

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA**



Estudio de los suelos con potencial agrícola del fundo “Chipta” según el Método de Clasificación de Langhor, Ticapampa - Recuay - Ancash

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

**AUTORA**

Lupe Fátima Tufinio Huamán

**ASESOR**

Honorio Eloy Munive Jáuregui

Huaura, Perú

2020

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 012 - 2019/UCSS/FIA/DI

Siendo las 09:30 a.m. del día 12 de setiembre de 2019, en el Auditorio de la Filial Huaura: Végueta - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- |                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| 1. Dra. Iris Cecilia Ordóñez Guerrero | Presidenta      |
| 2. M. Sc. Wilfredo Mendoza Caballero  | Primer Miembro  |
| 3. Dr. Roger Manuel Mestas Valero     | Segundo Miembro |
| 4. Dr. Honorio Eloy Munive Jáuregui   | Asesor          |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada **Estudio de los suelos con potencial agrícola del fundo "Chipta" según el Método de Clasificación de Langhor, Ticapampa - Recuay - Ancash**, que presenta la bachiller en Ciencias Agrarias, la Sra. **Lupe Fátima Tufino Huamán** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agrónomo**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO de INGENIERO AGRÓNOMO**.

Firmado en Huaura, 12 de setiembre de 2019.

Dra. Iris Cecilia Ordóñez Guerrero  
PRESIDENTA

M. Sc. Wilfredo Mendoza Caballero  
1° MIEMBRO

Dr. Roger Manuel Mestas Valero  
2° MIEMBRO

Dr. Honorio Eloy Munive Jáuregui  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Al ángel que está en el cielo quien con su amor y paciencia me enseñó los valores que dirigen a la felicidad.

A ti mamá

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por estar presente cada día al despertar, cada jornada de vida y cada noche al descansar. Ángel y Valentina ejemplo de amor, esfuerzo y dedicación, bendecida y eternamente agradecida por ser mis padres y enseñarme con su ejemplo que cada uno escribe su historia de vida. Hermanos míos, cómplices de travesuras y sueños, gracias por estar presentes en cada paso de avance y en cada retroceder para tomar vuelo. Como dejar de mencionar al gran profesional, asesor, consejero y amigo Dr. Eloy Munive Jáuregui, felicitarlo por su dedicación en la docencia universitaria y agradecerle por brindarme los conocimientos necesarios en mi carrera profesional. Cuando llega la oscuridad y la desesperación nos embarga, siempre hay alguien quien nos brinda una luz de esperanza y solo nos queda decir mil gracias, Juan Ignacio, un gran hombre formado con valores y bendecido con virtudes. Asimismo, agradecer a la Universidad Católica Sedes Sapientiae por brindarme la confianza de realizar el presente trabajo de investigación en el área agrícola del Fundo Chipta. Para culminar, ofrecer mí sincero agradecimiento a toda la familia UCSS entre ellos a los docentes, personal administrativo, compañeros de aula, personal de seguridad; por permitirme ser miembro de esta gran familia y aprender de cada uno de ustedes.

Dios derrame bendiciones sobre todos.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Bases teóricas especializadas.....	5
1.2.1. El sistema suelo .....	5
1.2.2. Clasificación de suelos .....	6
1.2.3. Levantamiento de suelos .....	6
1.2.4. Cartografía de suelos .....	6
1.2.5. Metodología de trabajo en cartografía de suelos .....	7
1.2.6. Parámetros edáficos.....	8
1.2.7. <i>Soil taxonomy</i> (Taxonomía de suelos).....	15
1.2.8. Serie de Suelos.....	17
1.2.9. Fase de suelo.....	17
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
2.1. Diseño de la investigación .....	26

2.1.1.	Lugar y fecha .....	26
2.1.2.	Población y muestra.....	29
2.1.3.	Técnicas instrumentales.....	30
2.1.4.	Descripción de la investigación .....	30
2.1.5.	Identificación de las variables y su mensuración .....	38
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....		41
3.1.	Caracterización de los suelos del fundo “Chipta”.....	41
3.2.	Descripción de los grupos de suelos .....	45
3.3.	Clasificación de las unidades de suelos según la Ecuación de Langhor.....	51
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES .....		55
4.1	Caracterización de los suelos del fundo “Chipta”.....	55
4.2.	Clasificación de las unidades de suelos según la ecuación de Langhor .....	58
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....		62
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....		65
REFERENCIAS.....		66
TERMINOLOGÍA .....		72
APÉNDICES.....		74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Principales vías de acceso al fundo “Chipta”.....	27
<b>Tabla 2:</b> Datos climatológicos de la zona de Ticapampa (promedio de 2008-2012) .....	28
<b>Tabla 3:</b> Evaluación del material parental del suelo .....	33
<b>Tabla 4:</b> Evaluación de la textura en base al triángulo textural .....	34
<b>Tabla 5:</b> Evaluación del drenaje interno.....	34
<b>Tabla 6:</b> Evaluación del pH.....	35
<b>Tabla 7:</b> Evaluación de la pendiente .....	35
<b>Tabla 8:</b> Evaluación de la profundidad efectiva .....	36
<b>Tabla 9:</b> Evaluación de la pedregosidad.....	36
<b>Tabla 10:</b> Evaluación de la erosión .....	37
<b>Tabla 11:</b> Evaluación de las capas duras o densas.....	37
<b>Tabla 12:</b> Evaluación de los símbolos simples .....	37
<i>Tabla 13:</i> Evaluación de los símbolos complejos .....	38
<b>Tabla 14:</b> Variables, unidades de medida y métodos .....	38
<i>Tabla 15:</i> Resultados del análisis de la profundidad, pH, C.E., $CO_3^{2-}$ .M.O, P y K disponibles .....	41
<b>Tabla 16:</b> Contenido de arena, limo y arcilla y clase textural de los suelos del fundo “Chipta” .....	43
<b>Tabla 17:</b> Capacidad de intercambio catiónico, cationes cambiables y porcentaje de saturación de bases de los suelos del fundo “Chipta” .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Perfil modal y vista panorámica de los suelos del grupo I.....	45
<b>Figura 2:</b> Perfil modal y vista panorámica de los suelos del Grupo II.....	45
<b>Figura 3:</b> Perfil modal y vista panorámica de los suelos del grupo III .....	46
<b>Figura 4:</b> Perfil modal y vista panorámica de los suelos del grupo IV .....	46
<b>Fuente 5:</b> Perfil modal y Vista Panorámica de los suelos del Grupo V .....	47



## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Apéndice 1:</b> Plano de ubicación y puntos de muestreo del fundo “Chipta” .....	74
<b>Apéndice 2:</b> Plano de clasificación de los suelos del fundo “Chipta” de acuerdo con la ecuación de Langhor.....	75
<b>Apéndice 3:</b> Resultados del análisis físico-mecánico y químico de los suelos del fundo “Chipta” .....	76
<b>Apéndice 4:</b> Clasificación de calicatas de acuerdo con la ecuación de Langhor.....	80
<b>Apéndice 5:</b> Fichas de descripción de perfiles del fundo “Chipta” .....	81

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el predio “Chipta”, caserío de Chuyan, distrito de Ticapampa, Recuay, Ancash, de propiedad de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, con el objetivo de clasificar los suelos de acuerdo con la metodología propuesta por Langhor (1979) de la Universidad de Gante, Bélgica, basado en la taxonomía, material parental, textura, drenaje, pH, pendiente, profundidad, pedregosidad, erosión, compactación y capacidad de uso mayor. El fundo “Chipta” tiene una extensión de 70 ha de los cuales 15,45 ha tienen vocación agrícola. La investigación se inició con la apertura de diez calicatas para evaluarlos suelos con la finalidad de conocer su potencial agrícola en base a los parámetros señalados en la ecuación de Langhor. Como resultado de la evaluación de los parámetros considerados en el estudio, los suelos fueron agrupados en cinco unidades: (a) **Unidad I**, suelos muy superficiales, ligeramente ácidos, aptos para cultivos en limpio: “tarwi” *Lupinus mutabilis* S., “kiwicha” *Amaranthus caudatus* L., “quinua” *Chenopodium quinoa* W., “cañihua” *Chenopodium pellidicual* A., y otros cereales como el “trigo” *Triticum aestivum* L., “cebada” *Hordium vulgare* L. y “avena” *Avena sativa* L., con una extensión de 3,37 ha (b) **(Unidad II)**, suelos superficiales, ligeramente ácidos, aptos para el pastoreo y el cultivo de avena forrajera y pastos asociados, tienen un área de 2,45 ha (c) **(Unidad III)**, suelos superficiales, muy fuertemente ácidos, aptos para cultivos en limpio como: tarwi, kiwicha, quinua y cañihua, tienen una superficie de 4,56 ha (d) **(Unidad IV)**, suelos superficiales, muy fuertemente ácidos, aptos para cultivos en limpio con limitaciones, y granos andinos: tarwi, kiwicha, quinua y cañihua, abarcan una extensión de 1,84 ha (e) **(Unidad V)**, suelos muy superficiales, muy fuertemente ácidos, de aptitud para el pastoreo con praderas naturales permanentes, abarcan una extensión de 3,23 ha.

Palabras clave: Parámetros, polipedon, sostenibilidad, productividad, variables edáficas, cultivos andinos.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the “Chipta” property, Chuyan hamlet, Ticapampa district, Recuay, Ancash, owned by the Universidad Católica Sedes Sapientiae, with the objective of classifying the soils according to the methodology proposed by de Langhor de University of Ghent, Belgium, based on taxonomy, parent material, texture, drainage, pH, slope, depth, stonyness, erosion, compaction, and increased usability. The “Chipta” farm has an extension of 70 ha of which 15,45 ha have an agricultural vocation. The investigation began with the opening of ten test pits to evaluate the soils to know their agricultural potential based on the parameters indicated in the Langhor equation. As a result of the evaluation of the parameters considered in the study, the soils were grouped into five units: (a) Unit I, very superficial, slightly acid soils, suitable for clean cultivation: “tarwi” *Lupinus mutabilis* S., “kiwicha” *Amaranthus caudatus* L., “quinoa” *Chenopodium quinoa* W., “cañihua” *Chenopodium pellidicual* A., and other cereals such as “wheat” *Triticum aestivum* L., “barley” *Hordium vulgare* L. and “avena” *Avena sativa* L., with an extension of 3,37 ha (b) (Unit II), superficial, slightly acid soils, suitable for grazing and the cultivation of forage oats and associated pastures, have an area of 2,45 ha (c) (Unit III), Surface soils, very strongly acidic, suitable for clean crops such as: tarwi, kiwicha, quinoa and cañihua, have an area of 4,56 ha (d) (Unit IV), superficial soils, very strongly acidic, suitable for clean crops with limitations, and Andean grains: tarwi, kiwicha, quinoa and cañihua, cover an area of 1,84 ha and, (e) (Unit V), Very superficial soils, very strongly acidic, suitable for grazing with permanent natural grasslands, covering an area of 3,23 ha.

Key words: Parameters, polypedon, sustainability, productivity, edaphic variables, Andean crop

## INTRODUCCIÓN

En el Perú se han realizado estudios de suelos basados en metodologías propias adaptados de los lineamientos del Manual de Levantamiento de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Metodología de la FAO. Esta metodología está comprendida en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (Decreto Supremo N° 017-2009. AG, 2009). También el *Soil Taxonomy* (Taxonomía del Suelo) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y la Clasificación FAO/UNESCO, son sistemas de clasificación muy utilizados en el país. Además, se cuenta con otras metodologías de clasificación como son el Sistema de Clasificación de Suelos por su Aptitud para el Riego propuesto por Sys y Vergeye y la Clasificación de Suelos propuesta por Langhor, ambas de la Universidad Estatal de Gante, Bélgica, siendo esta última la que se utilizó en el presente trabajo de investigación, con la finalidad de conocer el potencial agrícola de los suelos del fundo “Chipta”, propiedad de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, ubicado en el distrito deTicapampa, provincia de Recuay-Ancash, donde se ha cultivado sin ningún criterio técnico, acentuando la degradación de este recurso. Este estudio permitirá desarrollar un adecuado plan de cultivos que permita usar el recurso de acuerdo con las aptitudes y cualidades, evitándose el conflicto de uso, que servirán para mejorar la rentabilidad de la tierra, acciones que de una u otra manera, contribuirán al mejoramiento del rendimiento de los cultivos, que será la base para que las futuras investigaciones enfocadas técnica y científicamente incrementen el nivel socio económico de los pobladores de la zona en estudio donde se encuentra el fundo “Chipta”.

El estudio se desarrolló en cuatro fases, la fase preliminar, la fase de campo, la fase de laboratorio y la fase de gabinete, las mismas que consistieron en reconocimiento del área de estudio en donde se fijaron en un mapa base los puntos de muestreo, seguido de la preparación de diez calicatas en las cuales se tomaron datos con referencia a las características y composición de los perfiles de suelo, para luego hacer la toma de las muestras que fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con los resultados obtenidos se inició con la última se del trabajo de investigación que consistió en la tabulación y ordenamiento de los datos obtenidos para iniciar con la

redacción del informe final del trabajo de investigación, teniéndose en cuenta que el suelo es la base fundamental de la agricultura, recurso primordial para desarrollo socioeconómico, recobrando su importancia ante la escasez de terreno agrícola el cual cubra la demanda de alimento de una población en ascenso. Un estudio de suelo abarca el conocimiento, la identificación, la distribución espacial del área y colección de datos; siendo que la interpretación y organización se encargan de la clasificación de los datos obtenidos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Clasificar los suelos con potencial agrícola del fundo “Chipta” ubicado en el distrito de Ticapampa – provincia de Recuay-Ancash, de propiedad de la Universidad Católica Sedes Sapientiae de acuerdo con el método propuesto por Langhor.

### **Objetivos específicos**

- a) Caracterizar los suelos con potencial agrícola del fundo “Chipta” y determinar los grupos de suelos de acuerdo con los resultados del análisis físico químico de los suelos en estudio.
- b) Clasificar los suelos del fundo “Chipta” en base a los parámetros edáficos evaluados de acuerdo con el método propuesto por Langhor (1979).
- c) Elaborar el plano de clasificación de los suelos de acuerdo con el método de clasificación propuesto por Langhor (1979).

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

### Internacionales

Zilio (2015) investigó los “Aspectos de calidad de suelos representativos del sur de la provincia de Buenos Aires y efectos de la actividad agropecuaria sobre la misma”, investigación que fue ejecutada en la Estación Experimental Agropecuaria Bordenave de la provincia de Buenos Aires, siendo los objetivos: I) Evaluación del impacto que causan las actividades agropecuarias en función a la calidad de suelo característicos de la zona. II) Determinar qué relación tienen los cambios, que fueron seleccionados por indicadores con factores de sitio, de ese modo se establezcan impactos de las actividades agrícolas y III) investigar distintos indicadores de calidad de suelos, e índices derivados, para determinar aquellos más apropiados para este tipo de evaluaciones en la región. Como parte de la metodología de trabajo se colectaron diversas muestras de cuatro tipos de suelos del área en estudio, considerándose tres tipos de manejo agronómico todos estos de diversa intensidad: (I) Inalterado, (M) Moderado, (A) Agresivo. Consistiendo el primero en suelos con poco disturbio antrópico, conformado por pasturas longevas, parques, esquineros y cascós. Para el manejo moderado se evaluó suelos en un nivel de buenas prácticas, inclusión de pasturas, rotación de cultivos, adición de nutrientes y prácticas conservacionistas. Para el último, fueron suelos con alta incidencia de actividades mecánicas, bajo control de malezas, frecuencia alta de cultivos y sin suministro de nutrientes. Se determinó para las muestras obtenidas: fraccionamiento físico de CO: carbono orgánico particulado grueso (COPg 100-2000  $\mu\text{m}$ ), carbono orgánico particulado fino (COPf 50-100  $\mu\text{m}$ ). La masa de suelo igual, P extraíble y Dap máxima. El DMP menor útil en suelos ústicos. Se concluyó que solo pocos indicadores aportaron en la evaluación del factor intensidad de uso. Según los resultados

obtenidos se concluye que es posible definir evaluar el impacto del uso de la tierra sobre la calidad agrologica de estos suelos.

Pran (2013) en el manual de clasificación de tierras con el objetivo de mejorar los rendimientos en base al riego con fines de mejorar los rendimientos de los cultivos, señaló que en la investigación realizada encontró seis tipos de tierras (I al VI). De las cuales consideradas regables fueron cuatro, temporalmente no regable una, y no regable una. Las diversas clases presentaron niveles de aptitud para las parcelas regables y fueron determinantes para indicar el uso de la tierra. Al respecto, Ortiz y Ortiz (1990) como resultados de un trabajo de investigación, concluyeron que en la clasificación de tierras con fines de riego encontraron las siguientes clases: Clase I, suelos aptos para la agricultura de riego y capaces de producir rendimientos suficientes de los diferentes cultivos climáticamente adaptados. Esta clase expreso buena estructura- textura, plana topografía, profundidad del suelo adecuada, y nivel nutricional bueno, lo que no represento un factor limitante fue la pedregosidad. Clase II, suelos categorizados inferiores a la Clase I de acuerdo a la capacidad productiva. Asimismo contaron con una estructura y textura adecuada, buen drenaje y buena profundidad de suelo. Excepto de limitaciones, aunque con algunos problemas de pedregosidad y deficiencia a causa de presentar una costra caliza la cual afecta a la profundidad del suelo. Clase III, suelos deficientes, causado por deficiencia en los calidad de suelos, topografía y drenaje. Con limitaciones, como escasa profundidad efectiva, existencia de una costra caliza y sustrato rocoso no competente, de textura poco adecuada, con poco porcentaje de piedras, y drenaje interno medio. Clase IV, fueron suelos aptas para el riego de uso específico, localizados en las colinas o laderas, en los que afloraron los sustratos rocosos apoca profundidad. Clase V, fueron tierras en donde no fue posible la realización de la práctica del riego por que presentaron serias limitaciones pero que potencialmente si será posible siemprey cuando se pueda corregir alguna de las limitaciones. Clase VI, fueron tierras prácticamente sin condiciones para el riego debido a sus serias limitaciones que no fue posible ser corregidas de ninguna manera.

Ortiz y Ortiz (1990) en el texto de Edafología editado en México sobre el tema de clasificación de suelos enfatizaron que la clasificación de suelos contempla varios factores, pero en



determinados casos de clasificación en concordancia con los objetivos y dentro de metodología a seguirse, los más importantes fueron los siguientes: S: carácter del suelo; T: topografía; A: alcalinidad; D: drenaje; I: inundación y E: erosión. El carácter del suelo fue referido a las características que limitan limitaron la producción, como el espesor del suelo, la pedregosidad superficial e interna, la presencia de capas internas impermeables y clase de material parental. La topografía fue determinada por los diferentes grados de pendiente que caracterizan a las zonas estudiadas. La alcalinidad indicó la concentración de sales solubles, así como la presencia de sodio intercambiable. El drenaje permitió conocer el exceso de agua no solamente en condiciones presentes sino al momento de la aplicación de los riegos. La inundación indicó los riesgos de los suelos que fueron sujetos a continuas inundaciones. La erosión hizo conocer las causas y tipos de este proceso y las medidas para atenuar el efecto destructivo de este fenómeno. Finalmente, concluyeron que cuando los investigadores desarrollaron el proyecto considerando las pautas sugeridas en esta área, los resultados de la clasificación mostraron una sólida tarea para el uso y manejo razonable de los suelos.

