

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL
DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA.**

AYACUCHO 2016

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

NELSON ANÍBAL VILCATOMA RIVERA

AYACUCHO- PERÚ

2017

A Dios, por dotar de fe en la realización de mis metas y objetivos.

A mis padres Porfirio y Teresa, y hermanas Xiomara, Katty, Mirian y Zindy; por su ayuda constante y desvelada.

A la señorita Leidy Mayra por su compañía y motivación a la grandeza.

AGRADECIMIENTO

A los andes, por ser el ideal, la fe que me impulsa a seguir mis objetivos.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía y a todos los docentes que la integran; por ser el hogar en donde se acogen experiencias, conocimientos y sabidurías.

Al docente Ing. Rodolfo Alca Mendoza por la gran bondad y ayuda al brindarme su conocimiento y asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Alex Lázaro Tineo Bermúdez por su desinteresada ayuda y apego al haberme brindado sus conocimientos.

A Leidy Mayra Huamani Rivera por su presencia y ayuda en las distintas actividades desarrolladas.

Al señor alcalde, autoridades del municipio y población del distrito de Colca por su colaboración e interés en el desarrollo de los trabajos de campo.

Al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería por haber brindado su espacio para el desarrollo experimental del estudio.

A mis compañeros Yesenia, Susana, Leydi, Manuel, Darwin y a mi hermana Zindy y cuñado Andro por su colaboración desinteresada.

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	11
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
1.1. El suelo	12
1.2. Evaluación edafológica	16
1.3. Levantamiento de suelos	17
1.4. Metodología de levantamiento de suelo	18
1.5. Pasado y presente de la fertilidad del suelo.....	24
1.6. Métodos de evaluación de la fertilidad de suelo	28
1.7. Factores que afectan la fertilidad del suelo.....	32
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
2.1. Características generales de la zonas en estudio	42
2.2. Materiales y equipos.....	44
2.3. Tipo de estudio	46
2.4. Determinación de las muestras	47
2.5. Factores en estudio	91
2.6. Tratamientos y diseño experimental.....	91
2.7. Instalación y conducción del experimento	92
2.8. Variables e indicadores	97
2.9. Análisis estadístico y otros cálculos	97
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	99
3.1. Del rendimiento de materia seca	99
3.2. Del elemento faltante (EF) y del elemento presente (EP).....	112
3.3. Del análisis de caracterización	118

3.4. De las correlaciones.....	124
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
4.1. Conclusiones	127
4.2. Recomendaciones	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
ANEXOS	133
ANEXO 01: Cuadro a.1. Análisis de caracterización de suelo, de 13 zonas agrícolas de las localidades de Colca y Quilla.	134
ANEXO 02: Tarjeta de campo y ficha edafológica de perfiles de las 13 zonas agrícolas.	135
ANEXO 03: Cuadro a.2. Rendimientos relativos (Rr) de materia seca en 13 zonas agrícolas de las localidades de Colca y Quilla.....	162

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Tratamientos de la Técnica del Elemento Faltante.....	30
Cuadro 1.2. Tratamientos de la Técnica del Elemento Presente.....	31
Cuadro 1.3. Tratamientos del Diseño 03 de Julio (3DJ), para K=3.....	32
Cuadro 1.4. Relación clase textural con Pa y %EP	34
Cuadro 1.5. Interpretación de los niveles de Nitrogeno total.....	35
Cuadro 1.6. Interpretación de P – disponible (ppm).....	38
Cuadro 1.7. Interpretación de K – disponible.....	39
Cuadro 1.8. Interpretación de la CIC en los suelos.....	39
Cuadro 1.9. Interpretación del contenido de materia orgánica (M.O.) del suelo.....	41

