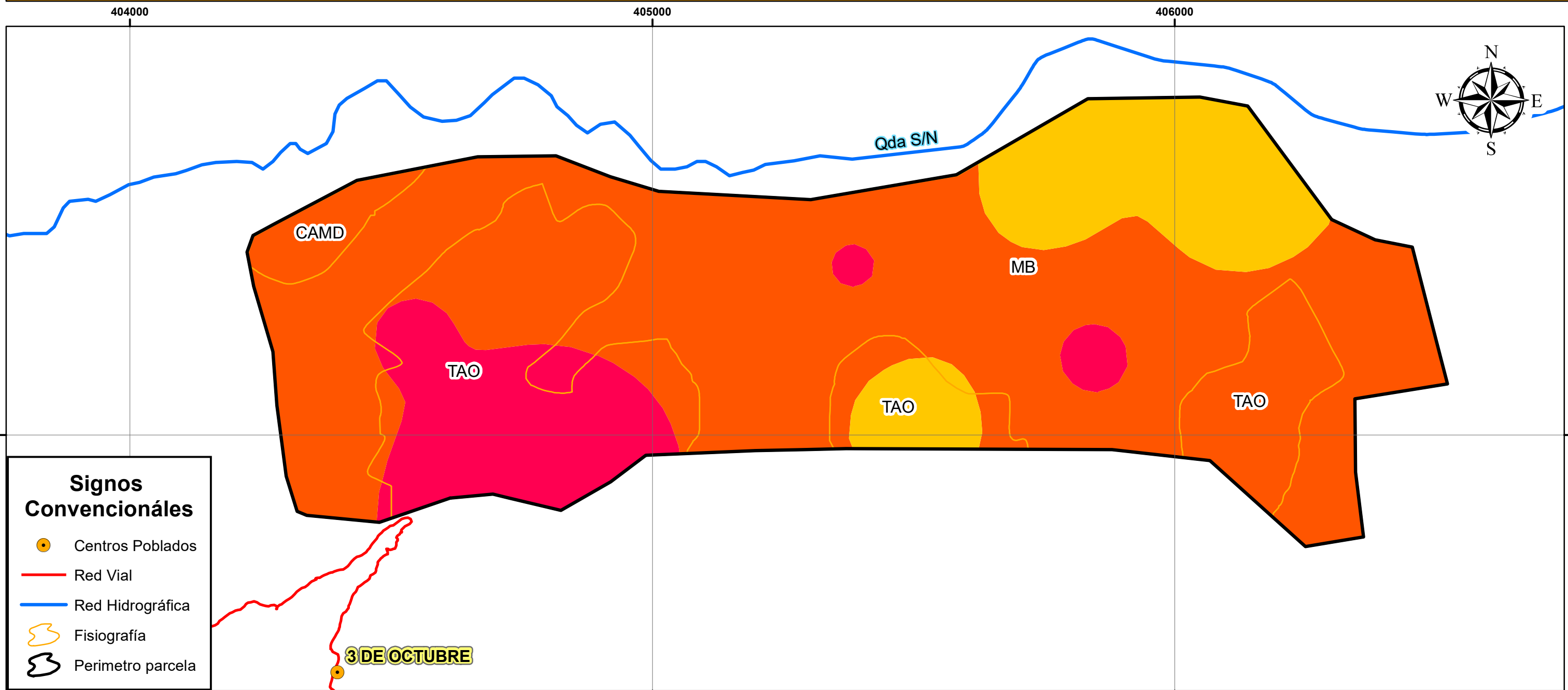
Distribución espacial de Textura			
Símbolo	Descripción	Área (ha)	%
	Arcilloso	5.28	4.1%
	Franco Arcilloso	79.73	61.9%
	Franco	34.73	27.0%
	Franco Arcilloso Arenoso	9.10	7.1%
Área Total		128.84	100%

Escala: 1:7,500



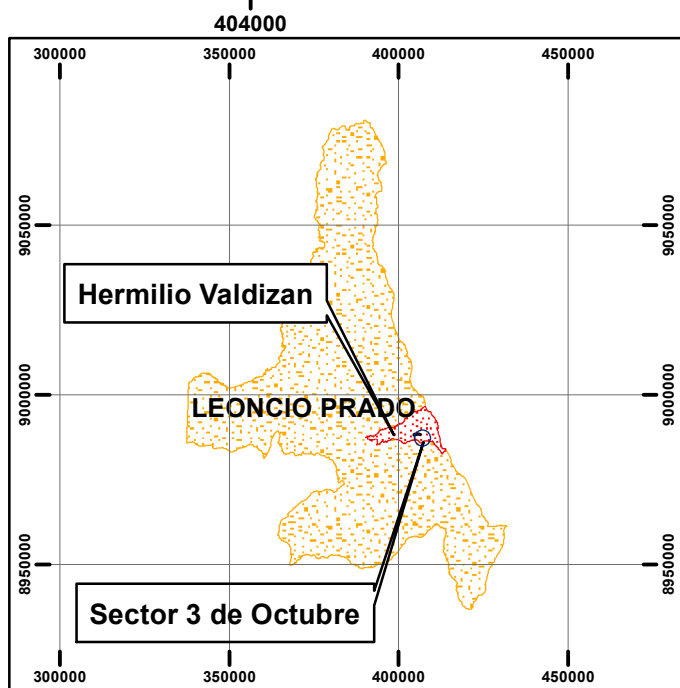
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA		
TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.		
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL TEXTURA		
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA DEPARTAMENTO : Huánuco PROVINCIA : Leoncio Prado DISTRITO : Hermilio Valdizán SECTOR : 3 De Octubre	FECHA: Octubre 2018 Mapa N° : 03
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.		

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PH DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



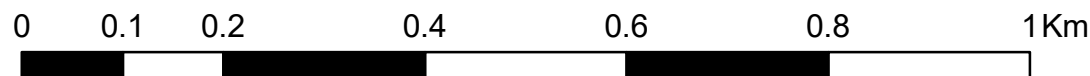
Signos Convencionales

- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Fisiografía
- Perimetro parcela