## **Nacionales**

Ramírez (2016) realizó una investigación en la parte media del del río Abujao Región Ucayali basado en la susceptibilidad, génesis y morfología de los suelos”, cuyo objetivo fue obtener información para realizar un eficiente manejo de los recursos naturales que están presentes en la cuenca del río Abujao. Empleando una metodología basada en el manual del *Soil Survey Division Staff* (1993), asimismo la clasificación taxonómica de acuerdo al *Soil Taxonomy (Soil Survey Staff* , 2014), el autor aplicó el método multivariable ( MINAM, 2011) determinando la susceptibilidad de los suelos siendo identificados 17 series de suelos, trece Inceptisols, uno del Orden Entisols, y tres Ultisols; también , mediante el análisis mineralógico se obtuvo que la presencia del mineral albita (feldespato) en los suelos , predispone a que sean pocos desarrollados dentro de su orden, por lo contrario los suelos en donde se obtuvo la presencia de rutilo (óxido de titanio) dieron como indicativo que son suelos muy evolucionados. Los suelos que presentan arcillas como y la illíta y montmorillonita, resultarán ser suelos con moderado desarrollo de acuerdo su orden taxonómico. De acuerdo al nivel susceptible de la tierra, el área en estudio conto con tres niveles: fuerte estabilidad, con pendiente menor al 8 % (Ligera); moderada estabilidad,

pendiente entre 8 a 25 % (moderada); y desarrollado en formas fisiográficas con pendiente superior al 25 %, (Fuerte), de menor desarrollo pedogenético.

Quispe (2014) en su trabajo de tesis de grado realizó la “Caracterización física, química y biológica de suelos del distrito de Callanmarca. Angaraes, Huancavelica” con el objetivo de evaluar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos en el distrito de Callanmarca, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica, teniendo en cuenta que la actividad principal en este distrito es la agricultura. La metodología consistió en la evaluación de las propiedades físicas de los suelos: Textura, estructura, color, porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva y pendiente. Dentro las propiedades químicas se consideraron al pH, la capacidad de intercambio catiónico, la conductividad eléctrica, el contenido de fósforo y potasio disponibles. Las propiedades biológicas fueron determinadas en base al contenido de materia orgánica y la presencia de lombrices en los suelos, tanto de secano como bajo riego. Los resultados obtenidos mostraron que la textura fue variable de franco arcilloso en suelos de secano y de textura franca en suelos bajo riego. La estructura también fue variable desde granular fino en suelos de secano y en suelos con poco riego de granular medio; hubo variación de color de marrón amarillento para los suelos de secano a marrón rojizo para los suelos de poco riego; en caso de la porosidad se obtuvo 45,0 % en los suelos poco riego y 47,7 % en suelos de secano; también existió variación de la permeabilidad desde 0,96  $\text{cm.h}^{-1}$  en secano a 1,3  $\text{cm.h}^{-1}$  en los suelos con poco riego; la profundidad efectiva estuvo entre 76,67 cm en suelos de secano y 66,67 cm en suelos de poco riego; para la pendiente también el resultado también fue variable entre 35

% en suelos de secano y 51 % en suelos de poco riego, con respecto a la pedregosidad los valores encontrados fueron bajos de 1,67 % en suelos de secano y 3,33 % en suelos de poco riego. Dentro las propiedades químicas, El pH fue variable desde moderadamente ácido hasta ligeramente alcalino; la CIC varió de 19,89  $\text{cmol}(+).\text{kg}^{-1}$  en suelos de secano hasta 18,30  $\text{cmol}(+).\text{kg}^{-1}$  en suelos bajo riego; carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) fue encontrado con 0,0 % en suelos de secano y 5,67 % en suelos de poco riego; la conductividad eléctrica fue de 0,16  $\text{dS.m}^{-1}$  en suelos de secano y 0,59  $\text{dS.m}^{-1}$  en suelos de poco riego ; el fósforo estuvo entre 16,5  $\text{mg.kg}^{-1}$  en suelos de secano y 7,87  $\text{mg.kg}^{-1}$  en suelos de poco riego y el potasio de 108  $\text{mg.kg}^{-1}$  en suelos de secano y 299 ppm. En las propiedades biológicas, las siguientes variables fueron evaluadas:

materia orgánica que se encontró entre 1,04 % a 2 % y la cantidad de lombrices que estuvo entre 12 a 22 unidades.

Balbín (2006) estudió la “Clasificación de los suelos de la Estación Experimental Agropecuaria “Santa Ana, INIA-Huancayo”, ubicado en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, región Andrés Bello, en la Sierra Central del Perú en una extensión que abarcó un área de 63,66 ha; con el objetivo de clasificar a los suelos de la estación mencionada en base a la metodología del Sistema Paramétrico propuesto por Sys y Verheye (1991). La zona estudiada tuvo las características de ser una terraza coluvio-aluvial constituida por rocas sedimentarias representadas por conglomerados sueltos, gravas y calizas. Además el paisaje fue descrito como una llanura ligeramente ondulada e intensamente cultivada con ausencia de la vegetación natural. La pendiente muy ligera, con predominio de textura media y estructura subangular, con drenaje bueno a moderado, con ligera pedregosidad y sin riesgo de erosión laminar. La altitud promedio fue de 3250 m.s.n.m., con un régimen de humedad ústico y régimen de temperatura isomésico (temperatura del suelo de 8 a 15 grados). Para la evaluación de las propiedades del suelo fueron construidas 10 calicatas debidamente ubicadas en las cinco series de suelos con que cuenta la estación experimental y luego de hacerse los análisis e interpretación con respecto a la textura, profundidad, contenido de carbonatos, contenido de sulfatos, condiciones de salinidad/alcalinidad, tipo de drenaje y pendiente, se encontraron, en conclusión, cinco clases de aptitud: (a) IISw: Suelos apropiados con ligeras limitaciones debidas a la textura y al drenaje. Representaron 13,232 ha y abarcaron la Serie B01. Estos suelos fueron los mejores suelos con respecto a su aptitud para el riego, (b) IISw: Suelos apropiados con limitaciones ligeras por textura, presencia de carbonatos, pendiente ligera y humedad alta. Tienen una extensión de 4.32 ha, ocupando toda el área de la Serie B02, (c) IIS: Suelos apropiados, pero de menor aptitud que las dos anteriores. Tienen limitaciones por la textura y la pendiente. Ocupan una superficie de 12,40 ha y fueron localizados en la Serie A01, (d) IIS: Suelos moderadamente apropiados por tener limitaciones debidas a las condiciones físicas del suelo, especialmente la textura y la profundidad. Tienen una extensión de 21,29 ha y localizándose en la Serie A02, (e) IVs: Suelos inapropiados debido a las serias limitaciones por textura y profundidad. Tienen una extensión de

12,42 ha y fueron ubicados en la Serie A03. Estos suelos sólo pueden soportar cultivos de secano.

Echevarría (1997) realizó un estudio sobre la “Evaluación de los suelos de la Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” con fines de riego”, investigación realizada en la región Junín, en la Sierra Central del Perú. La estación experimental materia del estudio, tiene una extensión de 60 ha. Siguiendo la metodología propuesta por Sys *et al.* (1991) se encontró que el índice de aptitud de los suelos varió de 13,1 a 53,2, clasificando a los suelos en las clases siguientes: (a) Clase IIs (suelos apropiados con moderadas limitaciones edáficas), (b) Clase IIw (suelos apropiados con limitaciones debidas al drenaje), (c) Clase IIIs (suelos ligeramente apropiadas con limitaciones edáficas), (d) IIIw (suelos ligeramente apropiadas con limitaciones de drenaje), (e) Clase IVsw (inapropiados con limitaciones edáficas y que requieren de prácticas de drenaje y del uso de plantas adaptables al exceso de humedad) y (f) Clase Vs (inapropiados con limitaciones inherentes al factor suelo que no deben ser irrigados). Estas clases fueron representadas en un plano de clasificación de suelos por su capacidad para el riego. Como conclusión recomendó que los suelos estudiados deban ser irrigados de acuerdo con la clasificación encontrada en el estudio con la finalidad de evitar que los suelos aumenten en su nivel de degradación, especialmente producida por la intensa lixiviación, ya que la mayor parte de estos suelos manifestaron ser del tipo de textura gruesa a media.

Rodríguez *et al.* (1994) al realizar un estudio sobre “Estudios de Inventario y Evaluación de Suelos en la Región de Loreto. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana” que tuvo como objetivo la obtención de una información general del recurso suelo para formular recomendaciones para planes de desarrollo, se deben tener en cuenta dos conceptos importantes: (1) Como cuerpos naturales diferenciados por su génesis, morfología y características: topografía, vegetación, tiempo, clima y material parental, (2) Como medio para el desarrollo y crecimiento de los cultivos. Como cuerpos naturales, se dio importancia lo científico y taxonómico, lo cual constituyo el nivel podológico de los suelos. Siendo específica, basado en realidades observables que se pueden medir. Para el segundo concepto, lo técnico o práctico fue

lo que prevaleció. Sustentado en los datos que se obtuvo del estudio de los suelos, como en los trabajos obtenidos a base de experiencia. Sin embargo, para el estudio de suelos las variables fueron: morfología, distribución de los suelos, determinación del origen y características, siendo clasificadas por su similitud "unidades categóricas" establecidas cartográficamente delimitables. De esta manera, se obtuvo un estudio básico permanente, no siendo confundido con otros estudios llamados de manera equivocada "agrológicos" determinando solo ciertas características como: profundidad, textura, pH, etc. De igual forma no deben considerarse como estudio de suelos, los "muestreos" sin tener identificación, conocimiento y separación de los suelos que existan en el área. A su vez las muestras de análisis químico, sin considerar la morfología y propiedad del suelo, la caracterización de las unidades edáficas en condición de cuerpos naturales y su separación natural en el área. Dio por concluido que los estudios de suelos deben ser considerados como ciencia aplicada, constituido como puente entre los factores primordiales de la ciencia del suelo, siendo la Pedología. En tal sentido, el científico o técnico en experiencia de suelos viene a ser el intermediario, conectándose con el estudio primordial de la ciencia y los aspectos prácticos entendible para los desconocedores. Un estudio de suelos de utilidad, debe ser práctico en sus propósitos y científico en su construcción. Siendo el propósito el poder tener predicciones. Diversos estudios de suelos se orientan a problemas como construcción canales, caminos, drenes, etc., las mayor parte se aplican en el campo de la ganadería, agricultura, y silvicultura.

Cornejo y Riva (1992) en la investigación sobre "Estudio de suelos y capacidad de uso mayor de las tierras zona Tamshiyacu - Indiana (nivel semidetallado)", se realizó un análisis e interpretación práctica semidetallada, de acuerdo a su capacidad de uso, en el sector entre el río Tamshiyacu y la localidad de Indiana, teniendo como superficie de 70 000 ha, distribuyéndose por el norte, con el distrito de Indiana y por el sur, con el distrito de Sargento Lores perteneciente ambos a la provincia de Maynas, ubicado en la Región de Loreto. Teniendo como objetivo realizar el inventario y evaluación de las tierras, determinando su valor potencial agropecuario, siendo que esta área es de mucha actividad agropecuaria y está cerca a la ciudad e Iquitos, quien exigió contar a largo plazo con un marco de referencia, siendo conocedores la diferencia entre un proyecto de investigación a un simple grupo de proyectos, los objetivos considerados a

mediano y largo plazo, avanzaron en cierto modo en el tiempo, fueron modificados o completados en función de resultados anteriores; el Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana [IIAP] (1992) trabajó en miras a ese propósito. Por tal motivo, el estudio fue dividido en cinco partes:

- 1) Descrito el área en estudio en forma general, las características de su medio natural fueron destacadas;
- 2) Descripción de materiales y metodología;
- 3) Clasificación de los suelos (origen y morfología);
- 4) Interpretación de los suelos de manera práctica (aptitud y potencial);
- 5) Recomendaciones sobre el estudio.

Pajares (1972) al hacer el estudio de suelos de 22 arboretas en Cajamarca, Perú, con fines de reforestación como parte de plan de desarrollo de la Dirección General Forestal y de Fauna. Comparó los resultados de la evaluación de los perfiles de suelos de las zonas de Choten y Huayo, en base a la metodología propuesta por Langhor de la Universidad de Gante, Bélgica. El autor concluyó que los suelos de Choten son cambisoles districos desarrollados sobre material detrítico fino, profundos y de textura media, con buenas características físicas que no serán obstáculo para la penetración de raíces, por lo que son considerados como los mejores suelos de la zona en estudio, aunque se debe tener en cuenta el pH ácido que tienen estos suelos y que puede ser un factor limitante para la implantación de determinadas especies forestales. Por el contrario, los suelos de Huayo clasificados como Phaeozem calcáreos, fueron considerados como suelos marginales debido a que estuvieron sujetos a una severa erosión con escasa profundidad, a lo que se sumaron un alto contenido de carbonatos y ubicados en una formación vegetal donde los periodos de sequía fueron muy prolongados, por lo que fueron considerados como los más inaparentes para el desarrollo forestal. Fue conveniente agregar que la metodología propuesta por Langhor se basó en la evaluación de la taxonomía, tipo de material parental, clase textural, tipo de drenaje, reacción del suelo, clase de pendiente, profundidad efectiva, clase de pedregosidad, grado de erosión y clasificación por capacidad de uso mayor, con una clara diferenciación de otros métodos de clasificación.

## 1.2. Bases teóricas especializadas

### 1.2.1. El sistema suelo

Zavaleta (1992) define al suelo como un ente viviente demasiado complejo para tener una definición simple, existen muchos suelos en el país que sumados a los existentes en el mundo hacen de este recurso natural un todo muy diverso. Más importante que la definición es el concepto y su conocimiento, como base de una próspera agricultura. Según Scherr (2006) la corteza terrestre está cubierta por una capa superior denominada suelo, asimismo contiene agua y nutrientes útiles para los seres vivos, muy necesario, porque el ser humano depende de él para la obtención de sus alimentos (animales y vegetales y de árboles), a su vez para la obtención de agua y de recursos minerales. También sirve de soporte y brinda nutrientes a las plantas en su etapa fenológica, por tanto, predomina en el desarrollo del ecosistema.

Asimismo, Porta *et al.* (2003) agregan que el suelo es un sistema abierto, dinámico, constituido por tres fases. Fase sólida, conformada por los componentes orgánicos e inorgánicos, los cuales dejan un espacio tales como cámaras, grietas, poros y galerías, hallándose las fases gaseosa y líquida. El agua ocupa parcialmente el volumen de espacios porosos, siendo principal componente de la fase líquida. Domínguez (1997) menciona que las raíces se desarrollan en la rizosfera que está conformada por el suelo y microorganismos que interactúan, el agua y los elementos nutritivos que necesita. Por tanto, el suelo es la base de la nutrición de la planta y se debe conocer las características que lo afectan de manera más directa al problema nutricional y brindar una solución razonable. Asimismo, Hart (1985) resalta que las interacciones que suscitan en el suelo son la base que constituyen muchos procesos asociados en un agroecosistema. Los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo trabajan entre sí y forman el “sistema suelo”, brindándole características de función y estructura.

### **1.2.2. Clasificación de suelos**

Zavaleta (1992) enuncia que, para el diseño de un sistema de clasificación, las muestras de suelos son agrupados en categorías de acuerdo a los criterios aplicados luego de realizar el diagnóstico, los sistemas de clasificación en un área de estudio son una base para la leyenda del mapeo, siendo que una leyenda puede contar con otras características tales como: pendiente, pedregosidad y erosión. Domínguez (1997) agrega que, en ausencia de un sistema técnico de clasificación para la fertilidad del suelo, se hacen muchas interpretaciones empíricas y las interpretaciones de la capacidad de las unidades del mapa que se basan en la experiencia personal y en las observaciones del comportamiento general del cultivo sin fertilización. En ciertas condiciones las observaciones sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas se cuantifican realizando el muestreo en campos directo o por medio de muestras experimentales.

### **1.2.3. Levantamiento de suelos**

Atkinson (1998) señala que en un levantamiento de suelo se describe las propiedades y características de los suelos del área estudiada, clasificando los suelos y situando sus límites de manera gráfica en un mapa. Permitiendo conocer la distribución en el área y poder realizar predicciones de su comportamiento y utilidad. También nos indica que constituye una de las técnicas más necesarias de la ciencia del suelo, permitiendo predecir como están compuestos los suelos de un lugar determinado. Asimismo, Porta *et al.* (2003) afirma que la tecnificación del campo implica un conocimiento cuantitativo de todos los factores que inciden sobre la producción, entre los cuales el suelo ocupa un lugar preponderante. Por otro lado, la transferencia de tecnología define el marco de factibilidad, aplicando un conocimiento debidamente objetivo del suelo.

### **1.2.4. Cartografía de suelos**

Para estudios cartográficos se toman en cuenta los criterios de clasificación propuesta por Langhor (1979) que se basa en la evaluación de las siguientes características: Denominación taxonómica (T), tipo de material parental (M), textural superficial (t), drenaje interno (d),



reacción del suelo (r), pendiente (p), profundidad efectiva (pr), pedregosidad (pe), erosión (e), presencia eventual de capas duras o densas (c), clases de capacidad de uso mayor (CUM). Además, el estudio de suelo abarca la distribución espacial y colección de la información, identificación, conocimiento, siendo que la interpretación e organización pertenece a la clasificación.

Atkinson (1998) indica que la elaboración de mapas detallados de suelos implica la aplicación del método científico a la cartografía de suelos, por lo que se trata más de una actividad de investigación que de una actividad técnica de pura rutina. Asimismo, Porta *et al.* (2003) agregan que cualquier actuación sobre el territorio puede tener efectos medioambientales, económicos o sociales. En muchas ocasiones la designación de usos al suelo expresa una concepción del suelo tratándose de manera uniforme, como si se pudiera sustituir alguna de las superficies por otra. Bridges y Catizzone (1996) determinaron que el enfoque holístico del desarrollo y la planificación hace que se tenga en cuenta la potencialidad, calidad, biodiversidad y la vulnerabilidad del suelo. Por tal motivo, es necesario conocer como están distribuidos los diversos suelos en nuestro territorio, disponiendo de información de suelos geo referenciada o de mapas.

### **1.2.5. Metodología de trabajo en cartografía de suelos**

Según Legros (1996), el conjunto de operaciones a realizar para elaborar un mapa de suelos está denominado como levantamiento de suelos. Asimismo, la cartografía de suelos comprende plasma la organización espacial de la información en un mapa, constituyendo un modelo simple basado en datos reales. Comprendiendo tres etapas, la cual inicia con trabajo preliminar (visita la zona), conocimiento de la información preexistente y la elaboración del presupuesto.