Cuadro 2.1. Características más importantes de las zonas agrícolas de la localidad de Colca.....	88
Cuadro 2.2. Características más importantes de las zonas agrícolas de la localidad de Quilla.....	90
Cuadro 2.3. Estructura de tratamientos de la Técnica del elemento faltante (EF) y del elemento presente (EP), parte factorial (2^K ; $K = 3$).....	92
Cuadro 2.4. Niveles y fuentes de nutrientes.....	94
Cuadro 2.5. Nivel de abonamiento según tratamiento.....	96
Cuadro 2.6. Variables e indicadores para el estudio de los suelos.	97
Cuadro 3.1. ANVA general del rendimiento de materia seca para zonas agrícolas en los tratamientos.....	99
Cuadro 3.2. Análisis de variancia del estudio de los efectos simples del rendimiento de materia seca para zonas agrícolas en los tratamientos.....	102
Cuadro 3.3. Prueba de contraste de Tukey ($P=0.05$) en rendimientos de materia seca (g) entre tratamientos en cada zona agrícola.	103
Cuadro 3.4. Prueba de contraste de Tukey ($P=0.05$) en rendimientos de materia seca (g) entre zonas agrícolas para cada tratamiento.....	108
Cuadro 3.5. Rendimientos relativos del elemento faltante (EF) y elemento presente (EP), y niveles de NPK del suelo (A.S.) de las 13 zonas agrícolas.	112
Cuadro 3.6. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de NPK de los suelos de las 13 zonas agrícolas.....	115
Cuadro 3.7. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de Nitrógeno total de los suelos de las 13 zonas agrícolas.....	116
Cuadro 3.8. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de P – disponible de los suelos de las 13 zonas agrícolas.....	116

Cuadro 3.9. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de K – disponible de los suelos de las 13 zonas agrícolas.....	117
Cuadro 3.10. Características químicas, físicas y biológicas más relevantes de las 13 zonas agrícolas.....	118
Cuadro 3.11. Matriz de correlación entre los factores físicos, químicos y biológicos de los suelos en estudio.....	125

RESUMEN

El estudio se realizó con la finalidad de evaluar el estado nutricional de suelos agrícolas de las localidades de Colca y Quilla del distrito de Colca, provincia de Víctor Fajardo departamento de Ayacucho, así como evaluar edafológicamente en campo; y a través de los factores físicos (textura) químicos (pH, CIC [Capacidad de intercambio catiónico], CC [Cationes cambiabiles], AC [Ácidos cambiabiles], N – total, P y K – disponible) y biológicas (materia orgánica [M.O.]), vía análisis químico. Para lo cual se delimito 13 zonas agrícolas a través de la fotointerpretación aérea y la fisiografía del terreno (siendo 9 en Colca y 4 en Quilla) evaluándose 13 perfiles y 13 muestras de suelos recolectadas; siendo 01 perfil y una muestra representativa por zona agrícola. Se realizó el análisis de caracterización en laboratorio y también se evaluó por el método biológico (Técnica del Elemento Faltante “EF” y del Elemento Presente “EP”), usando el tomate (*Lycopersicon esculentum*) en macetas. Habiéndose obtenido lo siguiente: el estado de fertilidad químico de las 13 zonas agrícolas muestran una secuencia de mayor a menor como Paraccpampa (Z9) > Chococcoro (Z8) y Ayaurccu (Z13) > Lasarayaq (Z10) > Achalla (Z7), Escunto (Z4) > Ccotamarca (Z6), Mutca (Z1), Llinkapata (Z12) y Ayatuna (Z2) > Chinchana (Z3) > Chacca (Z5) y Sunchupampa (Z11); siendo el P y el N, los elementos que más limitan el rendimiento de la planta; la clase textural, pH, CIC, CC, AC y M.O. no influyen en el rendimiento de la planta; observándose una clase de pendiente moderado escarpado en todas las zonas agrícolas a excepción de las Z9 y Z13 que son inclinadas; con la formación de horizonte **A** en las zonas Z1, Z6, Z7, Z10 y Z12 y los horizontes **A** y **B** en las zonas Z2, Z3, Z4, Z5, Z8, Z9, Z11 y Z13;