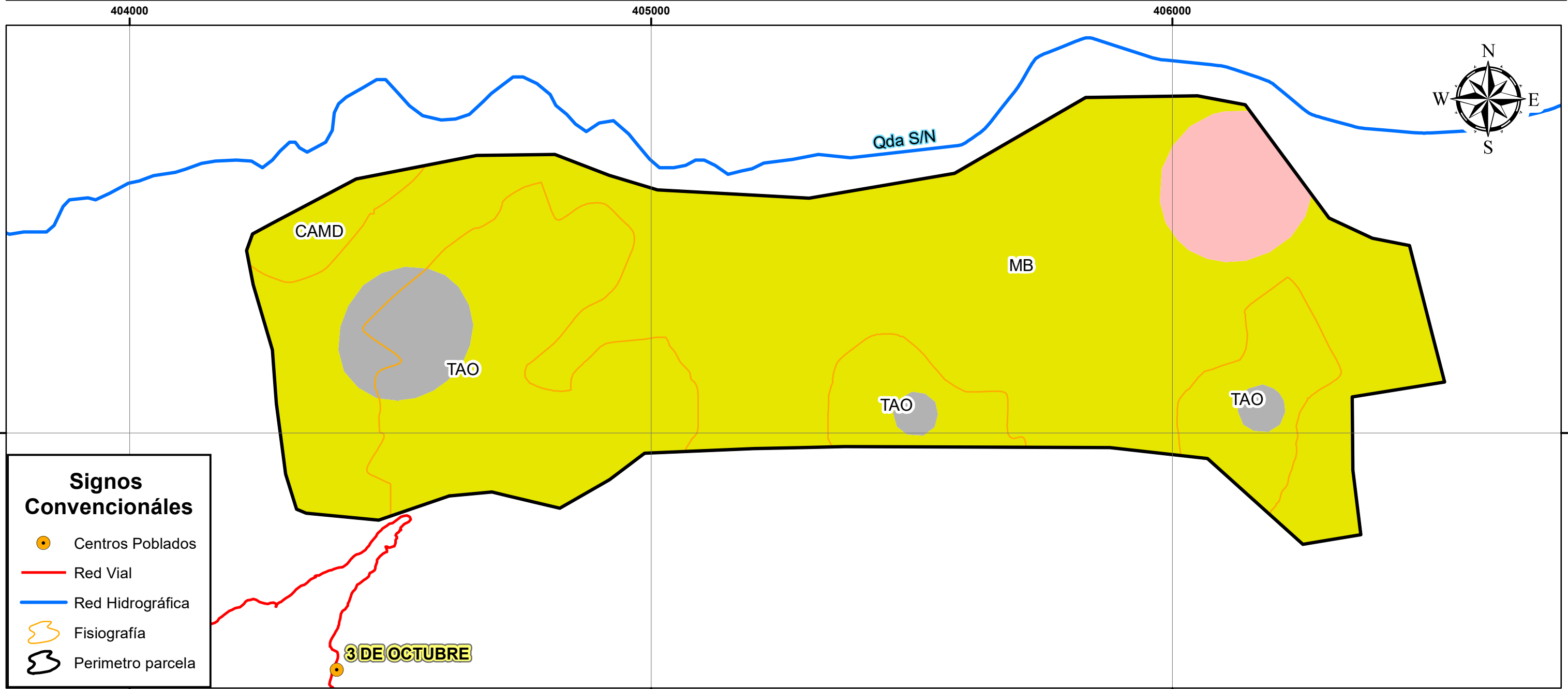
Distribución espacial de pH				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área(ha)	%
	menor a 4.5	Extremadamente ácido	17.21	13.35%
	4.6 - 5.4	Fuertemente ácido	92.30	71.64%
	5.5 - 6.5	Moderadamente ácido	19.33	15.00%
Área Total			128.84	100%

Escala: 1:7,500

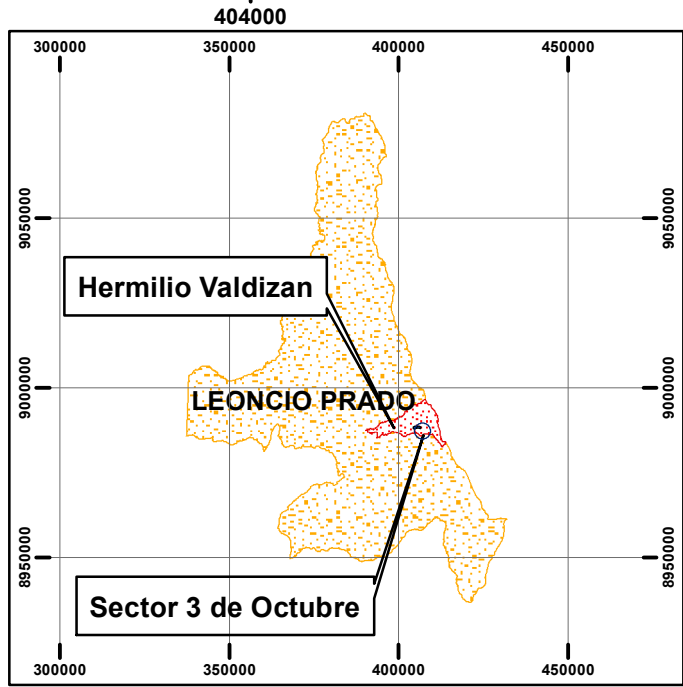


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA			
TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.			
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE pH			
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James		UBICACIÓN POLÍTICA	
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino		DEPARTAMENTO : Huánuco PROVINCIA : Leoncio Prado	FECHA: Octubre 2018 Mapa N° :
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84		DISTRITO : Hermilio Valdizán SECTOR : 3 De Octubre	04
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.			

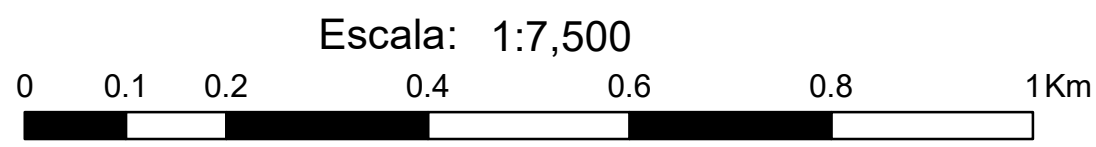
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MATERIA ORGÁNICA DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE




- Signos Convencionales**
- Centros Poblados
 - Red Vial
 - Red Hidrográfica
 - Fisiografía
 - Perimetro parcela




Distribución espacial de Materia Orgánica				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	menor a 2	Bajo	6.34	4.9%
	2 - 4	Medio	116.39	90.3%
	mayor a 4	Alto	6.12	4.7%
Área Total			128.84	100%





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA



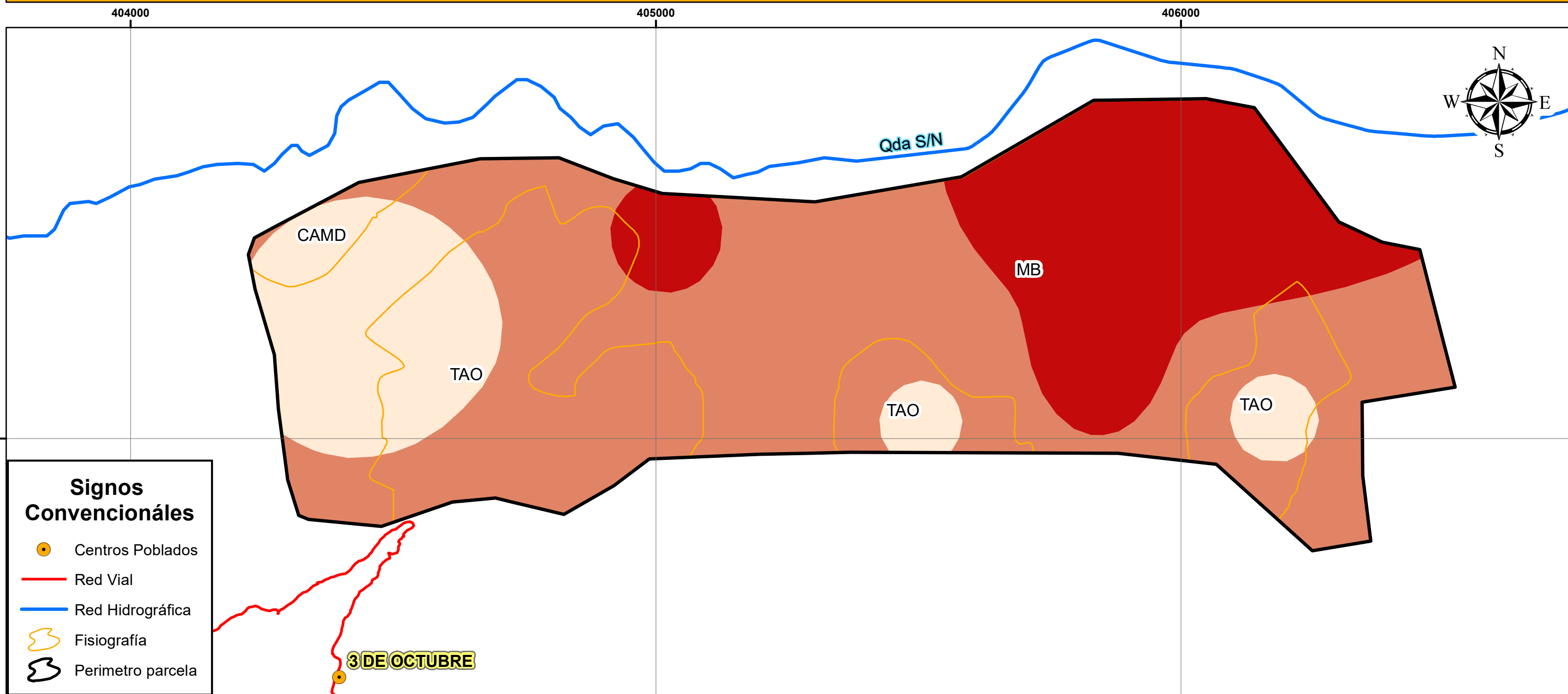
TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MATERIA ORGÁNICA

EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Octubre 2018
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino	DEPARTAMENTO : Huánuco	Mapa N° :
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84	PROVINCIA : Leoncio Prado	05
	DISTRITO : Hermilio Valdizán	
	SECTOR : 3 De Octubre	

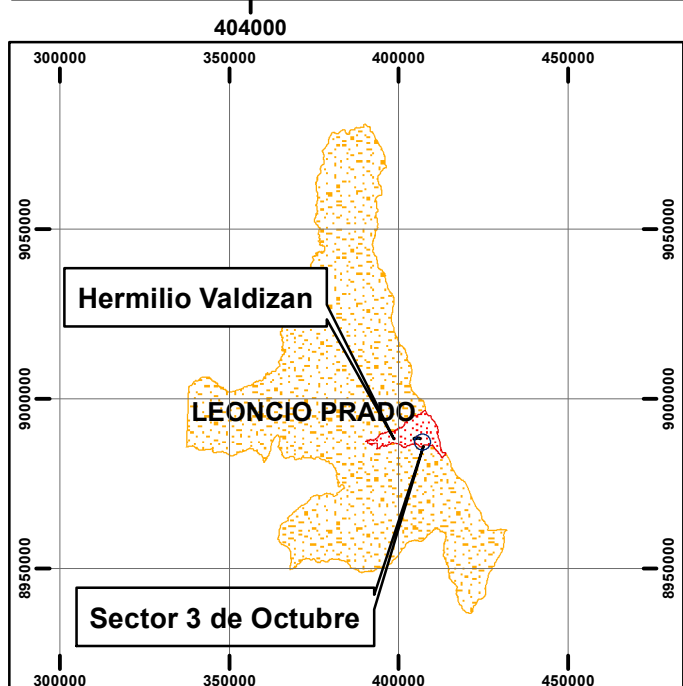
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú
 Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE NITRÓGENO DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



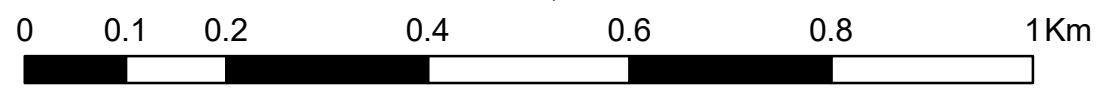
Signos Convencionales

- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Fisiografía
- Perimetro parcela



Distribución espacial de Nitrógeno				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	0.05 - 0.10	Bajo	22.09	17.14%
	0.10 - 0.15	Moderado	72.83	56.53%
	0.15 - 0.25	Alto	33.92	26.33%
Área Total			128.84	100%

Escala: 1:7,500



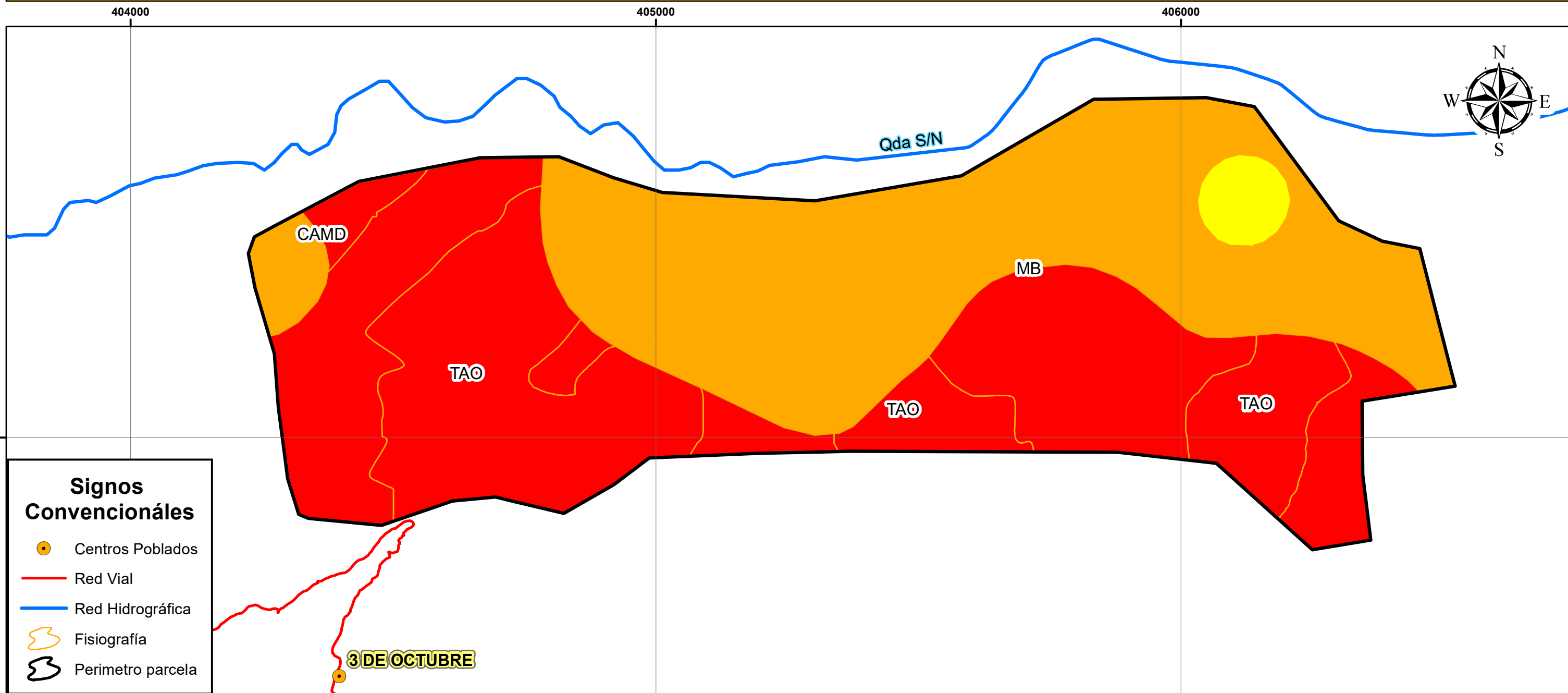
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE NITRÓGENO

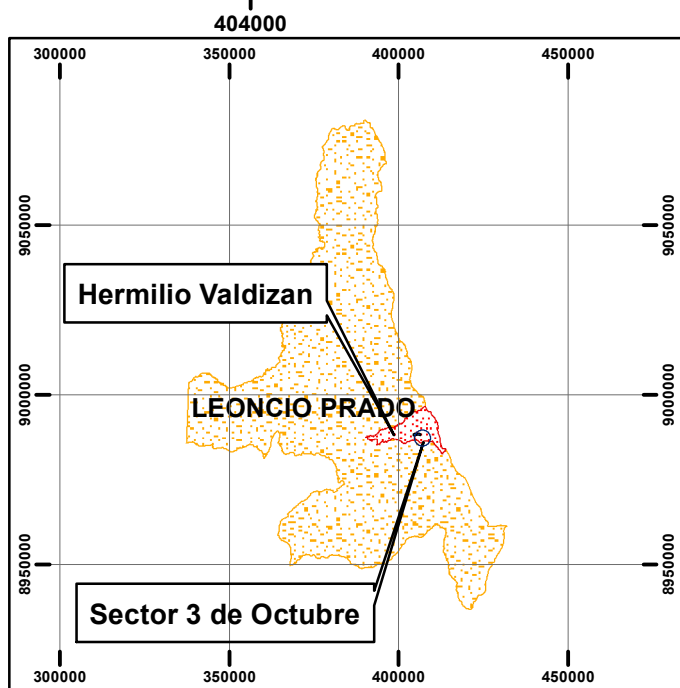
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Octubre 2018
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino	DEPARTAMENTO : Huánuco	Mapa N° : 06
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84	PROVINCIA : Leoncio Prado	
	DISTRITO : Hermilio Valdizán	
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.		