### **1.2.6. Parámetros edáficos**

#### **Material parental**

Malagón (1979) señala que el suelo está compuesto por materiales de origen llamado material parental, productos de las alteraciones rocosas, sedimentos no consolidados de cualquier procedencia y composición o depósitos orgánicos. Teniendo un efecto en las propiedades de los suelos tales como: la composición mineralógica, textura y el grado de estratificación. Formándose directamente de la roca meteorizada del saprolito, desarrollándose de depósitos superficiales transportados por el agua, hielo, la gravedad o el viento. Originados de la erosión y la denudación de rocas meteorizadas. La roca, no es el material parental, viene hacer la fuente dematerial después que haya tenido lugar algún proceso físico y/o reacción química.

En las primeras fases de formación del suelo, profundidad y proporción del desarrollo del suelo va depender de la desintegración de la roca. La textura del material parental controla la infiltración del agua. El material parental influye en el tipo de arcilla del perfil del suelo. El tipo de material y la composición son causantes de diversos tipos de saprolitos, y suelos. Como se mencionó, los materiales parentales del suelo pueden provenir de las rocas de la corteza terrestre; estas rocas se originan mediante los procesos globales (Malagón, 1979).

El material parental es aquel donde el suelo se formó siendo descrito con precisión, debe indicarse su naturaleza y origen. El autor precisa que hay dos grupos de material parental tales como: material intemperizado encontrándose sobre las rocas de origen y materiales no consolidados como sedimentos. Algunos casos son transicionales, que son materiales parcialmente consolidados transportados, fluvial si fue transportado por un río, por agua, llamados alluvium o por gravedad llamado coluvial. La confiabilidad de la información geológica y el conocimiento de la litología local determinarán si se da una definición general o específica del material parental (Vargas, 2009).

## **Textura del suelo**

Martínez (1986) dice que la textura de un suelo es la porción que contiene de arena, limo y arcilla. Siendo uno de los parámetros de suma importancia del suelo, el cual determina el grado de actividad fisicoquímica. La superficie activa del mismo está en relación con el tamaño de partículas de un suelo. El incremento de la superficie total del suelo se da a medida que disminuye el tamaño de las partículas las mismas (Domínguez, 1997). El interés de conocer la granulometría reside en que permite inferir otras propiedades y características relacionadas con el uso y comportamiento del suelo, tales como la capacidad de retención y suministro de agua disponible para las plantas, facilidad para la circulación del agua, facilidad para el laboreo, riesgo de formación de costra superficial, riesgo de erosión hídrica y eólica, capacidad de almacenar nutrientes, capacidad para admitir aguas residuales, purines y otros residuos líquidos y ordenamiento de acuerdo con la magnitud de la superficie específica (Porta *et al.* 2003).

Jordán (2010) indica que el tamaño de las partículas se categoriza de la siguiente manera:

- 1) **Gravas y piedras.** - Son partículas minerales sólidas, de diámetro comprendido entre dos mm y siete cm (gravas), mayor (piedras). Si son muy abundantes dificultan su manejo afectando las propiedades del suelo.
  
- 2) **Tierra fina.** -Partículas menores de dos mm de diámetro:
  - **Arenas.** Entre 0,05 a 2,0 mm de diámetro, forman el esqueleto del suelo y son electrostáticamente neutras y sirven como elemento de división y soporte para las plantas.
  
  - **Limos.** Partículas finas, y su tamaño está entre 0,002 y 0,05 mm de diámetro, con cantidad de cargas eléctricas.
  
  - **Arcillas.** Partículas finas de tamaño de 0,002 mm. Conformado de óxidos de aluminio, cuarzo y agua. trabajan como aniones.

## **Drenaje**

Se clasifican en dos tipos: drenaje superficial, caracterizado por la presencia de una lámina de agua sobre la superficie del área, lo cual satura la parte superior del suelo, y el drenaje subterráneo, cuando los excesos de agua de una cierta profundidad del suelo son removidos. Los problemas más importantes de drenaje interno se dan en zonas áridas y semiáridas bajo riego, en donde existen fuertes filtraciones en canales o en las parcelas que alimentan los niveles freáticos; lo que, combinado con una red de drenaje insuficiente o ineficiente, propicia la elevación de los mantos freáticos (Martínez, 1986).

Martínez (1986) menciona que el drenaje agrícola es una técnica necesaria de aplicar en una parcela siempre y cuando exista excesos de agua sobre la superficie o dentro del perfil del suelo, con el objeto de desalojar dichos excedentes en un tiempo adecuado, asegurando el contenido de humedad apropiado para las raíces de las plantas, consiguiendo así un óptimo desarrollo.

## **Reacción del suelo**

Según Zavaleta (1992) lo considera como una característica de la solución suelo, siendo está condicionada por la cantidad de OH<sup>-</sup>(oxidrilos) y iones H<sup>+</sup> (hidrogeniones). Determinando el grado de acidez o basicidad la proporción de iones H<sup>+</sup> a OH<sup>-</sup> en la solución suelo. Asumiendo que si existe mayor cantidad de iones H<sup>+</sup>, la reacción es ácida, y si existe mayor iones OH<sup>-</sup>, la reacción es básica; asimismo si la concentración de iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup> son iguales la reacción es neutra. Donahue, *et al.* (1998) indican que la importancia del pH del suelo radica en que es una propiedad fácilmente determinada y que provee indicios sobre otras propiedades. El efecto del pH es grande sobre la solubilidad de los minerales. Suelos fuertemente ácidos tienen altas concentraciones de Al y Mn que llegan a niveles tóxicos afectando seriamente el desarrollo radicular especialmente en plantas muy susceptibles. Según Porta *et al.* (2003) todo horizonte de suelo tiene una reacción lo cual indica el grado de acidez o basicidad, dicha reacción es expresada en el pH. Los efectos perjudiciales de la acidez no se manifiestan hasta En valores inferiores de pH 5,5 se manifiestan efectos contraproducentes causados por la toxicidad del aluminio y elementos menores encontrados en estos niveles de pH.

Plaster (2005) agrega que la reacción del suelo describe la acidez o la basicidad de un suelo, la reacción se mide con la escala de pH que oscila de 0 a 14,0. Siendo las lecturas entre 0 y 7,0 ácidas. Un pH de 1,0 es extremadamente ácido y un pH de 6,0 es ligeramente ácido. Navarro (2003) indica que la vida de los microorganismos está condicionada por la reacción del suelo y afecta en sus funciones, como a su vez también interviene en la fijación de diversos nutrientes esenciales para la planta y otros que pueden resultar tóxicos produciendo graves alteraciones.

### **Pendiente**

Porta *et al.* (2003) indican que la forma de medir el grado de inclinación del área se realiza con el porcentaje de la pendiente, por tanto, al contar con una inclinación mayor, el valor de la pendiente será también mayor. Las áreas agrícolas del Perú son muy accidentadas, esto por consecuencia de la presencia de la Cordillera de los Andes. Por tanto, la pendiente representa una de las principales variables que determinan la aptitud de un suelo. Según Porta *et al.* (2003) el porcentaje de pendiente determinará el grado de erosión del suelo, asimismo, impide el uso de maquinaria agrícola, a su vez es un problema en el sistema de irrigación determinando el escurrimiento superficial, con mucha influencia para el desarrollo de un perfil actuando en favor a la erosión del suelo.

### **Profundidad efectiva**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2017) define al *solum* como la capa superficial conformado por el horizonte A, incluyendo el subsuelo con los horizontes E y B. El horizonte C no está considerado ya que se refiere a los estratos con poca formación edafogénicos. Asimismo, se considera la profundidad efectiva como la espesura del suelo. Siendo, la presencia de raíces y de actividad biológica en el horizonte C la que determina integrar este horizonte. Tanto que, muchos estudios trabajan con límites de profundidad arbitrarios (200 cm).

La profundidad efectiva del suelo es aquella profundidad en el que la planta cuenta con todas las condiciones físicas que le permitan un buen desarrollo de las raíces en el suelo. Una profundidad

de 55 cm, con presencia de grava en el último horizonte, dificulta la retención de agua del perfil, de modo que en estas condiciones el agua se drena más rápido en el fondo que en la superficie; obstruyendo la absorción de agua y nutrientes del sistema a la planta, por tanto, la mayor cantidad de raíces se encuentra sobre la capa de gravilla o grava limitando el crecimiento y desarrollo de la planta (Rosas y Arribillaga, 2013).

### **Pedregosidad**

Según la FAO (1977) la pedregosidad representa un elemento inerte actuando como diluyente de su conformación. La determinación de algún parámetro químico, se realiza en tierra fina con fracción menor a 2 mm, siendo que si existe abundante pedregosidad el valor del parámetro medido será menor que el indicado. La presencia en niveles puede ser un signo de una discontinuidad litológica.

FAO (1977) menciona las características de la pedregosidad que interesa agrícolamente:

#### **❖ Abundancia**

Expresa la capacidad de dilución, señala las diversas dificultades de laboreo en los horizontes superficiales. Evidencia presencia de discontinuidad litológica. De acuerdo al volumen ocupado se categorizan: MP (< 5 %), P (5 a 15 %), F (15 a 40 %), A (40 a 80 %) y D (> 80 %).

#### **❖ Tamaño**

De tamaño superior a cinco o siete cm, ejercen problemas en la labranza. Expresándose el tamaño medio.

### ❖ **Forma**

De acuerdo a su origen, las de forma redondeadas se considera que han sufrido un largotransporte por medio del agua, siendo las más angulosas procedentes de movimientos de masas de barro compuesto por materiales finos.

### ❖ **Naturaleza**

De acuerdo al material que están conformadas. Su coincidencia con el material original suele incrementar su presencia según desciende en el perfil.

### ❖ **Nivel de alteración**

Define el tiempo de presencia en el horizonte, siempre y cuando su naturaleza sea diferente del material original. Se tiene las siguientes categorías: a. No alteradas, b. Meteorizadas, c. Fuertemente meteorizada.

## **Erosión**

Según el Organismo Internacional de Energía Atómica [IAEA], (2019) a nivel mundial la erosión del suelo está considerado una amenaza para la productividad de la tierra y sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas. Actualmente se están utilizando radionucleidos para determinar la las fuentes y magnitud de la erosión del suelo, las cuales podrán controlarse aplicando prácticas acertadas de conservación. En todo el planeta el problema de la degradación de los suelos está afectando a 1,900 millones de hectáreas de cultivo, representando el 65 % de los recursos edáficos del planeta. Siendo la erosión, causante del 85 % de dicha degradación. La cuarta parte de la población del planeta, son dependientes de la producción de alimentos de dichas áreas degradadas. Perdiéndose al año una cantidad muy alta de suelos fértiles (36, 000, 000 toneladas) por consecuencia de la erosión. Obteniendo un costo económico de pérdida asociado a la erosión de \$/400, 000, 000 millones.

Desde los inicios del planeta el suelo continuamente ha evolucionado. Transportando sus partículas por medio del viento y la lluvia. Abriéndose cauces de ríos y arroyos, transformándose en panoramas completos. Sin embargo, la protección por cubierta árboles, pastos, u otra vegetación, no ha permitido que se acelere la remoción del suelo, sin sobrepasar a su formación. Cuando el hombre inicio a cultivar la tierra para la obtención de alimentos el equilibrio favorable para la formación de nuevas tierras y la erosión del suelo que prevalece bajo condiciones naturales fue brutalmente alterada. Eliminando la vegetación nativa y roturando las superficies de la tierra, se aceleró indiscriminadamente el nivel de remoción del suelo, ocasionando una erosión acelerada (Agencia para el Desarrollo Internacional [AID], 1980). El incrementado entre 10 y 40 veces la velocidad de producirse la erosión en el planeta, es por causa de la actividad del hombre. Siendo que la erosión excesiva causa problemas dentro como fuera del lugar. Impactando en la disminución de la productividad y desequilibrio ecológico debido a la pérdida de la capa arable que contienen nutrientes. Siendo el mayor problema la desertificación. La degradación de la tierra se debe a dos causas principales que son la erosión eólica e hídrica; las cuales en conjunto, son causantes del 84 % de tierras degradadas, colocando a la erosión excesiva como uno de los problemas ambientales mas graves del planeta. Gran cantidad de área agrícola se pierden por la erosión, siendo considerada "el cáncer de la tierra". En conclusión la erosión se define como el proceso por el cual el viento y el agua retiran del suelo las capas fértiles dejándolo sin capacidad de producir (Birkeland, 1984).

La erosión se da por consecuencia de que las rocas, el suelo, el agua y el viento impactan sobre la tierra, ocasionando a su vez por el hombre y sus actividades insostenibles con los recursos naturales. La erosión no es lo mismo que la desertificación, ya que esta última es causada por la erosión del suelo, donde el daño es la destrucción de la cobertura vegetal y la falta de agua (Pineda, 2019).

Según Brack y Mendiola (2000) existen dos tipos de erosión:



## 1) Erosión hídrica

Ocasionada por la acción del agua (ríos, lluvias y mares). Las gotas de lluvias que caen en suelos empinados, arrastran la superficie erosionando el área formando zanjas. El cause de los ríos va formando caminos, si el área no está delimitado con árboles se ocasionará erosión en épocas de creciente. Erosión en las orillas a causa de la fuerza de las olas del mar. La erosión hídrica es especialmente grave en los valles costeros (orillas de ríos), en las vertientes occidentales (huaicos y derrumbes), en la selva alta (laderas y orillas de ríos) y en la selva baja (orillas de ríos) (Brack y Mendiola, 2000).

## 2) Erosión eólica

Es causada por el viento, ya que éste transporta y levanta las partículas del suelo produciendo acumulamientos (dunas o médanos) y torbellinos de polvo (Brack y Mendiola, 2000). Igual que la erosión del agua, la erosión eólica causada por el viento elimina la mejor capa del suelo: la capa arable. Además, transporta todas las partículas dinas del suelo, especialmente limo y materia orgánica. El cambio en un suelo de textura más gruesa reduce la retención de nutrientes y la capacidad de retención del agua. Asimismo, las partículas del suelo llevadas por el viento afectan a las plantas jóvenes arrancando células de las hojas, así las plantas jóvenes pueden perder la mitad de su peso seco al exponerse a los vientos cargados de arena. Los daños derivados también pueden ser severos y costosos. Un suelo llevado por el viento puede rellenar carreteras o diques de drenaje, afectar a la salud respiratoria de las personas y animales (Plaster, 2005).

### 1.2.7. *Soil taxonomy* (Taxonomía de suelos)

Según Porta *et al.* (2003) es considerado un sistema de clasificación de suelos determinado por *Soil Conservation Service*, como sistema de referencia global. Este sistema establece seis niveles jerárquicos, de homogeneidad creciente en cada tipo de suelo. *El Soil Survey Staff* (1999) establece doce órdenes de suelos y sesenta y cuatro subórdenes, como categorías superiores de

clasificación en el *Soil Taxonomy*. Su aplicación considera el criterio jerárquico, descartando sucesivamente, las clases con criterios no identificados en el suelo. Perteneciendo el suelo a la primera clase que tenga los criterios requeridos.

La taxonomía del suelo está basada en la clasificación natural de los suelos en relación con las características que se encuentran en el paisaje, y su finalidad es agrupar a los suelos con un origen genético similar, agrupándolos de acuerdo con sus características y de una manera jerarquizada. Los niveles jerárquicos del *Soil Taxonomy* se ordenan en base a órdenes, subórdenes, grandes grupos, grupos, subgrupos, familias y series donde cada categoría es determinada en base a las características de los suelos observados tanto en campo como en el laboratorio. La presencia de los horizontes de diagnóstico es de suma importancia para determinar las órdenes de suelos. Este sistema de clasificación tiene 12 órdenes: a) Gelisols, b) Histosols, c) Spodosols, d) Andisols, e) Oxisols, f) Vertisols, g) Aridisols, h) Ultisols, i) Mollisols, j) Alfisols, k) Inceptisols y, l) Entosols (Gisper, 2010).

Birkeland (1984) demostró que una clasificación ascendente organiza en categorías los suelos individuales semejantes en muchas de sus propiedades. Mientras que la clasificación científica contiene la síntesis de relaciones y propiedades, siendo más fácil la forma de transmitir las y recordarlas. Para la utilización en mejores condiciones del recurso suelo, se utiliza la clasificación utilitaria. Un buen sistema de clasificación se basa en las propiedades o en la interpretación de como el suelo adquirió dichas características y propiedades. En este último caso, se habla de clasificaciones genéticas que resultan muy especulativas y subjetivas, ya que la interpretación de la génesis de un suelo puede serlo en aquellos emplazamientos que no hayan sido objeto de estudios previos, aunque algunos autores han preferido basar la clasificación en la morfología y composición del suelo, evitando tener que realizar interpretaciones, en este caso se trata de clasificaciones morfogenéticas (Porta *et al.* 2003).

### **1.2.8. Serie de Suelos**

Según Boulaire (1980) jerárquicamente es la más detallada en un sistema de clasificación de suelos. Independientes del sistema taxonómico, representando una clase específica de suelo con características únicas, químicas, físicas y mineralógicas. Considerado como la categoría más homogénea. Constituyendo de manera compleja elementos físicos, químicos y biológicos componentes del sustrato natural, comportándose como hábitat de de microorganismos y pequeños fauna que son parte del edafón. Asimismo es propio de las tierras sin tener relación en los ecosistemas acuáticos. Biológicamente, la permeabilidad, relacionada con la porosidad, su estructura y su composición química, son las características de la serie de suelos más importantes, siendo los minerales un el principal componente que las plantas necesitan para su alimentación y son liberados por la degradación de los materiales orgánicos. De acuerdo al autor la serie de suelos es un conjunto homogéneo integrado por perfiles de suelos con semejanzas, cuyo desarrollado está conformado por un mismo material originario. Admitiéndose dentro de una serie cierta variación en las características. Asimismo es dinámica y cambiante, de acuerdo a la adquisición de conocimientos acerca que se obtenga de los suelos. El número de series está siempre abierto a nuevas incorporaciones. Lógicamente, todos los suelos integrados en una serie deben pertenecer a la misma unidad taxonómica a cualquier nivel jerárquico superior (Porta *et al.*, 2003).

### **1.2.9. Fase de suelo**

Según Cornejo y Riva (1992) la fase de suelo es un grupo funcional creado para servir a propósitos específicos en estudios de suelos. Siendo definida para diversas categorías taxonómicas. Para una acertada designación de las fases del suelo, tanto en el uso, manejo y comportamiento, identificar las diferencias en las características del suelo o del medio natural es un factor primordial. El grado de inclinación que presenta una superficie del suelo con respecto a la horizontal se denomina pendiente, está expresada en porcentajes.

El Instituto de Estudios Catalanes [IEC] (2010) señala que ciertos modelos espaciales de distribución de los suelos, son el resultado de impactos antrópicos expresados en fase de suelo. Asimismo, proporcionan información de los resultados del manejo en tiempo pasado, no teniendo información sobre el comportamiento del suelo. Las categorías taxonómicas se subdividen en fases proporcionando información específica, estas son cartografiadas debido al área estudiada. La utilización de fases sirve para lo siguiente:

- Identificación de las características del Epipedión (horizonte de superficie): depósito, erosión, textura, sodicidad, salinidad y pedregocidad.
- Caracterización de la posición fisiográfica, pendiente, profundidad, el clima o el agua del suelo.