caracterizadas por establecer las especies nativas de molle (*Schinus molle*), tuna (*Opuntia ficus*), cabuya (*Agave americana*), huarango (*Acacia macracantha*), cactáceas y gramíneas; y especies cultivadas como maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), alfalfa (*Medicago sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), papa (*Solanum tuberosum*) y haba (*Vicia faba*); con especies frutícolas como durazno (*Prunus pérsica*), palto (*Persea americana*), paca (*Inga feuilleei*), y cítricos en las zonas Z3, Z4, Z6, Z7, Z8 y Z13; y especies forestales como pino (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en las zonas Z1, Z11 y Z12.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola en las localidades de Colca y Quilla, del distrito de Colca, provincia de Víctor Fajardo de la región de Ayacucho, es en gran parte extensiva y de autoconsumo, en parte por el notorio abandono y sobre parcelamiento de sus zonas agrícolas; sin embargo cuenta con un gran potencial. En tal sentido es indispensable el conocimiento del recurso suelo para su buen uso y manejo del mismo.

Estudiar el recurso suelo, es comprender la naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones de éste como parte del paisaje y los ecosistemas. Siendo un requerimiento básico para lograr esta comprensión la disponibilidad de información confiable sobre el estado nutricional de los suelos agrícolas a través de la evaluación edafológica (Govaerts et al., 2008).

Por tal razón, el diagnóstico del estado nutricional del suelo es una labor muy compleja, por la diversidad de condiciones físicas, químicas y biológicas que interactúan. Existen diversas técnicas empleadas para aproximarse e indicar el grado de fertilidad. Entre las pruebas que permiten tal evaluación, en general son químicas y biológicas, y en esta última el crecimiento de las plantas superiores, se utiliza como medida para el diagnóstico. En razón a que, el crecimiento de las plantas expresan los requerimientos nutricionales como resultado de la interacción de los factores del suelo, que podrían limitar; por ello se brinda una gran atención a este método para medir el estado de fertilidad de los suelos. En este sentido se emplea la “Técnica del elemento presente” propuesta por Tineo (2004), la cual

sirve para contrastar la “Técnica del elemento faltante” desarrollado por Martini (1969); como método biológico.

Por las razones expuestas el estudio plantea los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

1. Realizar la evaluación edafológica y estimar el estado nutricional de los suelos agrícolas de Colca y Quilla.
2. Determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas y conocer el estado nutricional de los suelos agrícolas de Colca y Quilla.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. El suelo

El concepto de suelo ha venido siendo desarrollado por organizaciones y personas naturales, en fin del desarrollo económico y/o social del hombre.

Su significado tradicional se define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

La Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984) conceptualiza al suelo, como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha

estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo. Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos (Instituto Nacional de Ecología-México [INE] y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]; 2004).

Además, “Hillel (1998) menciona que el suelo juega un papel ambiental de suma importancia, ya que puede considerarse como un reactor bio-físico-químico en donde se descompone material de desecho que es reciclado dentro de él”. (INE y PNUMA, 2004)

Jaramillo (2002) menciona que el suelo es aquella delgada capa, de pocos centímetros hasta algunos metros de espesor, de material terroso, no consolidado, que se forma en la interfase atmósfera – biosfera – litosfera. En ella interactúan elementos de la atmósfera e hidrosfera (aire, agua, temperatura, viento, etc.), de la litosfera (rocas, sedimentos) y de la biosfera y se realizan intercambios de materiales y energía entre lo inerte y lo vivo, produciéndose una enorme complejidad.

1.1.1. Suelo agrícola

En los últimos años la conceptualización de “suelo agrícola” se ha complejizado incluyendo la sostenibilidad de este recurso.

García-Serrano et al. (2010) señalan que el conocimiento del suelo por el agricultor desde un punto de vista físico, biológico y químico, es imprescindible si se quiere llevar a cabo una correcta fertilización.