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE FÓSFORO DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



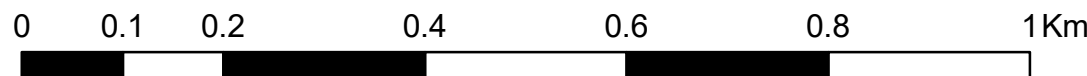
Signos Convencionales

- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Fisiografía
- Perimetro parcela



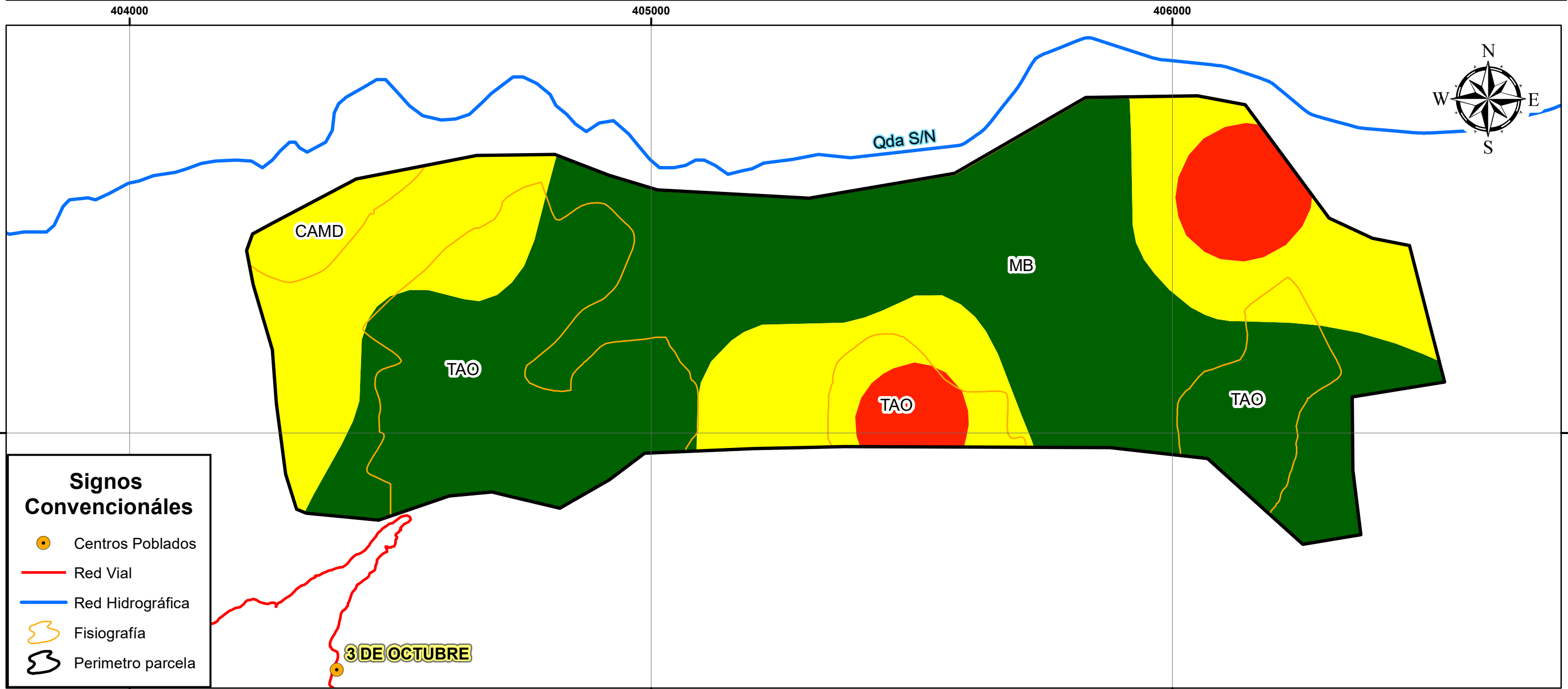
Distribución espacial de Fósforo				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	3 - 7	Bajo	68.72	53.34%
	7 - 15	Adecuado	57.81	44.87%
	15 - 25	Alto	2.31	1.79%
Área Total			128.84	100%

Escala: 1:7,500



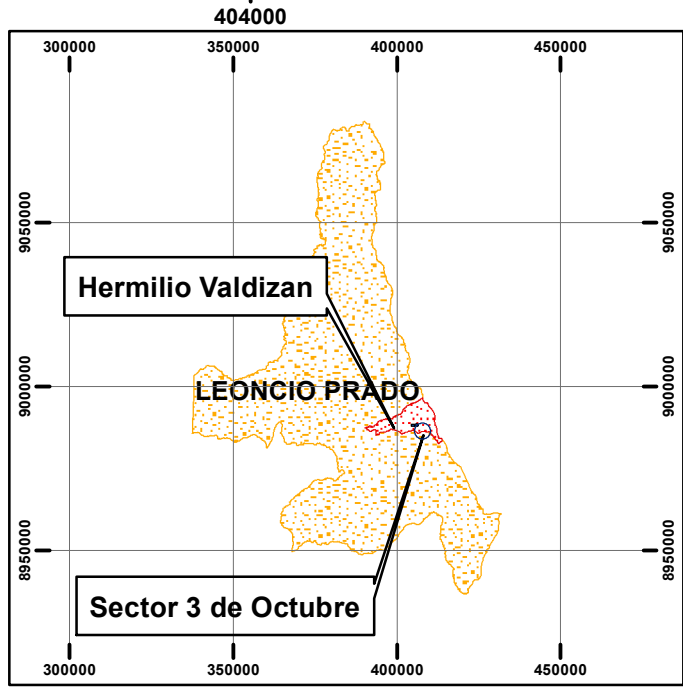
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA		
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE FÓSFORO		
EJECUTOR:	VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA DEPARTAMENTO : Huánuco PROVINCIA : Leoncio Prado DISTRITO : Hermilio Valdizán SECTOR : 3 De Octubre
ASESOR:	Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino	
PROYECCIÓN:	UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84	FECHA: Octubre 2018 Mapa N° : 07
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.		