Sirviendo como caracterizadores, sin antes haberse empleado en un nivel taxonómico más alto. Por tanto, una fase se puede considerar un modificador de una determinada clase de suelos, en especial las series de suelos, lo que proporciona flexibilidad a la definición de las unidades cartográficas (IEC, 2010).

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Diseño de la investigación**

La investigación fue no experimental de tipo descriptiva, correlacional y aplicada porque se utilizó la teoría para estudiar las características edáficas de los suelos. El método utilizado para la interpretación de los diversos procedimientos estuvo basado en el análisis y síntesis de datos, lo cual permitió estructurar y ordenarlos. A la vez, la observación detallada fue parte del procedimiento para la toma correcta de información, finalmente descripción que permitió ordenar e identificar la correlación existentes entre las variables, las cuales no fueron alteradas ni manipuladas (Hernández *et al.*, 2010).

#### **2.1.1. Lugar y fecha**

El estudio de investigación se desarrolló en el fundo “Chipta” ubicado en el caserío de Chuyán del distrito de Ticapampa, en la Provincia de Recuay de la región Ancash. La zona en estudio se encuentra ubicada en el flanco Oeste del Río Santa, muy próxima a la carretera asfaltada que une a las provincias de Recuay y Huaraz como al distrito de Ticapampa y los caseríos de Chuyán e Ichiq Huishca, cuyas coordenadas geográficas (UTM) son las siguientes: 0230583 este y 8921139 norte, con una altitud promedio de 3857 m.s.n.m. Existen dos accesos al terreno, el primero que desvía hacia el oeste de la carretera principal e ingresa por la población de Ticapampa por un camino afirmado que fue habilitado por Hidroandina para la ubicación de una de sus estaciones eléctricas. El segundo es un camino de herradura que fue construido para el traslado de desechos sólidos, este camino en la actualidad está en mal estado por falta de mantenimiento y se encuentra a 500 metros antes del desvío hacia el distrito de Recuay.

**Tabla 1**

*Principales vías de acceso al fundo “Chipta”*

<b>Ubicación</b>	<b>Estado de la carretera</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo</b>
Huaraz –Ticapampa	Asfaltada	32,0	35 minutos
Ticapampa - Área del Proyecto	Trocha	2,1	10 minutos

*Fuente:* Equipo Técnico SEE S.A.C. (2011)

## **Clima**

La Compañía Minera Vancouver S.A.C. (2012) indica que según los datos obtenidos por la Estación Meteorológica de Querococha (2012), el clima de la zona en estudio tiene las siguientes características:

### **1) Precipitación**

La precipitación pluvial anual es de 594,8 mm (promedio de 5 años), cuyas variaciones anuales está en relación con la llegada de los fenómenos climáticos en la zona, caracterizándose por presentar un periodo de lluvias entre los meses de diciembre y abril. En tanto el periodo seco se da en los meses restantes del año.

### **2) Temperatura**

La zona en estudio tiene una temperatura media anual de 7,29 ° C, presentando sus valores más bajos en los meses de junio y julio con 7,0° C. La temperatura media mensual presenta sus valores más altos en los meses de octubre-noviembre con una temperatura de 9,5° C.

### 3) Humedad relativa

El promedio mensual de la humedad relativa en la microcuenca donde se ubica el fundo fluctúa durante el año entre 63 % en el mes de julio a 71 % el mes de marzo que es el mes más húmedo, en tanto la humedad relativa promedio anual de la zona en estudio es de 67,5 %.

**Tabla 2**

*Datos climatológicos de la zona de Ticapampa (promedio de 2008-2012)*

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)
		Máxima	Mínima	Media	
Enero	87,0	9,1	5,0	7,2	69
Febrero	103,1	9,1	5,0	7,2	71
Marzo	106,8	9,0	5,0	7,3	71
Abril	61,3	9,3	5,0	7,3	70
Mayo	18,0	9,4	5,5	7,4	67
Junio	2,6	9,3	4,5	7,0	65
Julio	1,4	9,1	4,2	7,1	63
Agosto	6,7	9,5	6,0	7,5	63
Setiembre	29,9	9,5	6,3	7,5	65
Octubre	56,6	9,4	6,4	7,4	68
Noviembre	56,8	9,5	6,5	7,5	68
Diciembre	64,7	9,3	6,8	7,3	70
<b>Promedios</b>	<b>49,58</b>	<b>9,3</b>	<b>5,5</b>	<b>7,3</b>	<b>67,5</b>

*Fuente: Minería Vancouver S.A.C (2012).*

## **a) Geología y geomorfología**

Según el Mapa Geológico del Perú, Instituto de Geología y Minería (1975), el ámbito del predio está conformada por unidades litológicas que corresponden a la era Cenozoica: Paleógeno (volcánico Calipuy, **Qp-g**) y Cuaternario con depósitos glacifluviales y morrénicos (**Ti-ca**).

El volcánico Calipuy (**Qp-g**) está conformado principalmente por una secuencia de lavas andesíticas y riódacíticas, que afloran en la parte media y superior de la ladera oriental de la Cordillera Negra y ocupan la parte superior del área del predio. Las deposiciones glacifluviales de materiales morrénicos (**Ti-ca**), están constituidos por sedimentos provenientes de rocas sedimentarias marinas erosionadas y transportadas desde la ladera occidental de la Cordillera Blanca. Ocupan la parte inferior de la ladera oriental de la Cordillera Negra. No aflora, pero subyace en la parte inferior del predio.

El presente estudio se desarrolló en el periodo comprendido entre los meses de setiembre del año 2015 y finalizó en el mes de febrero del año 2016.

### **2.1.2. Población y muestra**

#### **Población**

La población estuvo constituida por los suelos que pertenecen al fundo Chipta con una extensión total de 70 ha.



## **Muestra**

La muestra estuvo representada por los suelos con potencial agrícola del fundo en estudio con una extensión de 15,45 ha en donde los puntos de muestreo (10 calicatas) se ubicaron al azar a juicio del investigador de acuerdo con lo sugerido por Etchevers y Padilla (2007) quienes recomiendan la aplicación de este método al azar cuando se trata de pequeñas áreas. Los puntos de muestreo están representados en el mapa georreferenciado (Ver Apéndice 1).

### **2.1.3. Técnicas instrumentales**

Para la descripción morfológica de los perfiles en los puntos de muestreo se utilizó la Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2009) y el Manual de Campo para la Descripción y Muestreo de Suelos, propuesto por Schoeneberger *et al.* (2002). La evaluación de las variables en estudio se hizo de acuerdo con la Metodología propuesta por Langhor (1979).

### **2.1.4. Descripción de la investigación**

El presente estudio se desarrolló en una secuencia de diversas actividades, considerándose las siguientes fases:

#### **Fase preliminar**

La fase preliminar del trabajo de investigación se desarrolló teniendo en cuenta las siguientes actividades:

- Reconocimiento del área en estudio, teniendo en cuenta límites, vías de comunicación (carreteras, trochas carrozables, caminos de herradura, etc.), formaciones geológicas y patrones edáficos más importantes.
- Recopilación de datos y del material informativo de la zona en estudio.
- Diseño del mapa base de la zona ubicando los puntos de muestreo.

## **Fase de campo**

El mapeo sistemático de suelos se hizo mediante 10 calicatas de 1,2 m de profundidad adistancias establecidas en el plano base.

- Caracterización de los suelos a través de las calicatas y registradas en las Fichas de Descripción de Perfiles.
- Lectura de los perfiles teniendo en cuenta su clasificación taxonómica y la capacidad de uso mayor de los suelos de acuerdo en concordancia al método propuesto por Langhor (1979), citado por, en base a los siguientes parámetros: Horizonte, profundidad, color, textura, modificador textural, estructura, consistencia, pH, carbonatos y límite (Apéndice 5):

**Características generales:** De cada calicata se anotaron las características del campo circundante como son: Número de calicata, serie, clasificación natural, fisiografía, relieve, distribución de raíces, salinidad, pedregosidad superficial, clasificación técnica y taxonómica, localidad, material madre clima, altitud, permeabilidad, drenaje pendiente, asociación, erosión, vegetación o cultivo, escorrentía superficial, profundidad de la napa freática, humedad, porosidad y alcalinidad.

**Descripción de perfiles:** Luego se realizó la descripción de los perfiles teniendo en cuenta los parámetros siguientes: Horizonte, profundidad, color, textura, modificador textural, estructura, consistencia, pH, carbonatos y límite.

## **Fase de laboratorio**

Las muestras de suelos obtenidas en la fase de campo se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Agraria La Molina, determinándose las siguientes características:

- La reacción de suelo (pH): Método del Potenciómetro.
- La conductividad eléctrica (CE): Método del Conductímetro.
- Carbonatos: Método del Gasto Volumétrico.

- Contenido de carbono orgánico: Walkley y Black
- Fósforo disponible: Método de Olsen Modificado. Extractante: NaHCO<sub>3</sub>, 0,5 M, pH 8,5.
- Potasio disponible: Método de Absorción Atómica. Extractante: NaHCO<sub>3</sub> 0,5M, pH 8,5.
- La textura: Método del Hidrómetro de Bouyoucos, también llamado Método del Hidrómetro.
- La capacidad de intercambio Catiónico: Método del Fotómetro de Llama.
- Los cationes cambiables: Método del Fotómetro de Llama.

### **Fase de gabinete**

En esta fase se desarrollaron las siguientes acciones:

- Tabulación de los resultados obtenidos en campo y laboratorio
- Los criterios de clasificación se basaron en la ecuación propuesta por Langhor, que considera la evaluación de las características mediante a la siguiente ecuación:

$$T = \frac{M, t, d, r}{p, pr, pe, e, (c)} CU$$

### **Dónde:**

- T: Denominación taxonómica del suelo, según la Clasificación Mundial (FAO o *Soil Taxonomy*)
- M: Material parental (sustrato)
- t: Textura de la capa u horizonte superficial
- d: Drenaje interno
- r: Reacción o pH
- p: Pendiente
- pr: Profundidad efectiva
- pe: Pedregosidad
- e: Erosión
- (c): Presencia de capas duras
- CU: Clase o clases de capacidad de uso mayor potencial del suelo

En la ecuación, el numerador **M, t, d,** y **r** representa la serie de suelo que está conformada por todos aquellos suelos desarrollados de un mismo material parental (M), textura (t), drenaje (d) y reacción similar (r).

El denominador **p, pr, pe, e** y **(c)** constituye la fase de las series y complejos de suelos conformados por la pendiente (p), profundidad efectiva (pr), pedregosidad (pe), erosión (e) y presencia eventual de capas duras (c). En base a la Ecuación de Langhor explicada líneas arriba, mediante las siguientes tablas se evaluaron las propiedades de los suelos en estudio.

**Tabla 3**

*Evaluación del material parental del suelo*

<b>Tipo de Material</b>	<b>Características</b>	<b>Símbolo</b>
a) Rocas coherentes duras o meteorizadas	● Calizas en general	Ca
	● Areniscas y/o cuarcíticas	Ar
	● Lutitas, pizarras y/o limolitas	Lu Tu
	● Tufos volcánicos	Vo
	● Otro material volcánico	
	● De origen aluvial	Al
b) Material detrítico de diferente origen	● De origen fluvio glaciario, aluvio coluvial o coluvial	Di, Do
	a) carácter fino	
	b) carácter grueso	

**Nota:** Se encierra dos símbolos (Ar-Do) en el caso de materiales complejos

*Fuente:* Langhor (1979).

La evaluación de las variables en estudio se hizo de acuerdo con la Metodología propuesta por Langhor (1979), tal como se indica en las siguientes tablas:

**Tabla 4***Evaluación de la textura en base al triángulo textural*

<b>Denominación</b>	<b>Clases</b>	<b>Símbolos simples</b>	<b>Símbolos complejos</b>
Ligera	Arena, arena franca, franco arenosa	L	
Media	Franca, franco limosa, franco arcillo limosos, Franco arcillo arenosa, limo	M	L
Pesada	Arcilla, arcillo limosos, arcillo arenoso, franco arcilloso	P	M

*Fuente: Langhor (1979)***Tabla 5***Evaluación del drenaje interno*

<b>Denominación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Símbolos</b>	
		<b>Simple</b> a	<b>Complejos</b> A
Excesivo	Asociado a texturas gruesas y/o a poca profundidad el perfil no muestra moteados.	E	
Buena	Asociado generalmente a texturas medias, el perfil no muestra moteada o pocos en la base.	I	E
Imperfecto	Asociado generalmente a texturas medias a pesadas, abundante moteado en el perfil.	O	I
Pobre	Moteados abundantes en el perfil, horizonte gley azulado o gris, nivel freático permanente o fluctuante.		O
Nulo o anegado	El horizonte de gley aparece en los 30 cm superiores del perfil, anegamiento.	U	U

*Fuente: Langhor (1979)*

**Tabla 6***Evaluación del pH*

Denominación	Clase de pH	Símbolos simples	Símbolos complejos
Muy fuertemente ácido	< 5,4	f	F
Fuertemente a ligeramente ácido	5,5 – 6,4	L	L
Ligeramente ácido a ligeramente alcalino	6,5 – 7,4	N	N
Moderadamente alcalino a alcalino	> 7,4	k	K

*Fuente:* Langhor (1979).**Tabla 7***Evaluación de la pendiente*

Denominación	Rango %	Símbolos simples y complejos	
Nula a casi al nivel	0 – 4	1	I
Ligeramente inclinado	5 – 12	2	II
Moderadamente empinado	13 – 25	3	III
Empinado	26 – 50	4	IV
Muy empinado	51 – 70	5	V
Extremadamente empinado	+ 70	6	V

*Fuente:* Langhor (1979).

**Tabla 8***Evaluación de la profundidad efectiva*

<b>Denominación</b>	<b>Rango en cm</b>	<b>Símbolos simples</b>	<b>Símbolos complejos</b>	
Muy superficial a superficial	< 30	a	A	
Superficial a moderadamente profundo	30 - 60	e	E	O
Moderadamente profundo a profundo	60 - 120	i	I	
Muy profundos	> 120	o		U

*Fuente:* Langhor (1979).**Tabla 9***Evaluación de la pedregosidad*

<b>Descripción de las clases</b>	<b>Símbolos simples</b>	<b>Símbolos complejos</b>
Sin piedras o con muy pocas que no interfieren el cultivo.	0	
Piedras suficientes para interferir, pero no imposibilitar las labores para cultivos de escarda.	1	I
Piedras suficientes para imposibilitar las labores requeridas para los cultivos de escarda, pero el suelo puede prepararse para la siembra de pastos mejorados.	2	II
El uso de maquinaria es impedido, excepto la muy liviana. Pueden utilizarse para pastos o la forestación.	3	III
Imposible para usar maquinaria. Puede usarse para pastos de calidad inferior o para bosques.	4	IV
Superficie prácticamente pavimentada de piedras.	5	V

*Fuente:* Langhor (1979).

**Tabla 10***Evaluación de la erosión*

<b>Clases</b>	<b>Símbolos simples</b>	<b>Símbolos complejos</b>
Ninguna a leve	n	M
Moderada	M	
Severa	S	S

*Fuente:* Langhor (1979).**Tabla 11***Evaluación de las capas duras o densas*

<b>Tipos</b>	<b>Símbolos</b>
Costra calcárea u horizonte petrocálcico. Capa dura rica en CaCO <sub>3</sub> .	C
Fragipan. Capa de tierra densa y muy poco permeable a las raíces.	X
Contacto petroférico. Capa dura enriquecida en óxidos de fierro y manganeso.	F
Duripan. Capa dura cementada por sílice.	D

Nota: Se anotan mayúsculas en el caso que los contactos no sean continuos en una unidad (C, X, F, D). *Fuente:* Langhor (1979).



**Tabla 12***Evaluación de los símbolos simples*

<b>Símbolos</b>	<b>Descripción</b>
A	Tierras arables aptas para cultivos
C y P	Tierras generalmente no arables aptas para cultivos permanentes (Frutales, pastos y forestales).
F	Tierras marginales para la agricultura (Aptas solo para el pastoreo extensivo y forestal).
X	Tierras sin uso agropecuario ni forestal.

*Fuente:* Langhor (1979).**Tabla 13***Evaluación de los símbolos complejos*

<b>Símbolos</b>	<b>Asociación de clase</b>	<b>Proporción</b>
II(a, b, c, d, e)	II – IV	a: 30 % - 70 %
III(a, b, c, d, e)	III – IV	b: 40 % - 60 %
IV(a, b, c, d, e)	IV – VI	c: 50 % - 50 %
VI(a, b, c, d, e)	VI – VII	d: 60 % - 40 %
VII(a, b, c, d, e)	VII – VIII	e: 70 % - 30 %
Ejemplo: Vía equivale a:	VI - VII	30 % - 70 %

*Fuente:* Langhor (1979).**2.1.5. Identificación de las variables y su mensuración**

La evaluación de las propiedades edáficas y fisiográficas se hizo de acuerdo con el Método propuesto por Langhor (1979), teniéndose en cuenta las variables consideradas en la Tabla 14.

**Tabla 14***Variables, unidades de medida y métodos*

<b>VARIABLES EN ESTUDIO</b>	<b>UNIDADES DE MEDIDA</b>	<b>MÉTODO</b>
1. Material Parental	Tipo de Roca	Visual
2. Textura	Porcentaje	Bouyoucos
3. Drenaje	Porcentaje	Visual
4. Reacción	Grado	Potenciómetro
5. Pendiente	Grado	Eclímetro
6. Profundidad efectiva	Centímetros	Campo
7. Pedregosidad	Tipos	Campo
8. Erosión	Grado	Campo
9. Presencia de capas duras	Grupos	Campo
10. Clase de Capacidad de Uso Mayor		Reglamento CUM

*Fuente:* Elaboración propia

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

### **3.1. Caracterización de los suelos del fundo “Chipta”**

#### **Resultados de los análisis físico y químico de los suelos del fundo “Chipta”**

En las siguientes tablas muestran los resultados del análisis fisicoquímico y la evaluación de las principales características de los suelos del fundo Chipta de acuerdo con la Ecuación de Langohr.

De acuerdo a los resultados que se evidencian en la Tabla 15, la profundidad de los suelos del fundo Chipta varía de superficiales a moderadamente superficial (30-50 cm), el pH se encuentra entre moderadamente ácido a muy fuertemente ácido (5,01 – 5,70), indicando problemas en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, con una conductividad eléctrica muy baja que indica ausencia de sales, lo cual favorece al desarrollo de los cultivos, el contenido de carbonatoses nulo, lo que acentúa la acidificación del suelo, la materia orgánica se encuentra por lo general en niveles bajos requiriendo la adición de este componente mediante un abonado, con contenidos medios de fósforo y contenido medio a alto de potasio disponible.