Rosalía-Moreno et al. (2011) definen al suelo agrícola como el medio complejo formado, a nivel macromolecular, por: a) la arcilla, está constituida por aluminio y silicatos coloidales, siendo una estructura en capas alternas de aluminato y silicato; b) el material grueso, está formado por los limos de naturaleza arcillosa pero con diámetro de partícula más grandes, pudiendo ser carbonato cálcico (CaCO_3), el óxido férrico (Fe_2O_3) y la alúmina (Al_2O_3); estos elementos gruesos esponjan la tierra aportando porosidad; c) el humus, es el material orgánico procedente de la descomposición de residuos de origen animal como el estiércol, y/o de origen vegetal como el compost, este material presenta cargas eléctricas residuales negativas e incluye microorganismos esenciales para la nutrición vegetal como por ejemplo las bacterias nitrificantes que convierten el amonio en nitrato ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$); d) el aire, aporta porosidad y esponjosidad al suelo; e) el agua, es el elemento imprescindible para el intercambio iónico y la transferencia de nutrientes.

Navarro y Navarro (2003) discuten que bajo el punto de vista químico y agrícola también es aceptable su correspondiente orientación. Y en este sentido, el suelo puede considerarse como un sistema disperso constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa, que constituye el soporte mecánico y, en parte, el sustento de las plantas. Según este concepto, el estudio del suelo debe dirigirse hacia dos objetivos fundamentalmente. Por una parte a considerar sus diversas propiedades, con referencia especial a la producción de plantas, es

decir, un aspecto práctico o aplicado. Por otra, a su estudio científico, especialmente químico, para determinar la variación de su productividad y hallar los medios para su conservación y mejora.

1.1.2. El perfil del suelo

Jaramillo (2002) menciona que se denomina perfil del suelo al corte vertical en a partir de la superficie del suelo, exponiéndolo hasta una profundidad máxima de 2 m, para la mayoría de las aplicaciones prácticas, si antes no se encuentra el material parental fresco; el mínimo espesor del corte que es adecuado, es aquel que permita observar el solum (horizontes A y B), puesto que él es el que guarda el registro de la pedogénesis.

Navarro y Navarro (2003) consideran al perfil del suelo como la exposición vertical de una porción superficial de la corteza terrestre que incluye todas las capas u horizontes que han sido alteradas durante el periodo de su formación, junto con las más profundas que influyeron en su génesis.

1.1.3. Horizontes del suelo

Soil Survey Division Staff (SSDS, 1993) citado por Jaramillo (2002) define 6 horizontes o capas maestros en el suelo, los cuales simboliza con las letras mayúsculas: O, A, E, B, C y R. Adicionando recientemente el símbolo W a la lista anterior para indicar la presencia de capas de agua dentro del suelo; este símbolo no se usa para capas de agua, hielo o nieve que estén sobre la superficie del suelo.

1.2. Evaluación edafológica

FAO (2016) sostiene que la evaluación de suelos tiende a enfocarse en los requerimientos específicos del suelo, manejo de tierras y el encuadre entre ambos. La mayoría de las evaluaciones de suelos han sido implementadas para manejos de sistemas agrícolas y sistemas de cultivos, aunque los mismos principios se pueden aplicar a otras medidas.

Govaerts et al. (2008) mencionan que la evaluación edafológica y clasificación del suelo constituyen una herramienta indispensable para el entendimiento de los resultados obtenidos del levantamiento de suelos y estudios agronómicos.

Para poder entender la evaluación edafológica hay que conocer la diferencia entre evaluación de tierra y la evaluación de suelo;

Dorronsoro (2016) menciona que la Evaluación de Tierras es un sistema de clasificación aplicado que evalúa la capacidad del suelo para su utilización óptima, es decir, obtener máximos beneficios con mínima degradación; y la Evaluación de Suelos es el estudio de las propiedades del suelo en su sentido más amplio, incluyendo tanto a las intrínsecas (las propiedades del suelo en sí mismo: profundidad, textura, pH, etc) como a las extrínsecas (de la superficie del suelo: topografía, clima, hidrología, vegetación y uso, etc). También señala que, en un principio se utilizaron los términos de “Evaluación de Suelos” y “Evaluación de Tierras” indistintamente pero pronto se impuso el término de Evaluación de Tierras y el término de Evaluación de Suelos quedó en desuso. El desarrollo realizado hasta la fecha por los estudios de Evaluación de Tierras aconsejan retomar el término de Evaluación de Suelos y aplicarlo en su sentido más amplio,

ampliando su significado a todas las características que afectan al suelo, ya sean las propiedades del suelo en sí mismo como todas aquellas relacionadas con su superficie, separándolo del término de Evaluación de Tierras. Evaluación de Suelos será así semejante a lo que hoy se entiende por Evaluación de Tierras pero excluyendo todas las características sociales, económicas y políticas.