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE POTASIO DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE

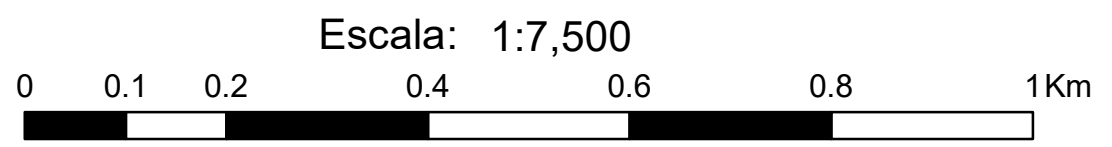


Signos Convencionales

- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Fisiografía
- Perimetro parcela



Distribución espacial de Potasio				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	menor a 125	Bajo	79.55	61.75%
	125 - 175	Medio	41.36	32.10%
	175 - 250	Óptimo	7.93	6.16%
Área Total			128.84	100%



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

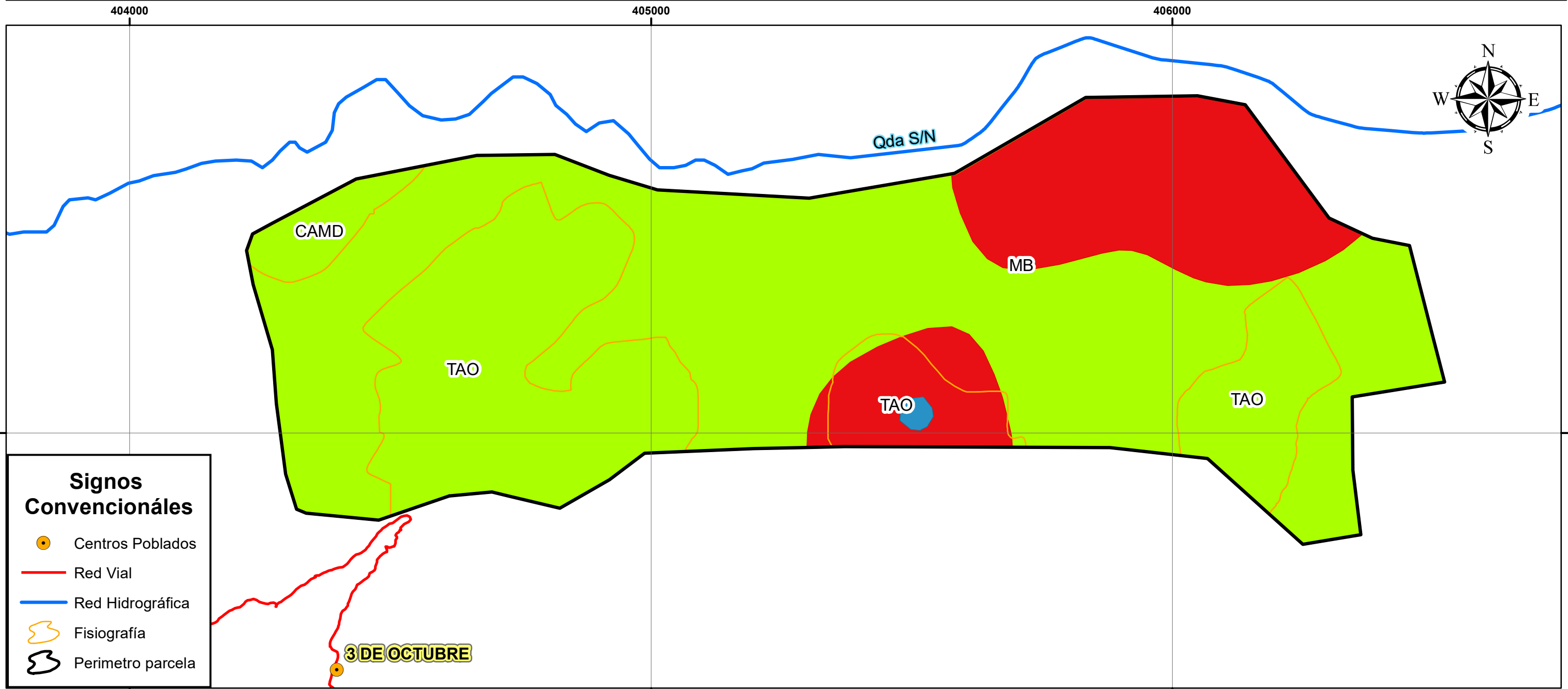
TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE POTASIO

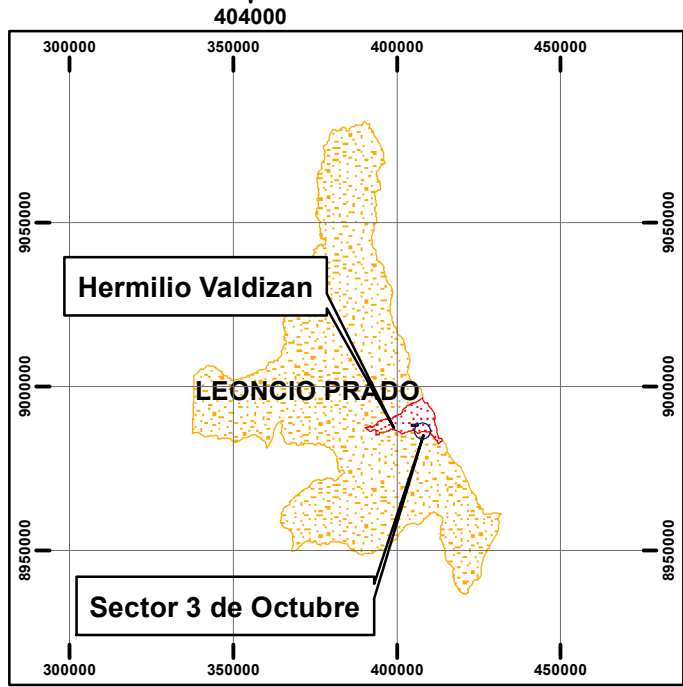
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA DEPARTAMENTO : Huánuco PROVINCIA : Leoncio Prado DISTRITO : Hermilio Valdizán SECTOR : 3 De Octubre	FECHA: Octubre 2018
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino		Mapa N° : 08
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84		

Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú
Carta Nacional del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.

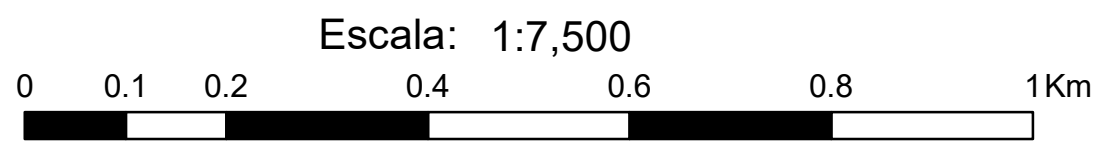
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



- Signos Convencionales**
- Centros Poblados
 - Red Vial
 - Red Hidrográfica
 - Fisiografía
 - Perimetro parcela



Distribución espacial de CIC				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	menor a 6	Muy bajo	102.43	79.50%
	6 - 12	Bajo	26.10	20.26%
	12 - 25	Moderado	0.31	0.24%
Área Total			128.84	100%