**Tabla 15** Resultados del análisis de la profundidad, pH, C.E.,  $CO_3^{2-}$ .M.O, P y K disponibles

N° Calicata	Horiz.	Prof. (cm)	pH (1:1)	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> )	CaCO <sub>3</sub> (g.kg <sup>-1</sup> )	M.O. (g.kg <sup>-1</sup> )	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )
C1	A	0-28						
	A	+ 28	5,70	0,04	0,0	9,7	15,60	97,0
C2	A	0-30	5,01	0,08	0,0	14,8	11,09	151,0
	C	+ 30						
C3	A	0-35	5,04	0,09	0,0	17,9	11,75	186,0
	C	+35						
C4	A	0-30	5,09	0,09	0,0	11,7	9,21	127,8
	C	+ 30						
C5	A	0-40	5,10	0,10	0,0	11,0	12,41	220,0
	C	+40						
C6	A	0-30	5,71	0,17	0,0	16,5	11,84	264,0
	AC	30-50						
	C	+50						
C7	Ap	0-40	5,52	0,14	0,0	15,2	16,82	278,0
	C	+40						
C8	Ap	0-30	5,20	0,18	0,0	20,6	12,41	316,0
	C	+ 30						

C9	Ap	0-50						
	C	+50	5,82	0,13	0,0	18,1	9,68	198,0
C10	A	0-20						
	C	+20	5,44	0,08	0,0	18,3	8,55	262,0

*Fuente:* Laboratorio de Ingeniería Agrícola de Universidad Nacional Agraria la Molina.

De acuerdo con la Tabla 15, la profundidad de los suelos del fundo Chipta varía de superficiales a moderadamente superficial (30 - 50 cm), el pH se encuentra entre moderadamente ácido a muy fuertemente ácido (5,01 – 5,70), indicando problemas en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, con una conductividad eléctrica muy baja que indica ausencia de sales, lo cual favorece a diversos cultivos. El contenido de carbonatos es nulo, la materia orgánica se encuentra por lo general en niveles bajos requiriendo la adición de este componente mediante un abonado, con contenidos medios de fósforo y contenido medio a alto de potasio disponible.

### **Resultados del análisis físico (Distribución de partículas) de los suelos del fundo “Chipta”**

De acuerdo con la Tabla 16 en los suelos en estudio predomina la textura gruesa (arena franca) a moderadamente gruesa (franco arenosa), con predominio de la fracción arena. Por lo tanto, estos suelos tendrán poca capacidad retentiva de agua indicando que, si se hace uso de la irrigación, los riegos deben ser muy frecuentes pero ligeros.

**Tabla 16***Contenido de arena, limo y arcilla y clase textural de los suelos del fundo “Chipta”*

N° Calicata	Análisis Mecánico						Clase	Textural
	Arena	%	Limo	%	Arcilla	%		
C1	76,40		18,0		5,60		Arena franca	
C2	70,40		20,0		9,60		Franco arenoso	
C3	68,40		24,0		7,60		Franco arenoso	
C4	64,40		26,0		9,60		Franco arenoso	
C5	54,40		24,0		19,60		Franco arenoso	
C6	62,40		24,0		13,60		Franco arenoso	
C7	72,40		20,0		7,60		Franco arenoso	
C8	66,40		22,0		11,60		Franco arenoso	
C9	62,40		23,28		14,32		Franco arenoso	
C10	60,40		27,28		12,32		Franco arenoso	

*Fuente:* Laboratorio de Ingeniería Agrícola de Universidad Nacional Agraria la Molina.

### **Resultados del análisis químico de los suelos del fundo “Chipta”**

La Tabla 17 indica que la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos esta entre media a alta, esto debido al tipo de arcilla del grupo 2:1 que contienen estos suelos, la distribución de los cationes cambiabiles están en niveles medios con un claro predominio del catión  $Ca^{2+}$  indicando la existencia de problemas de lavaje de bases, la saturación de bases es alta.

**Tabla 17**

Capacidad de intercambio catiónico, cationes cambiabes y porcentaje de saturación de bases de los suelos del fundo “Chipta”

N° Calicata	CIC	Cationes cambiabes					Suma de cationes	Suma de bases	Porcentaje saturación de Bases
		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
C1	16,64	3,44	0,57	0,15	0,17	0,27	4,60	4,33	94,13
C2	27,52	4,01	0,65	0,12	0,26	0,87	5,91	5,04	85,28
C3	23,20	3,72	0,67	0,08	0,31	0,80	5,58	4,78	85,67
C4	27,20	13,95	0,73	0,08	0,22	7,20	22,18	14,98	67,54
C5	19,04	5,20	0,95	0,10	0,41	0,40	7,06	6,66	94,33
C6	21,60	11,25	3,18	0,10	0,47	0,53	15,53	15,00	96,59
C7	17,60	4,50	1,0	0,14	0,55	1,07	7,26	6,19	85,27
C8	21,60	6,62	1,38	0,12	0,62	0,20	8,94	8,74	97,77
C9	31,52	9,02	1,68	0,10	0,42	0,33	11,55	11,22	97,14
C10	23,68	7,24	1,28	0,19	0,37	0,40	9,48	9,08	95,79

*Fuente:* Laboratorio de Ingeniería Agrícola de Universidad Nacional Agraria la Molina.

### 3.2. Descripción de los grupos de suelos

Grupo I: El Grupo 1 está constituido por las calicatas 1 y 6. Perfil modal: Calicata 1



**Figura 1.** Perfil modal y vista panorámica de los suelos del grupo I.  
Fuente: Elaboración propia

Grupo II: Este grupo 2 está conformado por las calicatas 7 y 9. Perfil modal: Calicata 7



**Figura 2.** Perfil modal y vista panorámica de los suelos del Grupo II.  
Fuente: Elaboración propia



Grupo III: Este grupo está conformado por las calicatas 2, 3 y 4. Perfil modal: Calicata 2



**Figura 3.** Perfil modal y vista panorámica de los suelos del grupo III.  
Fuente: Elaboración propia

Grupo IV. Este grupo está conformado por la calicata 5. Perfil modal: Calicata 5



**Figura 4.** Perfil modal y vista panorámica de los suelos del grupo IV.  
Fuente: Elaboración propia

Grupo V: Este grupo está constituido por las calicatas 8 y 10. Perfil Modal: Calicata 8



*Fuente 5. Perfil modal y Vista Panorámica de los suelos del Grupo V.*  
*Fuente: Elaboración propia*

## 1) Grupo I: Calicata modal 1

### a. Características generales

Según el perfil modal del Grupo I (Calicata 1) estos suelos son originados de un material madre coluvial (DO), con una fisiografía de terraza inclinada y relieve ligeramente ondulada (U), pendiente moderadamente empinada (3) con una erosión moderada (m), la distribución de raíces es superficial, con escorrentía superficial lenta (L), drenaje normal (e) y con una permeabilidad moderada (m), exento de piedras (O), están clasificados por su capacidad de uso mayor como suelos del tipo A3, taxonómicamente es un Entisol, con napa freática profunda y con humedad deficiente, buena porosidad y sin problemas de alcalinidad y salinidad, la vegetación está conformada por grama o kikuyo. Estos suelos están ubicados a 3300 m.s.n.m. UTM: 18L0230779 este, 8921707 oeste.

## **Descripción del perfil**

Horizonte A: horizonte mineral, suelos muy superficiales a moderadamente profundos (0-28 cm de profundidad), de textura media (franco arenosa), color marrón rojizo oscuro (5YR3/4), bloques subangulares finos, de consistencia friable en húmedo, permeabilidad moderada, ligeramente a moderadamente ácidos (pH 5,70), bajo contenido de materia orgánica (9,7 g.kg<sup>-1</sup>), límite brusco.

Horizonte C: + de 28 cm de profundidad, material madre, coluvial, lutita cuarcítica.

## **2) Grupo II: Calicata modal 7**

### **a. Características generales**

En el perfil modal del Grupo II (Calicata 7) se observa que estos suelos son originados de un material madre coluvial (DO), con una fisiografía de terraza inclinada y relieve ligeramente ondulada (U), pendiente ligeramente empinada (2) y erosión moderada (m), la distribución de raíces es superficial, con escorrentía superficial lenta (L), drenaje normal (e) y con una permeabilidad moderada (m), exentos de piedras (O), están clasificado por su capacidad de uso mayor como un suelo de tipo P3, taxonómicamente es un Entisol, con la napa freática profunda y con humedad deficiente, buena porosidad y sin problemas de alcalinidad y salinidad, vegetación conformada por grama o kikuyo, UTM: 18L0230685 este, 89291585 oeste.

### **b. Descripción del perfil**

Horizonte Ap: horizonte mineral, suelos superficiales a moderadamente profundos (0-30 cm de profundidad), de textura media (franco arenosa), color marrón rojizo oscuro (5YR3/4), granular, de consistencia firme en húmedo, permeabilidad moderada, ligeramente a moderadamente ácidos (pH 5,52), bajo contenido de materia orgánica (15,2 g.kg<sup>-1</sup>), límite difuso.

Horizonte C: Material madre de origen detrítico.

### **3) Grupo III: Calicata modal 2**

#### **a. Características generales**

En el perfil modal del Grupo III (Calicata 2) se observa que estos suelos son originados de un material madre coluvial (DO), con una fisiografía de terraza inclinada y relieve ligeramente ondulada (U), pendiente moderadamente empinada (3) y erosión moderada (m), la distribución de raíces es superficial, escurrimiento superficial lento (L), drenaje normal (e) y con una permeabilidad moderada (m), exento de piedras (O), está clasificado técnicamente como suelo de tipo A3, taxonómicamente es un suelo Entisol, con la napa freática profunda y con humedad deficiente, buena porosidad y sin problemas de alcalinidad y salinidad, vegetación conformada por grama o kikuyo, UTM: 18L0230822 este, 8921643 oeste.

#### **b. Descripción del perfil**

Horizonte A: Horizonte mineral, suelos superficiales a moderadamente profundos (0-30 cm de profundidad), de textura media (franco arenosa), color marrón oscuro (7,5YR4/4), bloques subangulares medios, de consistencia firme en húmedo, permeabilidad moderada, muy fuertemente ácidos (pH 5,01), bajo contenido de materia orgánica (14,8 g.kg<sup>-1</sup>), límite brusco.

Horizonte C: Material madre, lutitasilicia.

### **4) Grupo IV: Calicata modal 5**

#### **a. Características generales**

En el perfil modal del Grupo IV se observa que estos suelos son originados de un material madre coluvial (DO), con una fisiografía de terraza intermedia y relieve ligeramente ondulada (U), pendiente moderadamente empinada (3) y erosión moderada a severa (S), la distribución de raíces es superficial, escurrimiento superficial lento (L), con drenaje normal (e) y una permeabilidad moderada (m), exento de piedras (O), está clasificado por su capacidad de uso mayor como suelo

de tipo A3, taxonómicamente es un Entisol, con la napa freática profunda y con humedad deficiente, buena porosidad y sin problemas de alcalinidad y salinidad, vegetación conformada por grama o kikuyo, UTM: 18L0230830 este, 8921483 oeste.

#### **b. Descripción del perfil**

Horizonte A: Horizonte mineral, suelos muy superficiales a moderadamente profundos (0-40 cm de profundidad), de textura media (franco arenosa), color marrón rojizo oscuro (5YR3/4), bloques subangulares finos, de consistencia friable en húmedo, permeabilidad moderada, ligeramente a moderadamente ácidos (pH 5,70), bajo contenido de materia orgánica (9,7 g.kg<sup>-1</sup>), límite brusco.

Horizonte C: Material madre, coluvial, lutitacuarcítica

### **5) Grupo V: Calicata modal 8**

#### **a. Características generales**

En el perfil modal del Grupo V se observa que estos suelos son originados de un material madre coluvial (DO), con una fisiografía de terraza alta y relieve ligeramente ondulada (U), pendiente ligera a moderadamente empinada (3) y erosión moderada a severa (S), la distribución de raíces es superficial, escorrentía superficial lenta (L), drenaje normal (e) y con una permeabilidad moderada (m), exento de piedras (O), está clasificado técnicamente como suelo de tipo P3, taxonómicamente es un suelo Entisol, con la napa freática profunda y con humedad deficiente, buena porosidad y sin problemas de alcalinidad y salinidad, vegetación conformada por grama o kikuyo, UTM: 18L0230617 este, 8921572 oeste.

## b. Descripción del Perfil

**Horizonte A:** Horizonte mineral, suelos muy superficiales a moderadamente profundos (0-30 cm de profundidad), de textura media (franco arenosa), color marrón oscuro (7,5 YR 4/4), granular, de consistencia friable en húmedo, permeabilidad moderada, muy fuertemente ácido (pH 5,20), bajo contenido de materia orgánica (20,6 g.kg<sup>-1</sup>), límite abrupto.

Horizonte C: Material madre, coluvial, lutita cuarcítica.

### 3.3. Clasificación de las unidades de suelos según la Ecuación de Langhor

De acuerdo con la evaluación de los parámetros sugeridos por Langhor (1979) se han encontrado cinco unidades de suelos:

#### a) Unidad I

Suelos agrícolas, de ligera a moderadamente ácidos, muy superficiales a moderadamente profundos, moderadamente empinados, cuyas características de acuerdo con la Ecuación de Langhor son las siguientes:

Entisol, es un suelo joven con escaso desarrollo pedogenético (perfil A/C), **Do:** Material madre aluvio-coluvial, **I:** Textura ligera, **e:** Drenaje moderadamente excesivo, **I:** pH de fuertemente a ligeramente ácido, **3:** Pendiente moderadamente empinada, **A:** Profundidad superficial, **0:** Ausencia de piedras, **m:** Erosión moderada, **(-):** Ausencia de capas duras y **A3sec:** Tierras para cultivos en limpio con severas limitaciones debidas al suelo, erosión y clima, las mismas que no permiten la elección de una gran variedad de cultivos.

Estas características están resumidas en la siguiente ecuación:



$$Entisol = \frac{Do, l, e, l}{3, A, 0, m (-)} A3sec$$

- Los suelos de esta unidad son de uso agrícola y tienen una extensión de 3,37 ha, representando el 21,81 % del área estudiada.

b) Unidad II

Suelos de pastoreo, de ligera a moderadamente ácidos e inclinados, con moderada a severa erosión, superficiales a moderadamente profundos, cuyas características de acuerdo con la Ecuación de Langhor son las siguientes:

Entisol, suelo joven con escaso desarrollo pedogenético con perfil A/C, **Do:** Material madre aluvio-coluvial, **l:** Textura ligera, **e:** Drenaje moderadamente excesivo, **l:** pH de fuertemente a ligeramente ácido, **2:** Pendiente ligera a moderadamente empinada, **e:** Profundidad superficial a moderada, **0:** Ausencia de piedras, **S:** Perdida de la capa superficial, **(-):** Ausencia de capas duras, **P3sec:** Tierras para pastos con baja aptitud agrológica, con limitaciones debidas al suelo, erosión y clima que limitan la elección de un amplio rango de cultivos.

Estas características están representadas en la siguiente ecuación:

$$Entisol = \frac{Do, l, e, l}{2, e, 0, S (-)} P3sec$$

- Los suelos de esta unidad son suelos de uso para el pastoreo con una extensión de 2,45 ha, equivalentes al 15,86 % del área estudiada.

c) Unidad III

Suelos fuertemente ácidos, con moderada inclinación y superficiales a moderadamente profundos, cuyas características de acuerdo con la ecuación de Langhor son las siguientes:

Entisol, suelo joven con escaso desarrollo pedogenético (perfil A/C), **Do**: Material madre aluvio coluvial, **l**: Textura ligera, **e**: Drenaje moderadamente excesivo, **f**: pH fuertemente ácido, **3**: Pendiente moderadamente empinada, **e**: Profundidad superficial a moderada, **0**: Ausencia de piedras, **m**: Erosión moderada, (-): Ausencia de capas duras, **A3sec**: Tierras para cultivos en limpio con baja aptitud agrológica, con limitaciones debidas al suelo, erosión y clima, constituyéndose en factores que no permiten la elección de una amplia rotación de cultivos.

Estas características están resumidas en la siguiente ecuación:

$$Entisol = \frac{Do, l, e, f}{3, e, 0, m (-)} A3sec$$

- Los suelos de esta unidad son suelos de uso agrícola y tienen una extensión de 4,56 ha, equivalente al 29,51 % del área estudiada.

#### d) Unidad IV

Suelos agrícolas, fuertemente ácidos, con moderada inclinación, superficiales y con riesgo de erosión severa, cuyas características de acuerdo con la Ecuación de Langhor son las siguientes: Entisol, suelo joven con escaso desarrollo pedogenético (perfil A/C), **Do**: Material madre aluvio coluvial, **l**: Textura ligera, **e**: Drenaje moderadamente excesivo, **f**: pH fuertemente ácido, **3**: Pendiente moderadamente empinada, **e**: Profundidad superficial a moderada, **0**: Ausencia de piedras, **s**: Perdida de la capa superficial, (-): Ausencia de capas duras, y **A3sec**: Tierras aptas para cultivos en limpio de baja aptitud agrológica con limitaciones debidas al suelo, erosión y clima.

Estas características están resumidas en la siguiente ecuación:

$$Entisol = \frac{Do, l, e, f}{3, e, 0, s (-)} A3sec$$

- Los suelos de esta unidad son de uso agrícola y tienen una extensión de 1,84 ha, que representa el 11,90 % del área estudiada.



e) Unidad V

Suelos de pastoreo, fuertemente ácidos, con pendiente de ligera a moderada inclinada, muy superficiales a moderadamente profundos y erosión de moderada a severa, cuyas características de acuerdo con la ecuación de Langhor son las siguientes:

Entisol: Suelo joven con escaso desarrollo pedogenético (perfil A/C), **Do**: Material madre aluvio-coluvial, **l**: Textura ligera, **e**: Drenaje moderadamente excesivo, **f**: pH fuertemente ácido, **2**: Pendiente ligera a moderadamente empinada, **A**: Profundidad superficial, **0**: Ausencia de piedras, **S**: Pérdida de la capa superficial, **(-)**: Ausencia de capas duras, y **P3sec**: Tierras para pastos con baja aptitud agrológica, con limitaciones debidas al suelo, erosión y clima.

Estas características están resumidas en la siguiente ecuación:

$$Entisol = \frac{Do, l, e, f}{2, A, 0, S (-)} P3sec$$

- Los suelos de esta unidad son de uso para el pastoreo y tienen una extensión de 3,23 ha que representan el 29,89 % del área estudiada.

Los resultados obtenidos corresponden solamente al área con potencial agrícola que están ubicados en la zona más baja y plana del fundo, ocupando un área de 15,45 ha. El resto del territorio del fundo en estudio son tierras eriazas con posibilidades de la adaptación de especies forestales nativas, por tener elevada pendiente, muy rocosos y a una altura superior a los 3400 m.s.n.m.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

### 4.1 Caracterización de los suelos del fundo “Chipta”

Los resultados obtenidos de la caracterización y análisis de la profundidad, pH, conductividad eléctrica, carbonatos, materia orgánica, fósforo y potasio disponibles, demostraron que la mayoría de los suelos tienen un desarrollo pedogenético constituido por perfiles A/C a excepción de las calicatas 7 y 8 cuyos perfiles son de tipo Ap/C y la calicata 6 que tiene un perfil A/AC/C.