1.3. Levantamiento de suelos

FAO (2016) sostiene que, el levantamiento de suelos, o levantamiento edafológico, es el proceso de determinación de patrón de distribución de suelos. Se incluye la clasificación y cartografía de propiedades y unidades del suelo. El mapeo de la distribución de tipos de suelo se presenta en forma fácil de interpretar para ser utilizado por usuarios para estudios ambientales y de ordenación de tierras. También menciona que para adquirir este propósito, se requiere:

- ✓ La determinación del patrón de distribución de suelos;
- ✓ Dividir ese patrón en unidades relativamente homogéneas y cartografiar dichas unidades y facilitar la predicción de las propiedades del suelo en cualquier zona de predicción;
- ✓ Caracterizar sus propiedades de modo de poder inferir el potencial productivo de las tierras para diferentes usos y como poder evaluar las respuestas de las mismas ante diferentes alternativas de manejo.

Forero (1984) citado por Jaramillo (2002) menciona que se entiende por levantamiento de suelos el conjunto de investigaciones necesarias para caracterizar, clasificar, delimitar y representar, en un mapa, los diferentes suelos de una región, para luego interpretar la aptitud que tienen para un uso

determinado y predecir su comportamiento y productividad bajo diferentes sistemas de manejo.

Jaramillo (2002) sostiene que el proceso de caracterizar un suelo consiste en describir y cuantificar, hasta donde sea posible, sus características (rasgos que pueden medirse o estimarse), de modo que se puedan establecer sus propiedades (rasgos derivados de la interacción de características) y deducir sus cualidades (comportamientos definidos por la interacción de características y propiedades); estos elementos pueden ser evaluados en el campo, mediante el estudio del perfil del suelo o en el laboratorio, mediante análisis más detallados.

1.4. Metodología de levantamiento de suelo

Jaramillo (2002) menciona que, un levantamiento de suelos se lleva a cabo en tres etapas que son: etapa preliminar de oficina, etapa de campo, y etapa final de oficina en donde se concluye el estudio.

1.4.1. Etapa preliminar o recopilación de información

Jaramillo (2002) sostiene que se desarrolla en tres fases fundamentales: Revisión de literatura, fotointerpretación preliminar y programación del trabajo de campo.

a. Fotointerpretación preliminar

Jaramillo (2002) sostiene que la fotointerpretación es el análisis de imágenes de sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes de radar o de satélite) para deducir el significado que tienen los elementos representados en ellas y tratar

de relacionarlos con la distribución de los suelos; ésta es una herramienta indispensable cuando se trata de hacer levantamientos modernos.

Sganga y Puentes (2007) mencionan que la fotointerpretación tiene como tarea el análisis de fotos aéreas a escala 1:40.000 y se realiza en sucesivas aproximaciones, tratando de reconocer los elementos que tienen que ver con la relación suelo – paisaje – imagen fotográfica, donde entender la geomorfología es esencial. También detalla los criterios para este análisis, que son los siguientes:

- ✓ Material Madre: sugerido por la abundancia, forma, distribución, de afloramientos rocosos, alineamientos, fallas, forma del drenaje en general y de sus encauzamientos (cárcavas, entalle de las vías de drenaje, etc.).
- ✓ Vegetación: Sugerida por las tonalidades de la foto y frecuencia de vegetación arbórea espontánea.
- ✓ Topografía: Observada directamente por estereoscopia.
- ✓ Uso de la Tierra: Evidenciado por lectura directa, donde se reconoce el efecto del hombre sobre el suelo, lo que nos habla de su vocación de uso y por lo tanto de sus posibles características y cualidades.