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

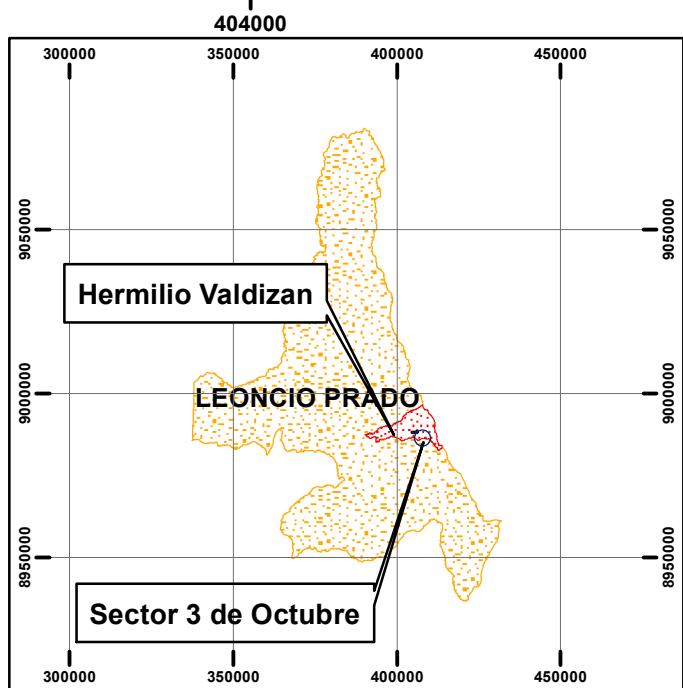
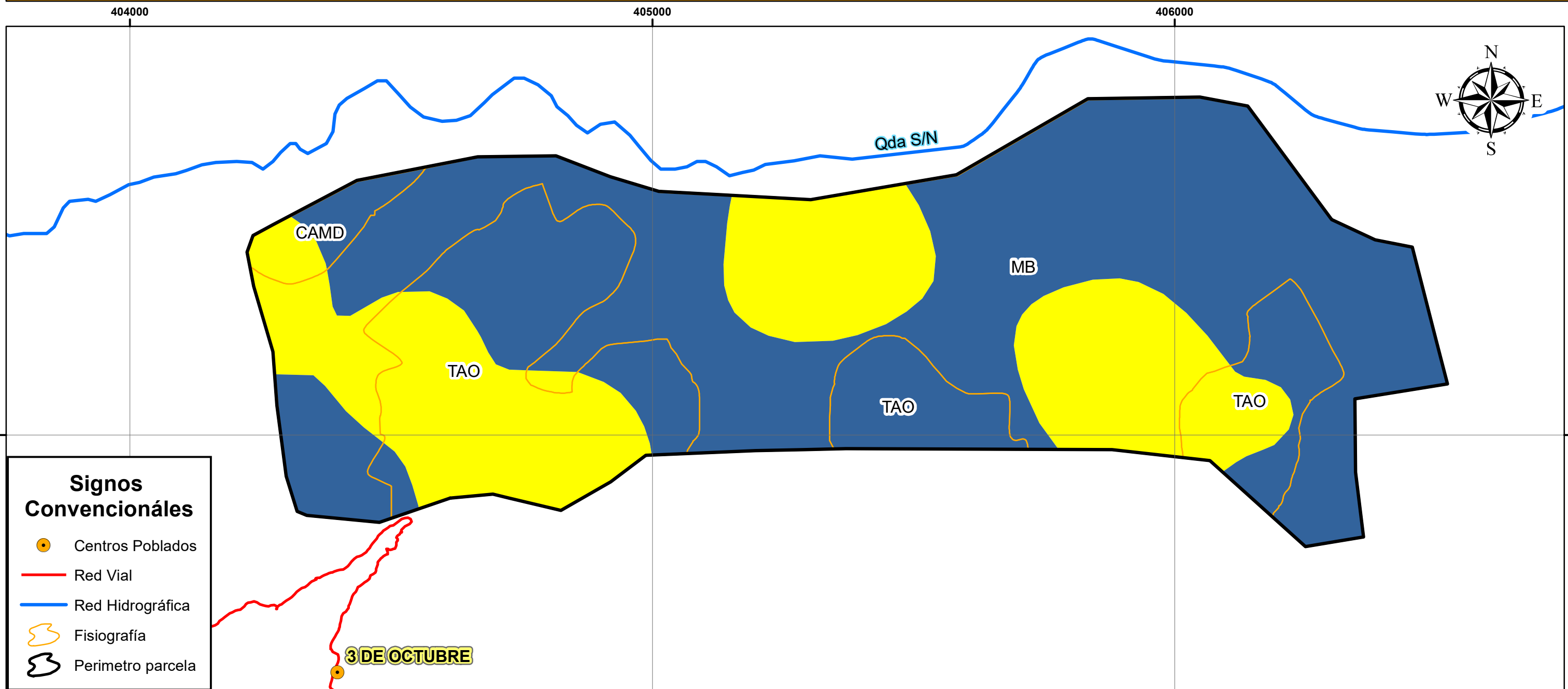
TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO

EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Octubre 2018
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino	DEPARTAMENTO : Huánuco	Mapa N° : 09
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84	PROVINCIA : Leoncio Prado	
	DISTRITO : Hermilio Valdizán	
	SECTOR : 3 De Octubre	

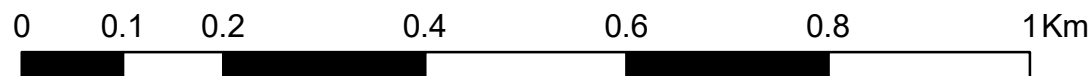
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú
 Carta Nacional del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CALCIO DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



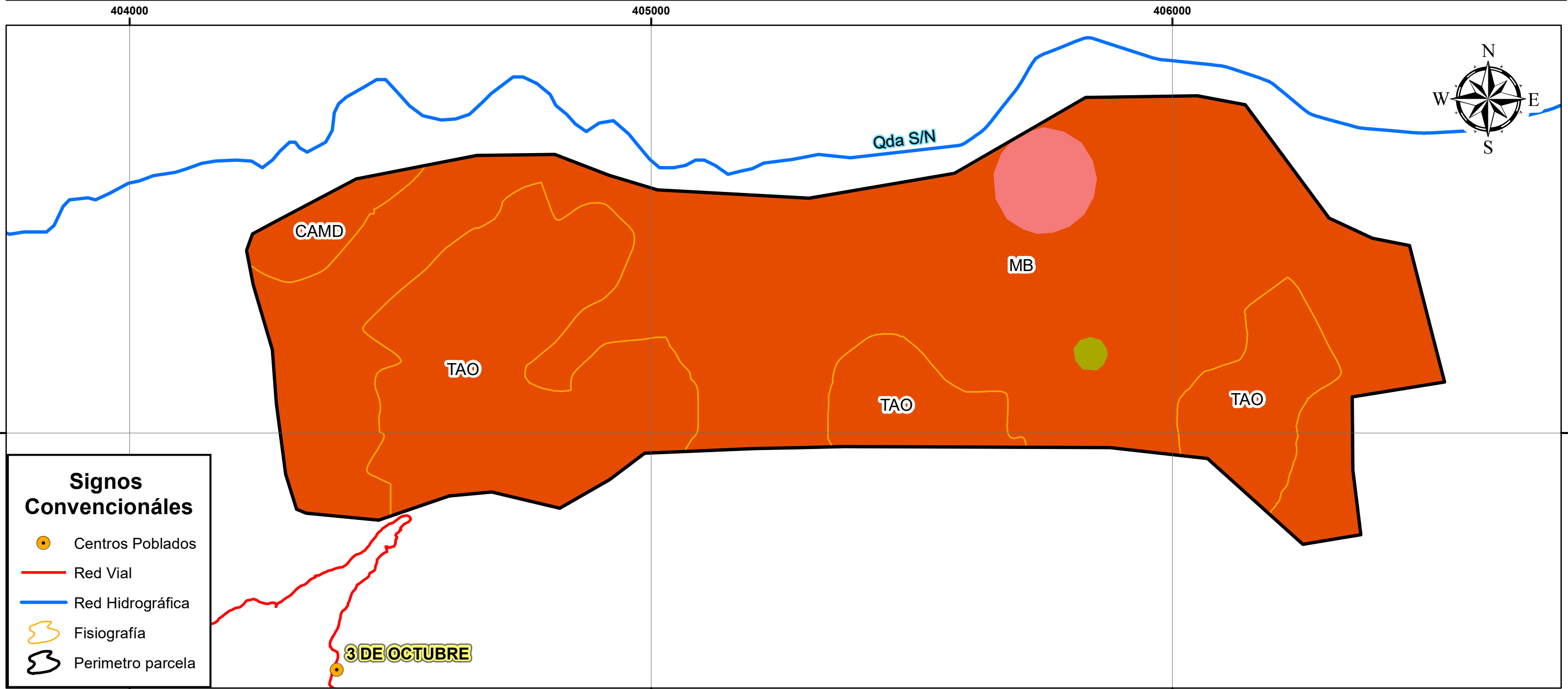
Distribución espacial de Calcio				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	2 - 5	Bajo	42.54	33.02%
	5 - 10	Moderado	86.30	66.98%
Área Total			128.84	100%