Interpretando los resultados obtenidos se determinó que el desarrollo pedogenético de los suelos se clasifica de acuerdo con la taxonomía de suelos en la categoría de Entisol, lo cual indica que son suelos jóvenes de material edáfico, los cuales se muestran en la Tabla 16.

#### a) Profundidad

La profundidad efectiva de los suelos en estudio varía entre los 20 a 50 cm, considerándose la profundidad como muy superficiales (< 25 cm) y superficial (25-50 cm).

Esta escasa profundidad constituye una limitación sumamente importante al momento de elegir los cultivos y sobre todo en las prácticas agronómicas que se deben tener en cuenta para no mezclar el horizonte superficial (A) con el horizonte subterráneo (C).

#### b) pH, conductividad eléctrica y contenido de carbonatos.

Sobre la reacción del suelo, los resultados que se obtuvieron determinaron que el pH es variable siendo muy ácido ( $\text{pH} < 5,5$ ) en las calicatas C2, C3, C4, C5 y C8, y ácido ( $\text{pH}$  entre 5,5 y 6,5) en las calicatas C1, C6, C7, C9 y C10.

Los resultados obtenidos nos indican que en estos suelos habrían problemas de exceso de elementos menores que podrían ser tóxicos a los cultivos, asimismo, indica que existe deficiencia de elementos mayores, especialmente de fósforo, lo cual concuerda con lo señalado por Donahue *et al.* (1987) quienes señalan que el efecto del pH es grande sobre la solubilidad de los minerales, afirmando que los suelos fuertemente ácidos tienen altas concentraciones de Al y Mn que llegan a niveles tóxicos afectando seriamente el desarrollo radicular especialmente en plantas muy susceptibles.

No se han encontrado problemas de salinidad ya que la conductividad eléctrica está por debajo de  $0,18 \text{ dS.m}^{-1}$ . Asimismo, los suelos tienen contenido cero de carbonatos de calcio, debido al intenso lavado que tienen estos suelos por las fuertes lluvias.

#### c) Materia orgánica

El contenido de materia orgánica es bajo en la mayor parte de los suelos estudiados con valores por debajo de  $18,1 \text{ g.kg}^{-1}$  a excepción de la calicata 8 (C8) que tiene un contenido de  $20,6 \text{ g.kg}^{-1}$ , considerándose como un contenido ligeramente medio.

Como indica el autor, los niveles de materia orgánica encontrados en este estudio son valores característicos de los suelos altos andinos sometidos a una erosión constante (Zavaleta, 1991).

#### d) Fósforo y potasio disponibles

Con respecto al fósforo disponible, los resultados indican que la mayoría de los suelos tienen contenido medio de fósforo con valores que oscilan entre  $8,55$  a  $12,41 \text{ mg.kg}^{-1}$  (C2, C3, C4, C5, C6, C8, C9 y C10) y contenido alto con valores entre  $15,6$  y  $16,82 \text{ mg.kg}^{-1}$  (C1 y C7). El contenido de potasio disponible también es variable, siendo medio en la calicata C1 ( $97,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), alto en las calicatas C2, C3, C4, C5 y C9 con valores entre  $151$  a  $220 \text{ mg.kg}^{-1}$  y muy alto en las calicatas C6, C7, C8 y C10 con valores entre  $262,0$  a  $316,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Por lo tanto, siendo las sustancias minerales el principal componente que las plantas necesitan para su nutrición vegetal y que se liberan por la degradación de los restos orgánicos como indica

(Boulaïne, 1980), se debe realizar un buen plan de fertilización y de esta manera cubrir las necesidades de la planta sin saturar ni extraer los minerales naturales del suelo.

e) Textura

La Tabla 16 muestra los resultados del análisis de la textura y de acuerdo con estos resultados se aprecia que a excepción de la calicata C1 que tiene una clase textural Arena franca, las restantes C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9 y C10 son de textura gruesa.

En consecuencia, la propiedad textural gruesa que es la más estable no es aparentemente buena sobre todo para una buena retención de la humedad en el suelo, y por su bajo contenido de arcilla y alta predominancia de arenas, tendrán una baja capacidad de retención de los nutrientes necesarios para el desarrollo normal de las plantas que se puedan cultivar en estos suelos. Tal como lo señala Porta *et al.* (2003) la propiedad textural permite inferir otras propiedades y características relacionadas con el uso y comportamiento del suelo, tales como la capacidad de retención y suministro de agua disponible para las plantas, facilidad para la circulación del agua, facilidad para el laboreo, riesgo de formación de costra superficial, riesgo de erosión hídrica y eólica, capacidad de almacenar nutrientes, entre otras características para el normal desarrollo de las plantas.

f) Capacidad de intercambio catiónico, cationes cambiabiles y porcentaje de saturación de bases

La Tabla 17 muestra la capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes cambiabiles y porcentaje de saturación de bases de los suelos del fundo en estudio. La tabla muestra que la CIC de los suelos estudiados varían entre moderadamente alta de 12 a 20  $\text{cmol (+).kg}^{-1}$  (calicatas C1, C5 y C7) a muy alta con una  $\text{CIC} > 20 \text{ cmol (+).kg}^{-1}$  (calicatas C2, C3, C4, C6, C8, C9 y C10).

Estos resultados tienen valores altos de capacidad de intercambio catiónico debido al tipo de arcilla (arcillas 2:1) que predomina en los suelos en estudio, aunque los porcentajes de arcillas y el contenido de materia orgánica son bajos.

Asimismo, a excepción de la calicata cuatro (C4) que tiene un alto contenido de calcio cambiante con relación a los otros cationes cambiables, el resto de los suelos tienen niveles de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$  y  $\text{Na}^{+}$  normales; y la relación Ca/Mg indica que posiblemente haya deficiencia de K en la calicata cuatro (C4), el resto de las calicatas tienen una relación Ca/Mg ideal.

De igual manera, la relación Ca/K muestra que solamente en la calicata uno (C1) la relación es ideal mientras que en las demás calicatas (de la C2 hasta la C10) indique claramente que hay una marcada deficiencia de K en el complejo de cambio.

La relación Mg/K es ideal en todas las calicatas estudiadas. Con respecto a la relación  $\text{Al}^{+3} + \text{H}^{+}$  se ha encontrado que solamente la calicata cuatro (C4) tiene una notoria acidez cambiante (32,46 %), lo cual podría afectar seriamente a los cultivos sensibles a la acidez.

A excepción de la calicata cuatro (C4), todos los suelos de las demás calicatas tienen un porcentaje de saturación de bases (PSB) alta.

#### **4.2. Clasificación de las unidades de suelos según la ecuación de Langhor**

Mediante la aplicación de la Ecuación de Langhor se clasificaron los suelos del fundo “Chipta” en cinco unidades de suelos de la siguiente manera:

##### 1) Unidad I

Son suelos que no muestran un desarrollo definido de sus perfiles (**Entisol**), con material detrítico de origen aluvio-coluvial, considerado como un material transportado por la gravedad, la acción de hielo, el deshielo y principalmente por el agua (**Do**), de textura ligera (Franco arenosa), son suelos con mayor cantidad de arena (60 %) que el franco común con arcilla, arenay limo en cantidades similares (*I*), presentando un drenaje moderadamente excesivo asociado a

texturas medias, observándose la presencia de poco o casi nada de moteaduras (**e**), el pH es de fuertemente a ligeramente ácido (pH 5,70 a 5,00) (**I**), con pendiente moderadamente empinada (16-21 %) (**3**) y muy superficiales a moderadamente profundos (0-28 a 0-50 cm) (**A**), poca o nula presencia de piedras que no interferirá a los cultivos (**0**), a su vez con erosión moderada y pérdida de al menos el 15 % de la capa superficial (**m**), evidenciándose la ausencia de capas duras o densas (-), son clasificados como tierras para cultivo en limpio, con baja calidad agrológica (**A3sec**), con limitaciones por los factores edáfico, topográfico y climático.

En esta unidad están consideradas las calicatas 1 y 6 (Grupo I). Son suelos de uso agrícola con una extensión de 3,37 ha, representando el 21,81 % del área estudiada (ver Apéndice 2).

## 2) Unidad II

Son suelos que no muestran un desarrollo definido de sus perfiles (**Entisol**), con material detrítico de origen aluvio-coluvial, considerado como un material transportado por la gravedad, la acción de hielo, deshielo y principalmente por el agua (**Do**), de textura ligera (Franco arenosa), estos suelos contienen una mayor cantidad de arena (60 %) que el franco común con arcilla, arena y limo en cantidades similares (**I**), asimismo presentan un drenaje moderadamente excesivo asociado a texturas medias, observándose la presencia de poco o casi nada de moteaduras (**e**), el pH es de ligero a moderadamente ácido (pH 5,82 a 5,60) (**I**), con pendiente ligera a moderadamente empinada (11-15 %) (**II**) y una profundidad superficial a moderadamente profunda (0-40 a 0-50 cm) (**e**), con poca o nula presencia de piedras que no interferirá el cultivo (**0**), con una erosión moderada a severa, son suelos que presentan pérdida de la capa superficial (**S**), ausencia de capas duras o densas (-), clasificados como tierras para pastos, con baja calidad agrológica (**P3sec**), teniendo limitaciones por los factores edáfico y topográfico.

En esta unidad están consideradas las calicatas 7 y 9 (Grupo II), son suelos de pastoreo y tienen una extensión de 2,45 ha, representando el 15,86 % del área estudiada (Apéndice 2).

### 3) Unidad III

Son suelos que no muestran un desarrollo definido de perfiles (**Entisol**), con material detrítico de diferente origen (Aluvio-coluvial), considerados como un material transportado por acción de la gravedad, el hielo, deshielo y principalmente por el agua (**Do**), de textura ligera (Franco arenosa), suelos con mayor cantidad de arena (60 %) que el franco común con arcilla, arena y limo en cantidades similares (**I**), presentan un drenaje moderadamente excesivo asociado a texturas medias, observándose la presencia de poco o nada de moteaduras (**e**), el pH es muy fuertemente ácido (5,0 a 4,5) (**f**), con pendiente moderadamente empinada (15 -18 %) (**3**) y una profundidad superficial a moderadamente profunda (0–35 cm) (**e**), poca o nula presencia de piedras que no interferirá el cultivo (**0**), erosión moderada con una notoria pérdida de la capa superficial (**m**), ausencia de capas duras o densas (-), clasificados como tierras para el cultivo en limpio, con calidad agrológica baja (**A3sec**) y con limitaciones por los factores edáfico, topográfico y climático.

En esta unidad están consideradas las calicatas 2, 3 y 4 (Grupo III), son suelos de uso agrícola y tienen una extensión de 4,56 ha, representando el 29,51 % del área estudiada (ver Apéndice 2).

### 4) Unidad IV

Suelos que no muestran un desarrollo definido de los perfiles (**Entisol**), con material detrítico de origen (Aluvio-coluvial), determinado como un material transportado por gravedad, acción de hielo, deshielo y principalmente del agua (**Do**), de textura ligera (Franco arenoso), siendo suelos con mayor cantidad de arena (60 %) que el franco común con arcilla, arena y limo en cantidades similares (**I**), presentan un drenaje ligeramente excesivo asociado a texturas medias, observándose la presencia de pocos moteaduras (**e**), el pH es muy fuertemente ácido de (pH 5,10 a 5,0) (**f**), con pendiente moderadamente empinada (14 %) (**3**) y una profundidad superficial a moderadamente profunda (0-30 a 0-40 cm) (**e**), poca o nula presencia de piedras que no interferirán en los cultivos (**0**), con una erosión severa, presentando una pérdida del 75 % del horizonte superficial (**S**), ausencia de capas duras o densas (-), clasificado como tierras para

cultivos en limpio, con calidad agrológica baja (**A3sec**) por tener limitaciones debido a los factores edáfico, topográfico y climático. En esta unidad está considerada la calicata 5 (Grupo IV). Son suelos de uso agrícola y tienen una extensión de 1,84 ha, representando el 11,90 % del área estudiada (Apéndice 2).

#### 5) Unidad V

Suelos que no muestran un desarrollo definido de perfiles (**Entisol**), con material detrítico de diferente origen aluvio-coluvial determinado como un material transportado por gravedad, acción de hielo, deshielo y principalmente por el agua (**Do**), de textura gruesa (Franco arenoso), siendo suelos con mayor cantidad de arena (60 %) (**I**), presenta un drenaje ligeramente excesivo, observándose presencia de poco o nada de moteaduras (**e**), el pH es muy fuertemente ácido (5,2 a 5,4) (**f**), con pendiente ligera a moderadamente empinada (11-15 %) (**II**) y con profundidad muy superficial a moderadamente profunda (0 - 20 a 0 - 30 cm) (**A**), poca o nula presencia de piedras que no interferirá el cultivo (**0**), con erosión moderada a severa, que consisten suelos que presentan moderada a severa pérdida de la capa superficial (**S**), ausencia de capas duras o densas (-), están clasificado como tierras para pastoreo, con calidad agrológica baja (**P3sec**), limitados por factores edáfico, topográfico y climático.

En esta unidad están consideradas las calicatas 8 y 10 (Grupo V). Son suelos de uso para el pastoreo y tienen una extensión de 3,23 ha, representando el 29,89 % del área estudiada. (Apéndice 2)



## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. La caracterización de los perfiles de suelos ha permitido encontrar cinco grupos de suelos cuyas características son las siguientes: (a) **Grupo I:** Suelos muy superficiales a moderadamente profundos, ligeros, marrón rojizo oscuro, bloques subangulares finos, friables en húmedo, con permeabilidad moderada, ligeramente a moderadamente ácidos, con límite brusco, (b) **Grupo II:** Suelos superficiales a moderadamente profundos, ligeros, marrón rojizo oscuros, granulares, firme en húmedo, permeabilidad moderada, ligeramente a moderadamente ácidos, pobres en materia orgánica, (c) **Grupo III:** Suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura ligera, marrón oscuros, bloques subangulares medios, firme en húmedo, permeabilidad moderada, muy fuertemente ácidos, pobres en materia orgánica y con límite brusco, (d) **Grupo IV:** Suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura media, marrón rojizo oscuros, bloques subangulares finos, friables en húmedo, permeabilidad moderada, muy fuertemente ácidos, y (e) **Grupo V.** Suelos muy superficiales a moderadamente profundos, de textura media, marrón oscuro, granulares, friables en húmedo, permeabilidad moderada, muy fuertemente ácidos, de bajo a medio en materia orgánica con límite abrupto.
2. De acuerdo con la ecuación de Langhor los suelos en estudio fueron clasificados de la siguiente manera: **Unidad I:** Suelos aptos para el uso agrícola con cultivos en limpio, limitaciones por la escasa profundidad y la textura gruesa, con pendientes empinadas y una

acidez que limitará la elección de un amplio rango de cultivos. Los cultivos anuales que se pueden desarrollar son granos andinos: quinua, kiwicha, tarwi, cañihua y otros cereales tales como la cebada, trigo, siempre y cuando no sean afectados por el pH. Requieren de medidas agronómicas para evitar la erosión. **Unidad II:** Suelos aptos para el uso agrícola con cultivos en limpio, con limitaciones por la escasa profundidad y la textura gruesa con pendientes empinadas y una acidez que limitará la elección de un amplio rango de cultivos. Los cultivos anuales que se pueden desarrollar son granos andinos: quinua, kiwicha, tarwi, cañihua y otros cereales tales como la cebada, trigo, siempre y cuando no sean afectados por el pH. Requieren de medidas agronómicas para evitar la erosión. **Unidad III.** Suelos aptos para el uso agrícola con cultivos en limpio, pero con limitaciones por la escasa profundidad y la textura gruesa y una acidez muy fuerte que limitará la elección de un amplio rango de cultivos. Los cultivos anuales que se pueden desarrollar son los granos andinos que toleran pH ácidos. Requieren de medidas agronómicas para evitar la erosión y no acidificación. **Unidad IV.** Suelos aptos para el uso agrícola con cultivos en limpio, pero con limitaciones por la escasa profundidad y la textura gruesa, con pendientes empinadas y una acidez muy fuerte que limitará la elección de los cultivos. Los cultivos anuales que se pueden desarrollar son granos andinos: quinua, kiwicha, tarwi, que toleran pH ácidos, requieren de medidas agronómicas para evitar la erosión y no acidificar más el suelo. **Unidad V.** Suelos aptos para el pastoreo por tener limitaciones por la escasa profundidad y la textura gruesa con pendientes empinadas y una acidez muy fuerte que limita el desarrollo de cultivos. Las praderas permanentes naturalizadas es una opción para no deteriorar más el suelo.

2. Con la clasificación obtenida mediante la Ecuación de Langhor se ha elaborado el plano respectivo (Apéndice 2), encontrándose la siguiente distribución (ver Apéndice 2):

Suelos de uso agrícola:

- Unidad I: Suelos de uso agrícola con una extensión de 3,37 ha, representando el 21,81 por ciento del área estudiada.

- Grupo III: Suelos de uso agrícola con una extensión de 4,56 ha, representando el 29,51 por ciento del área estudiada.
- Unidad IV: Suelos de uso agrícola con una extensión de 1,84 ha, representando el 11,90 por ciento del área estudiada.

Suelos para pastoreo:

- Unidad II: Suelos para pastoreo con una extensión de 2,45 ha, representando el 15,86 por ciento del área estudiada.
- Unidad V: Suelos de uso para el pastoreo y tienen una extensión de 3,23 ha, representando el 29,89 por ciento del área estudiada.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

1. En los suelos con potencial agrícola del fundo “Chipta” se recomienda la siembra de especies de raíces fasciculadas debido que los suelos por lo general son superficiales lo cual indica que tienen una profundidad limitada, evitándose las araduras profundas.
2. En los suelos estudiados se pueden cultivar primordialmente granos andinos tales como la quinua, kiwicha, tarwi, cañihua y otros cereales siendo estos la avena, cebada y trigo, asimismo se recomienda la avena forrajera y de pastos asociados, se debe tener en cuenta la aplicación del encalado para elevar el pH ácido que está considerado como uno de los parámetros limitantes de estos cultivos.
3. La siembra de leguminosas está restringidas debido a la escasa profundidad de la capa arable y el pH mayormente ácido, de hacerlo se debe tener en cuenta estas limitaciones, pero es posible el cultivo de solanáceas, especialmente las nativas.
4. La pendiente en casi toda la extensión estudiada sobrepasa el 10 % de inclinación por lo que se recomienda la práctica de medidas agronómicas como la siembra en curvas a nivel para controlar la erosión a que están sujetos estos suelos.
5. Considerar dentro del plan de desarrollo de cultivo un plan de riego tecnificado, teniendo en cuenta el sistema de siembra y las especies a cultivar, orientados a proteger al suelo.