Escala: 1:7,500

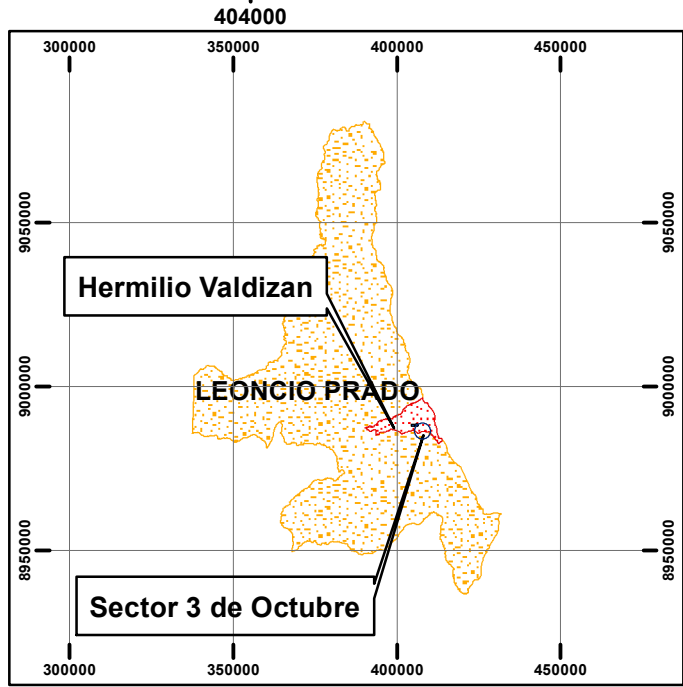


<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA</p>		
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CALCIO		
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA DEPARTAMENTO : Huánuco PROVINCIA : Leoncio Prado DISTRITO : Hermilio Valdizán SECTOR : 3 De Octubre	FECHA: Octubre 2018 Mapa N° : <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">10</div>
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.		

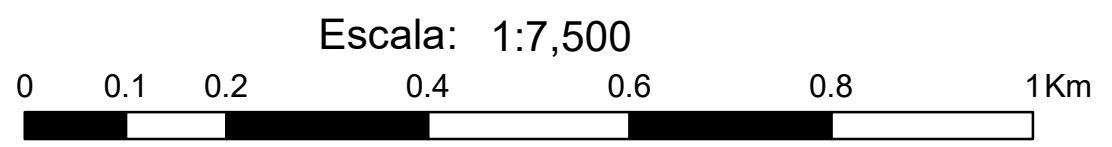
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MAGNESIO DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE




- Signos Convencionales**
- Centros Poblados
 - Red Vial
 - Red Hidrográfica
 - Fisiografía
 - Perimetro parcela




Distribución espacial de Magnesio				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	menor a 0.50	Muy bajo	0.33	0.26%
	0.5 - 1.50	Bajo	125.45	97.36%
	1.5 - 4	Moderado	3.06	2.38%
Área Total			128.84	100%





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA



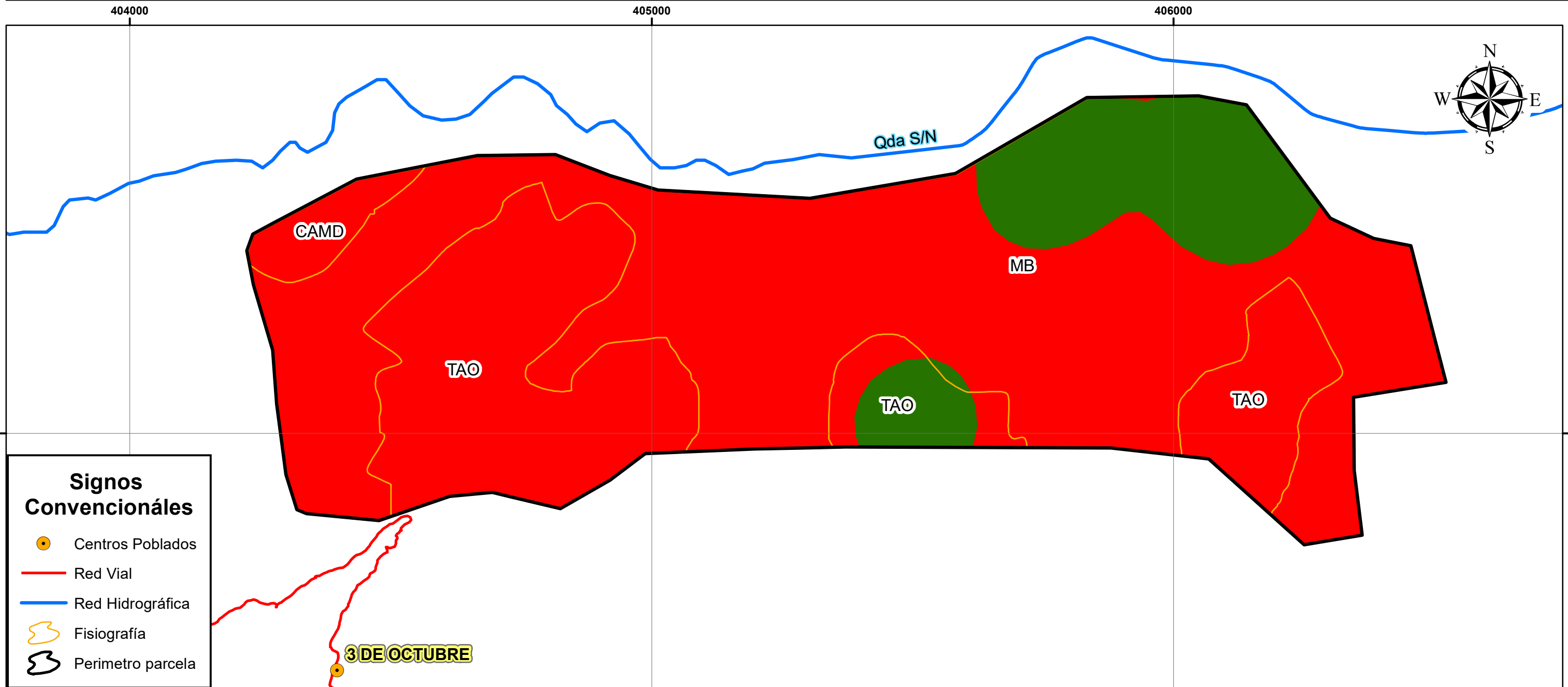
TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MAGNESIO

EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Octubre 2018
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino	DEPARTAMENTO : Huánuco	Mapa N° :
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84	PROVINCIA : Leoncio Prado	11
	DISTRITO : Hermilio Valdizán	
	SECTOR : 3 De Octubre	

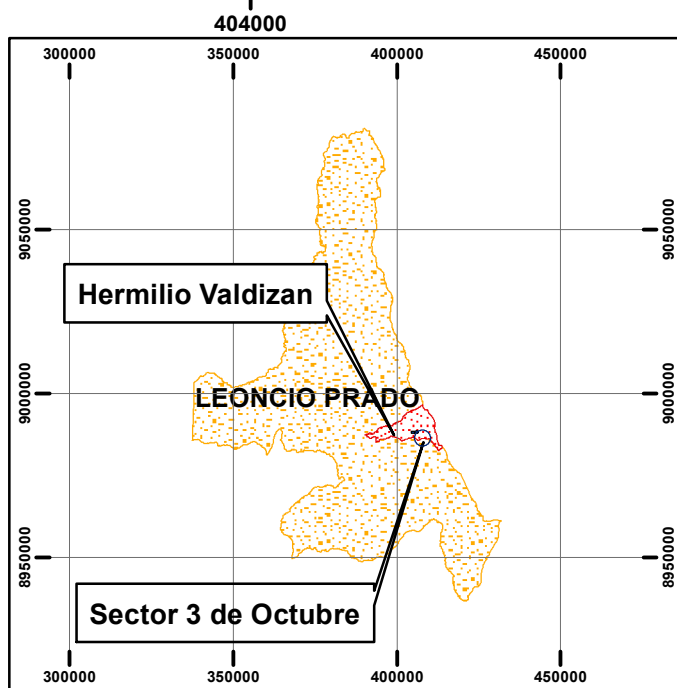
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú
 Carta Nacional del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CICe DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