## REFERENCIAS

- Agencia para el desarrollo Internacional. (1980). Manual de Conservación de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Editorial Limusa S.A. Tercera reimpresión. México D.F., México.
- Aprueban Decreto Supremo N° 017-2009-AG. Aprueban Reglamento de Clasificación de Tierras por su capacidad de Uso Mayor. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 2 de setiembre de 2009, pp. 1-18.
- Atkinson, G. (1998). *Soil survey and mapping*. En P.E.V. Charman y B.W. Murphy: Soils: Their properties and management. Sidney University Press, pp.89– 111. Melbourne.
- Balbín, M. (2006). *Clasificación de los suelos de la Estación Experimental Agropecuaria "Santa Ana, INIA-Huancayo*. (Tesis de postgrado). Escuela de Postgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Birkeland, P. (1984), *Soils and Geomorphology*. Oxford Univ. Press. 430pp. New York
- Boulaine, J. (1980). *Pédologie appliquée*. Coll. Sciences Agronomiques, Paris, Masson, XV et 220 p.
- Brack, A. y Mendiola, C. (2000). *Ecología del Perú*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Editorial Bruño Cap. 18. Lima, Perú.
- Bridges, E. y Catizzone, M. (1996). *Soil science in a holistic framework: Discussion of an improved integrated approach*. Geoderma, 73: 275 -278.
- Buol, F., Hole, E and McCracken, J. (1973). *Soil Genesis and Classification*. The Iowa State University Press. Ames.

Compañía Minera Vancouver S.A.C. (2012). Proyecto de Planta procesadora de minerales – Ticapampa. Ticapampa, Recuay, Ancash.

Cornejo, H. y Riva, R. (1992). *Estudio de Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, zona Tamshiyacu –Indiana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Manual Técnico N° 02. Iquitos, Perú.

Domínguez, A. (1997). *Tratado de Fertilización*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 601 p.

Donahue, N, Kroll, J., Anderson, J. y Demerjian, K. (1998). *An Introduction to Soils and Plant Growth*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.

Echevarría, T. (1997). *Evaluación de los suelos de la Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” con fines de riego*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Etchevers, J. y Padilla, J. (2007). *Diagnóstico de la Fertilidad de Suelos*. En Alcántar, G. y Trejo, L.: *Nutrición de Cultivos*. Mundi Prensa México, S.A. de S.V. México. pp. 252.

Hart, R. (1985). *Conceptos Básicos sobre Agroecosistemas*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 6ta. Edición. Mc Graw Hill Educación. México. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/etodología-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Instituto de Estudios Catalanes. (2010). *Protección de Suelos de Cataluña*. Islas Baleares. Principado de Andorra. Cataluña: IEC.

Instituto Geología y Minería (1975). *Avances de la Carta Geológica Nacional entre 1960 y 1974*. Lima, Perú.

- Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (1992). Estudio de suelos y capacidad de uso mayor de las tierras zona Tamshiyacu - Indiana (nivel semidetallado). *Documento Técnico 2*. Recuperado en: <http://repositorio.iiap.org.pe/handle/IIAP/259>.
- Jordán, A. (2010). *Edafología*. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla, España.
- Langhor, R. (1979). Cartografía de Suelos. International Trainning Centre for Soil Scientists. Universidad Estatal de Gent. Gent, Bélgica.
- Legros, J. (1996). *Cartographie du sol: De l'analyse spatiale á la gestion des territoires*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 321 pp. Lausanne, France.
- Malagón, D. (1979). *Fundamentos de mineralogía de suelos*. CIDIAT Tomo II. Capítulo 5. Mérida, Venezuela. pp. 597-747.
- Martínez, B. (1986). *Drenaje agrícola*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Manual Técnico No. 5, Volumen I, 239 pp. Bolivia.
- Mehlich, A. (1984). Soil Test Extractant. A Modification of the Mehlich 2 Extractant. In *Soil Science and Plant Analysis*, 15, 1409-1416.
- Ministerio del Ambiente. (2011). Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú “Herramienta para la gestión de Riesgo”. Primera edición. Lima – Perú. [MINAM).
- Ministerio de Agricultura. (2010). Decreto Supremo N° 013-2010-AG. Reglamento de Levantamiento de Suelos, Lima Perú. 21 pp. [MINAG]
- Navarro, G. (2003). Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal. 2° Ed. Mundi Prensa. España. 76 p.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2019). Control de la erosión del suelo. Joint FAO/IAEA programme Nuclear Techniques in food and agriculture. Recuperado en: <https://www.iaea.org/es/temas/control-de-la-erosion-del-suelo>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *Guía de la Descripción de perfiles de Suelos*. Roma, España. 70 pp.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). *Guía para la descripción de perfiles*. Cuarta edición. Roma, Italia. FAO. 99 pp.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1977). *Propiedades Físicas del Suelo*. Portal de Suelos: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>.

Ortiz, B. y Ortiz, C. (1990). *Edafología, Suelos*. Editorial de la Universidad Autónoma de Chapingo. 7ma. Edición en español. Chapingo, México. 343 pp.

Pajares, G. (1972). *Estudio detallado de Suelos 22 arboreta en Cajamarca*. Centro de Investigación y Capacitación Forestal CICAFOR. Cajamarca, Perú.

Pineda, J. (2019). *Evaluación Ambiental*. Cartagena, Colombia. Recuperado de: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/erosion/>

Plaster, E. (2005). *La Ciencia del Suelo y su Manejo*. Thompson Editores. 2da. Reimpresión. Madrid, España.

Porta, C., Lopez, M. y Roquero de Laburu, C. (2003). *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Edic. Mundi-Prensa. Madrid, España. 596 pp.



- Pran, C. (2013). *Clasificación de suelos con fines de riegos*. Recuperado de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Clasificaci%C3%B3n-De-Suelos-Con-Fines-De/39224566.html>.
- Quispe, E. G. (2014). Caracterización física, química y biológica de suelos del distrito de Callanmarca. Angaraes, Huancavelica. (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/160/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200042.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, E. R. (2016). Génesis, morfología, clasificación y susceptibilidad de suelos de la parte media de la cuenca del río Abujao Región Ucayali. Tesis de postgrado). Escuela de Postgrado. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2761/P32-R3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivera, H. (2011). *Geología General*. Tercera Edición. Grupo Editorial Megabyte S.A.C. Lima, Perú.
- Rodríguez, F., Bendayan, L. y Rojas, C. (1994). Estudios de Inventario y Evaluación de Suelos En la Región de Loreto. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. *Manual Técnico N° 06*, Iquitos – Perú. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/st006.pdf>
- Rosas, V. y Arribillaga, D. (2013). *Potencial Productivo en base a la Profundidad de los Suelos del Valle de Chile Chico*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA TamelAike. Coyhaique. Chile.
- Scherr, S. (2006). *Degradación de Suelos, Una Visión al 2020*. Documento de Trabajo N° 27. Departamento de Economía Agrícola y de Recursos Naturales, Universidad de Maryland, College Park. Maryland, USA.
- Schoeneberger, P., Wysocki, D., Benham, E. y Broderson, W. (2012). *Field Book for Describing and Sampling Soils*. Natural Resources Conservation Service, USDA. National Soil Center. Lincoln, USA.

Soil Survey Division Staff. (1993). *Soil Survey Manual*. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. 315 pg.

Soil Survey Staff (2014). *Soil Taxonomy. A Basic System of soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. N.R.C.S. Washington D.C., USA.

Sys, C., Van Ransz, E., y Debaveye, J. (1991). *Land Evaluation, Part II*. International Training Centre for Post-graduate Soil Scientists. UniversityGhent. Brusells, Belgium.

Vargas, R. (2009). *Guía para la Descripción de Suelos*, (Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). Cuarta edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.

Zilio, J. (2015). Aspectos de calidad de suelos representativos del sur de la provincia de Buenos Aires y efectos de la actividad agropecuaria sobre la misma. (Tesis de postgrado). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. Recuperado de: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2417/1/Tesis%20Final%20JOEFI%20ZILIO.pdf>

Zavaleta, A. (1992). *Edafología, el Suelo en Relación con la Producción*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

## TERMINOLOGÍA

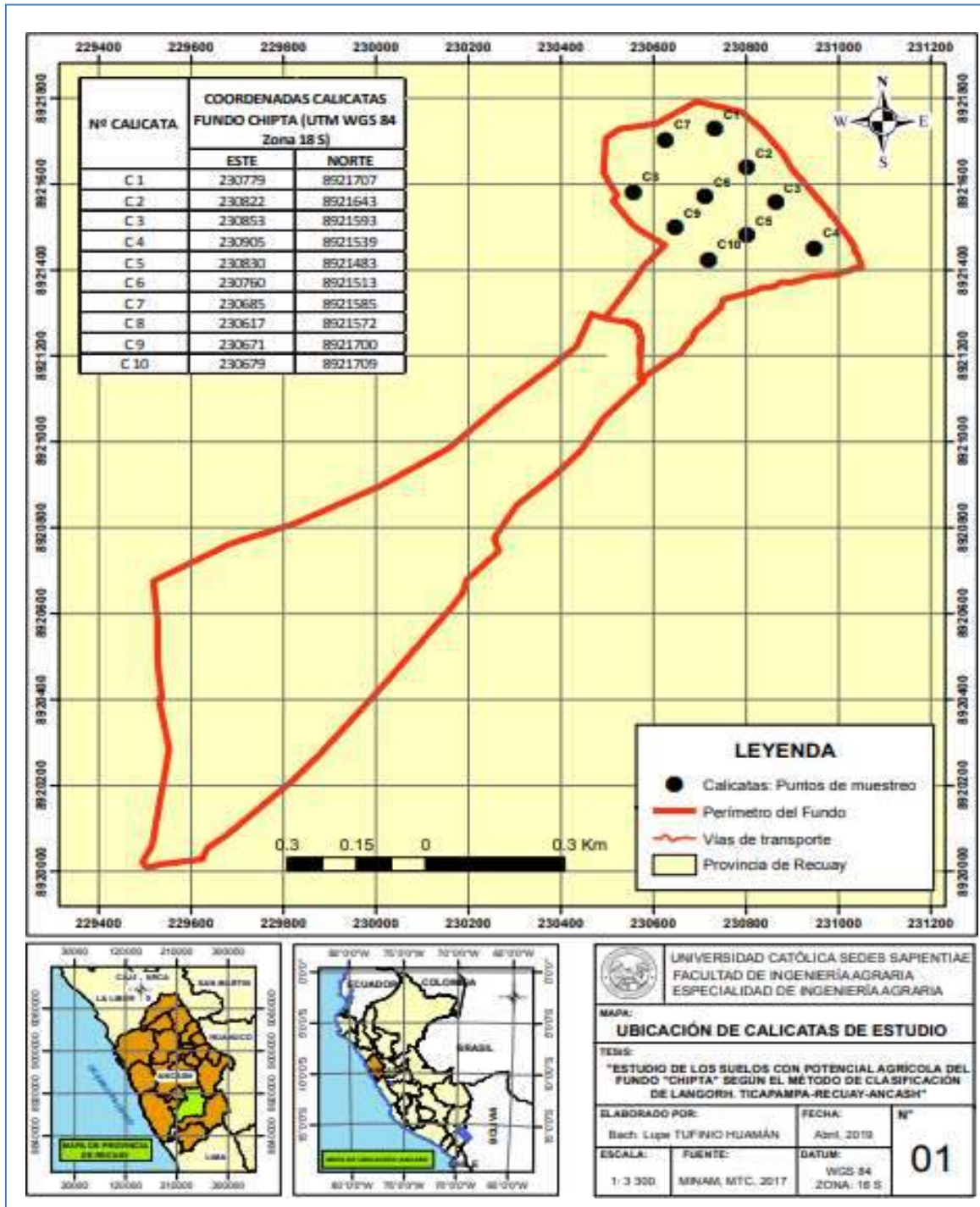
- **Aluvial:** Término usado para referirse a todo tipo de proceso o material relacionados en su formación con la acción del agua o por procesos fluviales (Rivera, 2011).
- **Análisis de caracterización.** Se refiere a la determinación de las características, físicas, químicas y biológicas del suelo por medio de procesos de laboratorio y que comprende la determinación de la reacción del suelo (pH), conductividad eléctrica, carbonatos, contenido de materia orgánica, textura, fósforo y potasio disponibles, capacidad de intercambio catiónico, cationes cambiables y porcentaje de saturación de bases (Ministerio de Agricultura [MINAG], 2010).
- **Coluvial.** Material fragmentario transportado y acumulado por acción de la gravedad, generalmente se ubica en los taludes de los cerros, son heterogéneos, tanto en la forma como en el tamaño (Rivera, 2011).
- **Nivel freático.** Superficie superior de la zona de saturación de la napa freática. Se trata de una superficie irregular con pendiente o forma determinada por la cantidad de agua freática y por la permeabilidad de las rocas (Rivera, 2011).
- **Napa Freática.** Es el cuerpo de agua subterráneo que representa una fracción importante de la masa de agua la cual está presente en cada momento en los continentes (Porta *et al.* 2003).
- **Perfil modal.** Es el perfil que representa a un determinado grupo de perfiles que tienen características físicas, químicas y morfológicas muy parecidas o similares y que sirven para representar taxonómicamente a una unidad de suelos (MINAG, 2010).
- **Pedogenético.** Son suelos con distintas características y propiedades, como consecuencia de diversos factores de formación del suelo, los cuales se combinan de diversas maneras entre sí para dar lugar a que se produzcan sus procesos pedogenéticos (Buol *et al.* 1973).

- **Polipedon.** Conjunto de pediones contiguos que constituyen una unidad básica que tiene tamaño suficiente para servir como una cantidad de clasificación (serie de suelos) (Porta *et al.*, 2003).
- **Suelo.** Espacio donde se interactúan las raíces de las plantas, considerado como la parte superficial de la corteza terrestre. Es el resultado de las variaciones del clima y de los seres vivos sobre la superficie en el tiempo, muy complejo y en evolución permanente (Ortiz y Ortiz, 1990).
- **Temperatura isomésico.** Temperatura promedio del suelo entre 8 a 15 grados centígrados (Balbín 2006)

# APÉNDICES

## Apéndice 1

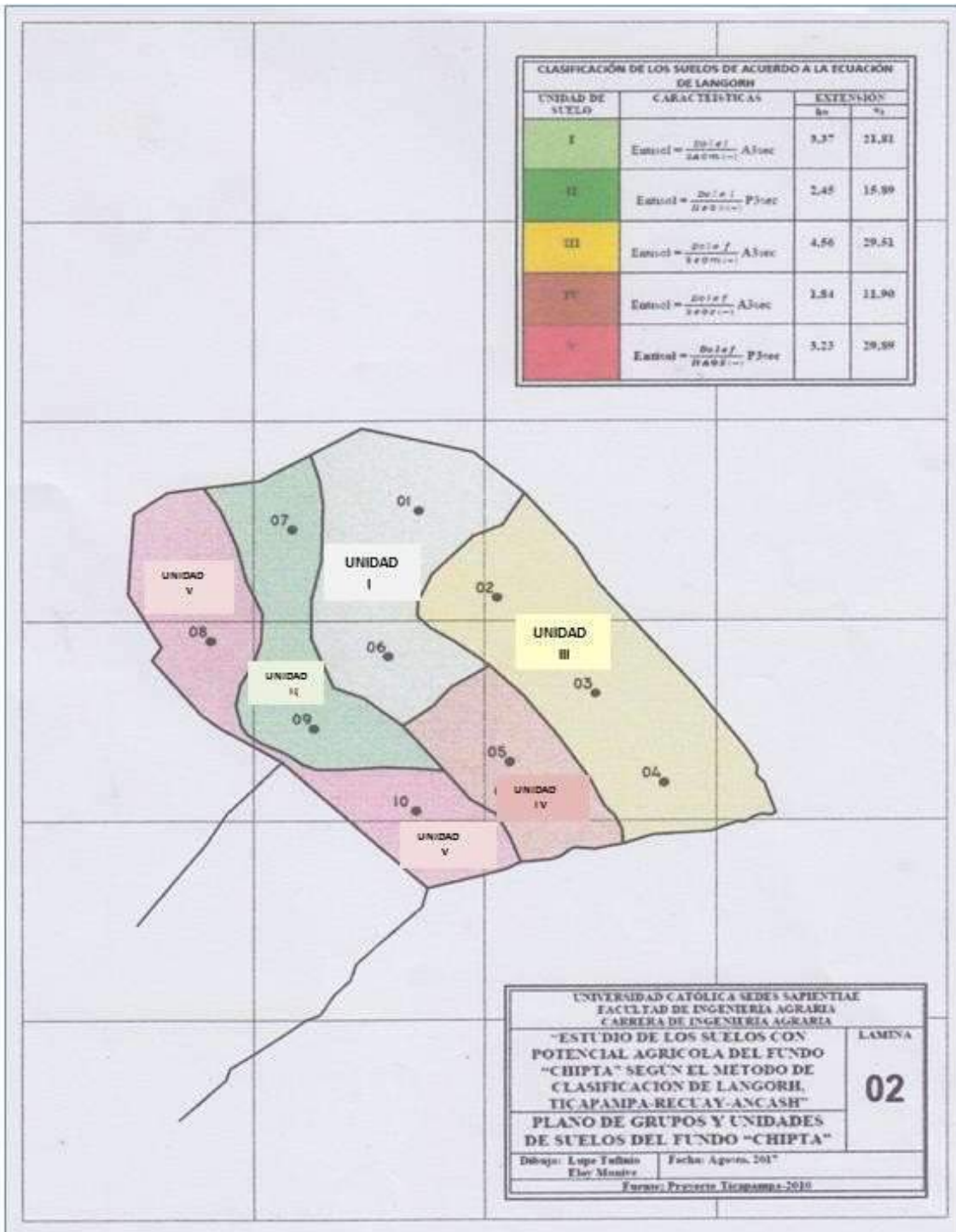
Plano de ubicación y puntos de muestreo del fundo “Chipta”



Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice 2

Plano de clasificación de los suelos del fundo “Chipta” de acuerdo con la ecuación de Langhor



Fuente: Elaboración propia.

### Apéndice 3

#### Resultados del análisis físico-mecánico y químico de los suelos del fundo “Chipta”



Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego UNALM (2018)



Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego UNALM (2018)





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Ay. La Molina s/n. Teletax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



N° 009213

**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

SOLICITANTE : LUPE PATINA TURINO HUAMAN  
PROYECTO : Estudio de los suelos del fundo (2) según el método de clasificación de Legré - Ticsapampa - Recusay - Ancañi  
PROCEDECIA : Ticsapampa - Recusay - Ancañi  
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Mercedes Porras  
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 21 de Enero del 2018

Número de muestra	C/D	C/D	Análisis Mecánico				pH	S.O.	P	K	CATIONES	Cationes Combinadas									
			Grava	Limo	Arcilla	Textura						Materia 0.1	%	ppm	ppm	%	Cationes (mg/kg)				
																	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>
8213	C-2	0.08	79.40	20.00	0.60	mediana	6.00	1.48	11.00	157.00	-	27.90	4.91	3.60	6.12	0.26	0.87				




Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego UNALM (2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Ay. La Molina s/n. Teletax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



N° 009217

**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

SOLICITANTE : LUPE PATINA TURINO HUAMAN  
PROYECTO : Estudio de los suelos del fundo (2) según el método de clasificación de Legré - Ticsapampa - Recusay - Ancañi  
PROCEDECIA : Ticsapampa - Recusay - Ancañi  
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Mercedes Porras  
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 21 de Enero del 2018

Número de muestra	C/D	C/D	Análisis Mecánico				pH	S.O.	P	K	CATIONES	Cationes Combinadas									
			Grava	Limo	Arcilla	Textura						Materia 0.1	%	ppm	ppm	%	Cationes (mg/kg)				
																	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>
8217	C-8	0.11	85.36	14.00	10.60	Textura	6.21	1.40	11.00	200.00	-	24.40	11.20	5.10	5.10	0.47	0.90				




Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego UNALM (2018)





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
 Av. La Molina s/n. Teléfono: 0147800 Anexo 226 Lima E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**SOLICITANTE:** LUPE PATIÑA TUPPAC HUAMAN  
**PROYECTO:** Estudio de las aguas del fondo antiguo según el método de clasificación de Logani - Trujillo - Reserva - Arequipa  
**PROCESADORA:** Trujillo - Reserva - Arequipa  
**RESP. ANÁLISIS:** Ing. Elizabeth Montero Flores  
**FECHA DE ANÁLISIS:** La Molina, 27 de Enero del 2018

Lab.	Código	C/S	Análisis Químico				pH	S.G.	P	K	Ca	Mg	Sulfatos	Cationes Equivalente				
			NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	Amo-N	N <sub>T</sub>								NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	Amo-N	Ca	Mg
001	01	0.10	11.00	0.00	1.00	12.00	6.50	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización  
 Ing. Elizabeth Montero Flores



Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización UNALM (2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
 Av. La Molina s/n. Teléfono: 0147800 Anexo 226 Lima E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**SOLICITANTE:** LUPE PATIÑA TUPPAC HUAMAN  
**PROYECTO:** Estudio de las aguas del fondo antiguo según el método de clasificación de Logani - Trujillo - Reserva - Arequipa  
**PROCESADORA:** Trujillo - Reserva - Arequipa  
**RESP. ANÁLISIS:** Ing. Elizabeth Montero Flores  
**FECHA DE ANÁLISIS:** La Molina, 27 de Enero del 2018

Lab.	Código	C/S	Análisis Químico				pH	S.G.	P	K	Ca	Mg	Sulfatos	Cationes Equivalente				
			NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	Amo-N	N <sub>T</sub>								NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	Amo-N	Ca	Mg
001	01	0.10	11.00	0.00	1.00	12.00	6.50	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización  
 Ing. Elizabeth Montero Flores



Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización UNALM (2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
 Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

SOLICITANTE : LUPETATMA TUPINO HUAMAN  
 PROYECTO : Estudio de los suelos del fondo objeto según el método de clasificación de Logitz - Triquetra - Rosay - Ancoah  
 PROCEDENCIA : Triquetra - Rosay - Ancoah  
 RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras  
 FECHA DE ANALISIS : La Molina, 21 de Enero del 2018

Número de muestra	C/S	Suelo (Horizonte)					pH	M.O.	P	K	CATIONES	Cationes Complementarias					
		MS (m)	arena	limo	arcilla	textura						Relación C:1	%	ppm	ppm	%	Ca
6221	C-10	0.14	82.82	17.28	14.10	Frases arenosa	8.82	1.81	0.05	186.28	-	21.82	0.02	1.88	0.10	0.42	0.05

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO  
 Ing. Elizabeth Monterrey Porras  
 MSc. ANCOAH TRIQUETRA ROSAY ANCOAH



Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego UNALM (2018)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
 Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

SOLICITANTE : LUPETATMA TUPINO HUAMAN  
 PROYECTO : Estudio de los suelos del fondo objeto según el método de clasificación de Logitz - Triquetra - Rosay - Ancoah  
 PROCEDENCIA : Triquetra - Rosay - Ancoah  
 RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras  
 FECHA DE ANALISIS : La Molina, 21 de Enero del 2018

Número de muestra	C/S	Suelo (Horizonte)					pH	M.O.	P	K	CATIONES	Cationes Complementarias					
		MS (m)	arena	limo	arcilla	textura						Relación C:1	%	ppm	ppm	%	Ca
6221	C-10	0.08	85.81	14.19	12.10	Frases arenosa	8.48	1.89	0.05	202.28	-	23.88	7.28	1.28	0.10	0.07	0.48

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO  
 Ing. Elizabeth Monterrey Porras  
 MSc. ANCOAH TRIQUETRA ROSAY ANCOAH



Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego UNALM (2018)

## Apéndice 4

### Clasificación de calicatas de acuerdo con la ecuación de Langhor

Nº/ Calic	T	M	T	d	r	p	pr	pe	e	(c)	CU
C1	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	l	3	a	0	m	-	A3sec
C2	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	f	3	e	0	m	-	A3sec
C3	Entisol	Aluvio-coluvial(Do)	L	e	f	3	e	0	m	-	A3sec
C4	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	f	3	e	0	m	-	A3sec
C5	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	f	3	a	0	s	-	A3sec
C6	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	l	3	e	0	m	-	A3sec
C7	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	l	2	e	0	m	-	P3sec
C8	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	f	2	e	0	m	-	P3sec
C9	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	l	3	e	1	s	-	P3sec
C10	Entisol	Aluvio-coluvial (Do)	L	e	f	3	a	0	s	-	P3sec

Fuente: Elaboración propia

### Dónde:

- T: Denominación taxonómica del suelo, según la Clasificación Mundial
- M: Material parental (sustrato)
- t: Textura de la capa u horizonte superficial.
- d: Drenaje interno.
- r: Reacción o pH.
- p: Pendiente
- pr: Profundidad efectiva.
- pe: Pedregosidad
- e: Erosión
- (c): Presencia e capas duras
- CUM: Clase o clases de capacidad de uso mayor potencial del suelo.

## Apéndice 5

### Fichas de descripción de perfiles del fondo "Chipta"

#### FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

##### a) Características generales

Nº de calicata:.....1..... Serie.....Chuyan.....  
 Asociación:.....Recua..... Clasificación técnica:.....Asxis.....  
 Clasificación natural:.....Azonal..... Clasificación taxonómica:.....Entisol.....  
 Localidad:.....Ticapampa..... Precipitación:.....49.6ml.....  
 Material madre:.....Kallinial..... Temperatura:.....7.24°C.....  
 Fisiografía:.....Teranga, Intercondr..... Vegetación o cultivo:.....KIKUYO.....  
 Relieve:.....Ondulado..... Permeabilidad:.....Moderada.....  
 Altitud:.....3521..... Drenaje:.....Normal.....  
 Pendiente:.....Moderadamente Impinodo..... Escorrentia superficial:.....lenta.....  
 Erosión:.....Moderada..... Napa freática:.....Profunda.....  
 Distribución de raíces:.....Normal..... Humedad:.....Deficiente.....  
 Salinidad:.....Ausente..... Porosidad:.....Buena.....  
 Pedregosidad:.....No presenta..... Alcalinidad:.....No presenta.....

##### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Límt.
		H	S				H	S	M			
A	0-28	5YR	7/3	AF	Gruesa	Bst	fz			5.70	+	Grueso
C	+28											

##### c) Observaciones

UTM: 18L0230779  
 UTM: 8921707

## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata:.....2.....	Serie.....Chuyán.....
Asociación:.....Recay.....	Clasificación técnica:.....Asec.....
Clasificación natural:.....A3a.....	Clasificación taxonómica:.....Eutisol.....
Localidad:.....Ticapampa.....	Precipitación:.....496.0ml.....
Material madre:.....coluvial.....	Temperatura:.....22.9°C.....
Fisiografía:.....Terraza Inclinado.....	Vegetación o cultivo:.....Kiñno.....
Relieve:.....Ondulado.....	Permeabilidad:.....Permeable.....
Altitud:.....3539.....	Drenaje:.....Normal.....
Pendiente:.....Moderadamente Inclinado.....	Escurrimiento superficial:.....Lento.....
Erosión:.....Ligera.....	Napa freática:.....Muy Profunda.....
Distribución de raíces:.....Superficial.....	Humedad:.....Deficiente.....
Salinidad:.....Ausente.....	Porosidad:.....Buena.....
Pedregosidad:.....Ligera.....	Alcalinidad:.....no presente.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Límt.
		H	S				H	S	M			
A	0-30	7.5	4.4	F.A	Grava	Bst	F			5.01	-	Broso
C	+30											

### c) Observaciones

UTM: 18L0230822  
 UTM: 8921643

## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata:.....3.....	Serie.....chuyan.....
Asociación:.....Pecuy.....	Clasificación técnica:.....A3555.....
Clasificación natural:.....Azonal.....	Clasificación taxonómica:.....Entisol.....
Localidad:.....Ticapampa.....	Precipitación:.....49.6ml.....
Material madre:.....Coluvial.....	Temperatura:.....7.29°C.....
Fisiografía:.....Terraza Inicial.....	Vegetación o cultivo:.....Kikuyo.....
Relieve:.....Ondulado.....	Permeabilidad:.....Permeable.....
Altitud:.....3523.....	Drenaje:.....Normal.....
Pendiente:.....Moderadamente Impiando.....	Escoorrentia superficial:.....lenta.....
Erosión:.....Ligera.....	Napa freática:.....Moz Profunda.....
Distribución de raíces:.....Media.....	Humedad:.....Deficiente.....
Salinidad:.....Ausente.....	Porosidad:.....Buena.....
Pedregosidad:.....Ligera.....	Alcalinidad:.....No presenta.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Limt.
		H	S				H	S	M			
A	0-33	5YR	3/4	FA	Grava	Gr	f			5.04	-	0/1-10
C	+33											

### c) Observaciones

UM: 1810230853  
 .....  
 UM: 8921593  
 .....



## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata: 4	Serie: Chuyon
Asociación: Recuy	Clasificación técnica: A2ses
Clasificación natural: A2a001	Clasificación taxonómica: Enti.301
Localidad: Ticapampa	Precipitación: 49.6 ml
Material madre: Lútila Calavea	Temperatura: 7.29°C
Fisiografía: Tercera inferior	Vegetación o cultivo: Kikuyo
Relieve: Ondulada	Permeabilidad: Permeable
Altitud: 3524	Drenaje: Normal
Pendiente: Moderada este... Impedida	Escoorrentia superficial: lenta moderada
Erosión: Moderada	Napa freática: Muy profunda
Distribución de raíces: Media	Humedad: Deficiente
Salinidad: Ausente	Porosidad: Buena
Pedregosidad: Ligera	Alcalinidad: No presente

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Mod. Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Límt.
		H	S				H	S	M			
A	0-30	10YR	4/3	FR	Gruesa	Bsm	fr			5.09	-	Medio
C	430											

### c) Observaciones

UTM: 1810230905  
 .....  
 UTM: 8921539  
 .....

## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata:.....5.....	Serie.....Chuyao.....
Asociación:.....Reuay.....	Clasificación técnica:.....A33ac.....
Clasificación natural:.....Azonal.....	Clasificación taxonómica:.....Entid.....
Localidad:.....Ticapampa.....	Precipitación:.....49.6ml.....
Material madre:.....letritas Coluvial cuarta.....	Temperatura:.....7.29°C.....
Fisiografía:.....Terzo. Interandina.....	Vegetación o cultivo:.....KIKUYO.....
Relieve:.....Ondulado.....	Permeabilidad:.....Permeable.....
Altitud:.....5536.....	Drenaje:.....Normal.....
Pendiente:.....Moderadamente Impiada.....	Escurrentia superficial:.....Fuerte.....
Erosión:.....Fuerte.....	Napa freática:.....Muy Profunda.....
Distribución de raíces:.....Profunda.....	Humedad:.....Deficiente.....
Salinidad:.....Ausente.....	Porosidad:.....Buena.....
Pedregosidad:.....Ligera.....	Alcalinidad:.....No Presente.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Limt.
		H	S				H	S	M			
A	0-28	10Y	5/6	FA	Grav	Bsm	F			5.10	-	Difuso
Ac	28-40					Bsm	MF					Difuso
C	+40											

### c) Observaciones

..... UTM: 18L0230830 .....

..... UTM: 8921483 .....



## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata:.....6.....	Serie.....Chuyán.....
Asociación:....Recuay.....	Clasificación técnica:....A3sc.....
Clasificación natural:..A30001	Clasificación taxonómica: Entisol
Localidad:..Ticapampa.....	Precipitación:....49.6ml.....
Material madre:..lulita cuanta	Temperatura:....7.29°C.....
Fisiografía:..Teraza Intermedia	Vegetación o cultivo:..Kikuyo
Relieve:....Ondulado.....	Permeabilidad:..Permeable.....
Altitud:....3536.....	Drenaje:....Normal.....
Pendiente:..Moderadamente Inclinada	Escurrimiento superficial:..Severa
Erosión:....Moderada.....	Napa freática:....Profunda.....
Distribución de raíces:..Profunda	Humedad:....Deficiente.....
Salinidad:....Ausente.....	Porosidad:....Buena.....
Pedregosidad:....ligera.....	Alcalinidad:....No Presenta.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Limt.
		H	S				H	S	M			
A	0-30	10YR	3/6	FA	Grava	Bsm	F			5.71	-	Opuso
A <sub>c</sub>	30-50					Bsa	MF					Opuso
C	+50											

### c) Observaciones

..... UTM: 18L0230760 .....

..... UTM: 8921513 .....

## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

Nº de calicata:.....7.....	Serie.....Chuyon.....
Asociación:.....Reunx.....	Clasificación técnica:.....P.2500.....
Clasificación natural:.....Azonal.....	Clasificación taxonómica:.....F.01.201.....
Localidad:.....Ticopampa.....	Precipitación:.....49.6ml.....
Material madre:.....Coluvial.....	Temperatura:.....7.29°C.....
Fisiografía:.....Terreno Inclinado.....	Vegetación o cultivo:.....KIKAYO.....
Relieve:.....Ondulado.....	Permeabilidad:.....Moderado.....
Altitud:.....3541.....	Drenaje:.....Normal.....
Pendiente:.....Moderadamente Inclinado.....	Escurrentia superficial:.....Lenta.....
Erosión:.....Lige.....	Napa freática:.....Profunda.....
Distribución de raíces:.....Superficial.....	Humedad:.....deficiente.....
Salinidad:.....Ausente.....	Porosidad:.....Buena.....
Pedregosidad:.....No presenta.....	Alcalinidad:.....No presenta.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Limit.
		H	S				H	S	M			
Ap	0-40	5R	3/4	FA	Gruesa	Est	fr			5.52	+	Difuso
C	+40											

### c) Observaciones

..... UTM: 18L0230685 .....

..... UTM: 29291585 .....

## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata:.....8.....	Serie.....Chuyao.....
Asociación:.....Recuay.....	Clasificación técnica:.....Pasac.....
Clasificación natural:.....Azonal.....	Clasificación taxonómica:.....Entisol.....
Localidad:.....Ticapampa.....	Precipitación:.....49.6 ml.....
Material madre:.....lutita cenicienta.....	Temperatura:.....7.29°C.....
Fisiografía:.....Terraza alta.....	Vegetación o cultivo:.....KIKUYA.....
Relieve:.....Ondulada.....	Permeabilidad:.....Permeable.....
Altitud:.....3545.....	Drenaje:.....Moderado.....
Pendiente:.....ligeramente empinado.....	Escurrimiento superficial:.....Fuerte.....
Erosión:.....Moderada.....	Napa freática:.....Profunda.....
Distribución de raíces:.....Mediana.....	Humedad:.....Normal.....
Salinidad:.....Ausente.....	Porosidad:.....Buena.....
Pedregosidad:.....ligera.....	Alcalinidad:.....NO presenta.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Limt.
		H	S				H	S	M			
A <sub>p</sub>	0-30	7.5YR4/4	FA	Grava	GT	fr				5.20	+	Ahorque
C	+30											

### c) Observaciones

..... UTM: 18L0230613 .....  
 ..... UTM: 8921532 .....

## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata:.....9.....	Serie.....Chuyán.....
Asociación:.....Recuay.....	Clasificación técnica:.....P3sec.....
Clasificación natural:.....Agasal.....	Clasificación taxonómica:.....Entisol.....
Localidad:.....Ticapampa.....	Precipitación:.....49.6ml.....
Material madre:.....Coluvial.....	Temperatura:.....7.29°C.....
Fisiografía:.....Teraza Inclinado.....	Vegetación o cultivo:.....Kikuyo.....
Relieve:.....Ondulado.....	Permeabilidad:.....Moderada.....
Altitud:.....3550.....	Drenaje:.....Normal.....
Pendiente:.....Moderada.....Inclinado.....	Escorrentía superficial:.....lenta.....
Erosión:.....Medio.....	Napa freática:.....Profunda.....
Distribución de raíces:.....Medio.....	Humedad:.....Deficiente.....
Salinidad:.....ausente.....	Porosidad:.....Buena.....
Pedregosidad:.....No presenta.....	Alcalinidad:.....No presenta.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Limt.
		H	S				H	S	M			
A <sub>w</sub>	0-50	5Y	3/4	F.A	Graso	Bsf	fr			5.82	+	Difusa
C	150											

### c) Observaciones

..... UTM: 1810230641 .....  
 ..... UTM: 8921700 .....

## FICHA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

### a) Características generales

N° de calicata:.....10.....	Serie.....Chuyan.....
Asociación:.....Recuay.....	Clasificación técnica:.....D355c.....
Clasificación natural:.....Azonal.....	Clasificación taxonómica:.....Entisol.....
Localidad:.....Tiscapampa.....	Precipitación:.....49.6ml.....
Material madre:.....Arcilla Calcarosa.....	Temperatura:.....7.29°C.....
Fisiografía:.....Trazaga alta.....	Vegetación o cultivo:.....Kikuyo.....
Relieve:.....Ondulado.....	Permeabilidad:.....Semi Permeable.....
Altitud:.....3555.....	Drenaje:.....Moderado.....
Pendiente:.....Moderadamente Inclinado.....	Escurrimiento superficial:.....lento.....
Erosión:.....Fuerte.....	Napa freática:.....Profunda.....
Distribución de raíces:.....Superficial.....	Humedad:.....Normal.....
Salinidad:.....Ausente.....	Porosidad:.....Moderado.....
Pedregosidad:.....No presenta.....	Alcalinidad:.....No presenta.....

### b) Descripción del perfil

Hor.	Prof. (cm)	Color		Text.	Mod. Text.	Estruc.	Consist.			pH	CO <sub>2</sub>	Limt.
		H	S				H	S	M			
A	0-20	7.5Y	2.4Y	F.A	Gravil	G <sub>r</sub>	fr			5.44	+	Difuso
C	+20											

### c) Observaciones

.....UTM: 18L0230779.....  
 .....UTM: 8921707.....