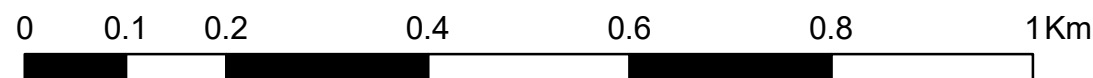
Signos Convencionales

- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Fisiografía
- Perimetro parcela



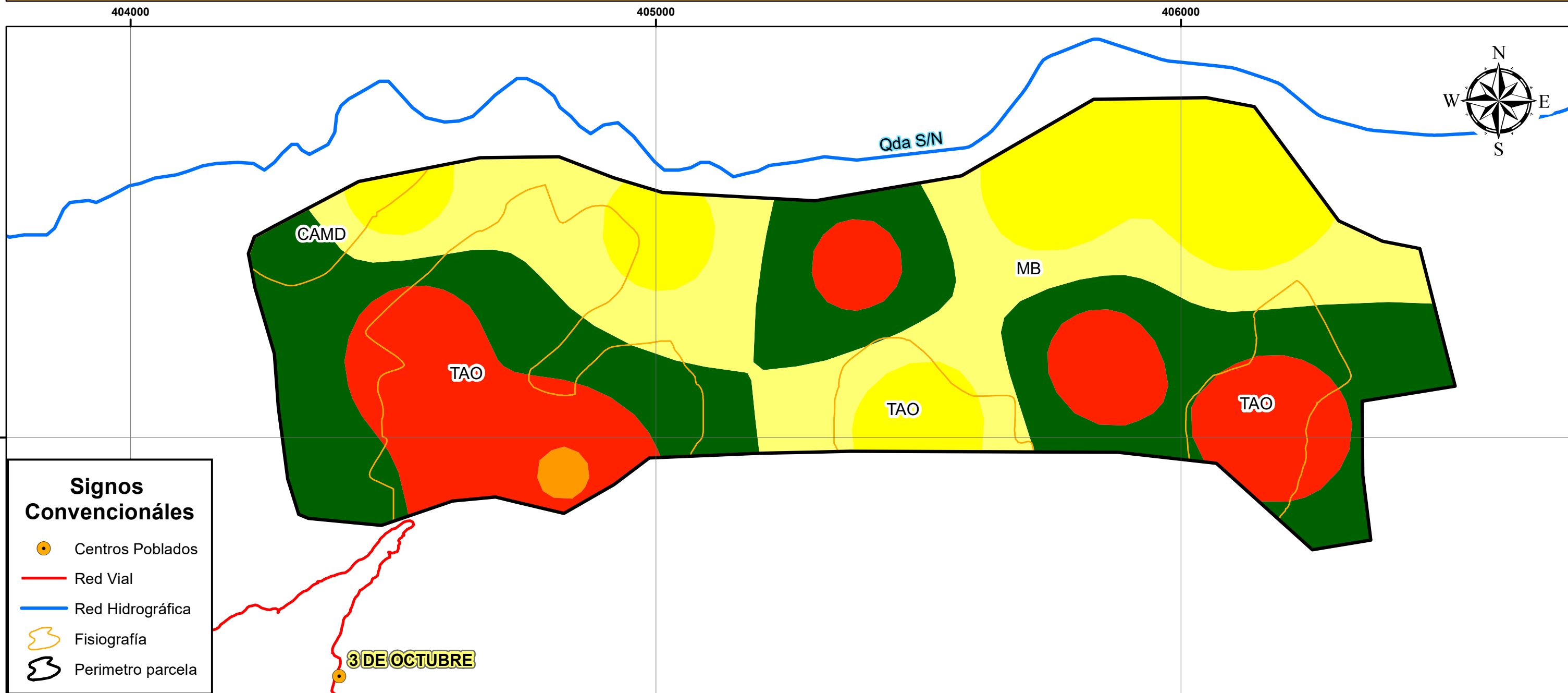
Distribución espacial de CICe				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	menor a 4	Bajo	18.46	14.3%
	4 - 30	Medio	110.38	85.7%
Área Total			128.84	100%

Escala: 1:7,500



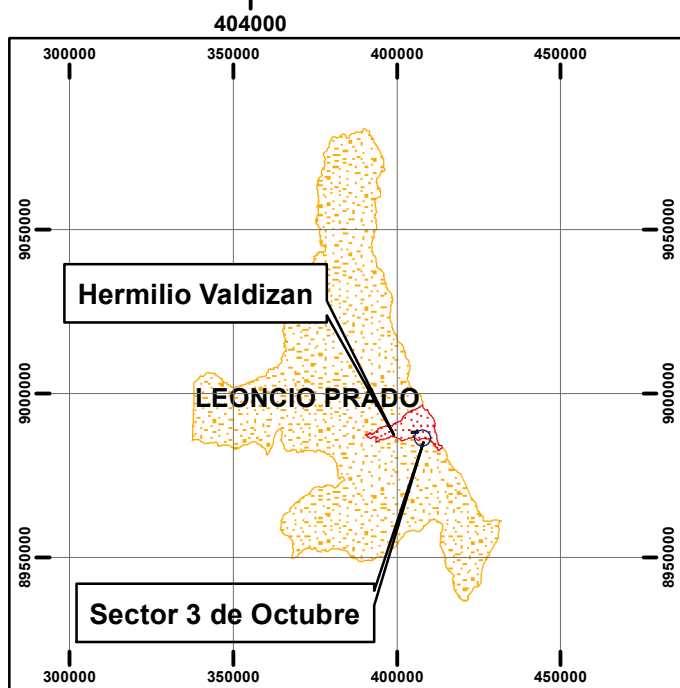
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA</p>		
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CICe		
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James		UBICACIÓN POLÍTICA DEPARTAMENTO : Huánuco PROVINCIA : Leoncio Prado DISTRITO : Hermilio Valdizán SECTOR : 3 De Octubre
ASESOR: Ing. FLORIDA ROFNER, Nelino		
PROYECCIÓN: UTM Zona 18 Sur - DATUM WGS 84		12
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.		

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE DE SATURACIÓN DE BASES DEL SECTOR 3 DE OCTUBRE



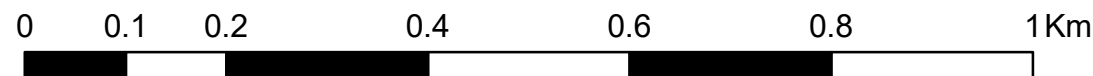
Signos Convencionales



- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Fisiografía
- Perimetro parcela



Distribución espacial de Saturación de Bases				
Símbolo	Rango (%)	Descripción	Área (ha)	%
	menor a 20	Muy bajo	0.75	0.6%
	21 - 40	Bajo	27.42	21.3%
	41 - 60	Moderado	44.12	34.2%
	61 - 80	Alto	32.02	24.9%
	81 - 100	Muy alto	24.53	19.0%
Área Total			128.84	100%

Escala: 1:7,500



 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES <small>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA</small>			
TESIS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO, EN EL SECTOR 3 DE OCTUBRE - DISTRITO DE HERMILIO VALDIZÁN, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO.			
MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL SATURACIÓN DE BASES			
EJECUTOR: VÁSQUEZ JANAMPA, James	UBICACIÓN POLÍTICA DEPARTAMENTO : Huánuco PROVINCIA : Leoncio Prado DISTRITO : Hermilio Valdizán SECTOR : 3 De Octubre	FECHA: Octubre 2018 Mapa N° : <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">13</div>	
Fuente: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político de Perú Carta Naconal del Perú Escala: 1:100.000 ZEE - Huánuco.			