Jaramillo (2002) también menciona que la utilización de esta técnica reduce los costos del estudio ya que reduce, en buena medida, el tiempo de trabajo, aparte de que mejora la calidad del estudio. La fotointerpretación permite establecer relaciones espaciales en áreas grandes que en el terreno pueden pasar desapercibidas, por lo cual, la mayoría de las veces, los límites de suelos establecidos con ayuda de la fotointerpretación son más precisos que aquellos trazados directamente en el campo.

b. Programación de trabajo de campo.

Jaramillo (2002) menciona que, los aspectos más importantes de esta fase son: definir las áreas que se van a trabajar con mayor intensidad en el campo; puntualizar las dudas que se deban resolver en el sitio; confirmar que los materiales y equipos necesarios estén completos y funcionando correctamente.

1.4.2. Etapa de campo

Jaramillo (2002) menciona que, las actividades más importantes del trabajo de campo son, sin duda, la caracterización y clasificación de los suelos, la revisión y establecimiento de los límites definitivos de las unidades de suelos que se van encontrando (fotointerpretación ajustada) y el establecimiento de las relaciones paisaje – suelo – imagen– uso de la tierra. También detalla las actividades q se desarrollan en esta etapa y son las siguientes:

- ✓ Confrontar y actualizar la información recolectada en la revisión bibliográfica.
- ✓ Actualizar las imágenes, si son viejas, adicionándoles detalles que no aparezcan en ellas y que sean importantes como sitios de referencia y ubicación, por ejemplo, carreteras, caminos, puentes, construcciones, etc.; además, en este caso, se pueden establecer los cambios que ha sufrido la zona a través del tiempo.
- ✓ Apreciar las condiciones socioeconómicas de la zona.
- ✓ Observar el uso y manejo que se está haciendo de los suelos.
- ✓ Verificar los límites trazados en la fotointerpretación preliminar.

- ✓ Establecer la relación paisaje - suelo - imagen, necesaria para poder hacer la extrapolación de información a las zonas estudiadas con menor detalle en el campo.
- ✓ Definir el patrón de distribución de los suelos.
- ✓ Establecer los limitantes de uso que presentan los suelos.
- ✓ Clasificar taxonómicamente los suelos.
- ✓ Establecer límites de suelos que no se definieron en la fotointerpretación preliminar.
- ✓ Establecer los rangos de características de las clases de suelos definidas.
- ✓ Definir algunas unidades de mapeo.
- ✓ Describir los perfiles modales de cada clase de suelos.
- ✓ Colectar las muestras de suelos necesarias para análisis de laboratorio.
- ✓ Resolver dudas traídas de la oficina.

a. Descripción del perfil del suelo.

FAO (2009) señala que el procedimiento para describir la diferente morfología y otras características del suelo. Este se realiza de mejor manera utilizando un perfil o calicata recién excavado, lo suficientemente grande para permitir la examinación y descripción necesaria de los diferentes horizontes del suelo. Se puede hacer uso de perfiles existentes como los cortes de camino o zanjas, pero para su uso correcto, se debe raspar un grosor suficiente que permita ver el suelo verdadero sin influencias externas. Primero se registran las características de la superficie del suelo o sitio. Luego, se realiza la descripción del suelo, horizonte por horizonte, comenzando con el superior.

Sganga y Puentes (2007) mencionan que el padrón de suelos (localización y frecuencia de los diferentes suelos) se reconoce con descripciones a taladro. Estas son descripciones rápidas que incluyen color, texturas, espesor de solum y horizontes, evidencias de hidromorfismo, pendientes y rocosidad de los suelos y su posición en el paisaje. Los fenómenos pedogenéticos se van visualizando en esta etapa.

b. Muestreo de suelo.

FAO (2009) menciona que se deben dar y registrar el código y profundidad de muestreo. Se recomienda que el número dado a la muestra, sea el número del perfil del suelo o calicata, seguido por una letra mayúscula (A, B, C, D, etc.) y el rango de profundidad a la cual cada muestra ha sido tomada comenzando de la parte inferior a la superior, sin importar el horizonte del que hayan sido tomadas (algunos pueden haber no sido muestreado mientras que otros más de una vez). Las muestras nunca se toman en los límites de los horizontes; el peso de cada muestra es usualmente 1 kg.

Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2014) menciona que para la realización de cualquier tipo de muestreo, previamente se debe elaborar un plan de muestreo que contenga la información y programación relacionada con los objetivos del muestreo. Para el plan del muestreo de suelos, es necesario definir claramente los objetivos que permitan un óptimo proceso de levantamiento de la información necesaria para la descripción del sitio, definiendo lo siguiente:

- ✓ El área en la que se focalizarán los esfuerzos de muestreo,

- ✓ Objetivos del plan de muestro,
- ✓ Los tipos de muestreo según los objetivos definidos,
- ✓ La determinación de la densidad, y posición de puntos de muestreo,
- ✓ Los procedimientos de campo,
- ✓ Los métodos de conservación de muestras, y
- ✓ Las necesidades analíticas a desarrollarse.

c. Profundidad de muestreo.

FAO (2009) recomienda que la parte superior del suelo sea muestreada dentro los primeros 20 cm de la superficie del suelo, o más superficial si la profundidad del horizonte es menor. Esto facilitará la comparación de las características de la parte superior del suelo en los inventarios de suelos y la evaluación de tierras. Si se asume la presencia de un horizonte mólico, la profundidad de muestreo para un suelo con solum mayor de 60 cm de espesor puede ser más de 20 cm, pero no exceder los 30 cm.

MINAM (2014) menciona que la profundidad del muestreo varía según el uso del suelo; siendo una profundidad de 30 cm para suelos agrícolas, pudiendo ser hasta 60 cm de profundidad.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA, 2012) menciona que para cultivos anuales, retirar las muestras de los surcos a una profundidad de 20 cm. Si el sistema es de siembra directa, se recomienda muestrear a 2 profundidades, de 0 a 10 y de 10 a 20 cm.

1.4.3. Etapa interpretación y conclusión del estudio

Finalizado el trabajo de campo, se hace necesario dar los toques finales al estudio.

Jaramillo (2002) menciona que se debe cumplir con cuatro actividades fundamentales:

- ✓ Ajuste final de la fotointerpretación.
- ✓ Interpretación del levantamiento.
- ✓ Compilación del informe.
- ✓ Elaboración de los mapas correspondientes.

1.5. Pasado y presente de la fertilidad del suelo

Tisdale y Nelson (1985) mencionan que la agricultura comenzó con el desarrollo de la raza humana durante el cual el hombre nómada empezó a cultivar plantas y se alimentaba mediante la caza. Con el tiempo, el hombre se fue transformando de nómada en sedentario, desarrollando familias, tribus y poblados; y con ello llegó el desarrollo del arte que llamamos agricultura. También cita a los representantes de la antigüedad y sus aportes a la fertilidad de suelos; como: “Teofrasto (372-287 a.C.) que recomendaba el abundante abonado de los suelos poco profundos sugiriendo que los suelos ricos sean escasamente abonados, y que las plantas con altas necesidades en elementos nutritivos, eran también las que necesitaban grandes cantidades de agua”; “Catón consideraba la buena labranza como más importante que el abono de las tierras, aunque instaba a la cuidadosa conservación del estiércol”. No solamente reconocían los antiguos el valor del estiércol sino que también observaron el efecto.

También cita que el uso de lo que ahora llamamos fertilizantes o enmiendas del suelo no era totalmente desconocido por los antiguos, más aun planteaban la mezcla de suelos de textura fina con otras de textura gruesa, las cuales pueden provocar la mejora de las propiedades físicas del suelo como una buena circulación del aire y agua. Columela, sugiere un método para la determinación de las propiedades físicas del suelo. Para ello sugiere que debe abrirse una zanja y que la tierra de ella extraída debe ser devuelta a la misma zanja. Si la zanja no llena completamente el suelo es pobre, y si algo de tierra queda fuera, el suelo es rico.

Pero transcurrieron los siglos hasta que el hombre empezó a trabajar racionalmente para hallar la solución de los problemas agrícolas a los que se enfrentaba.

Tisdale y Nelson (1985) afirman que la época griega, aproximadamente del 800 - 200 a.C. fue en efecto una edad de oro. Donde muchos hombres de este período demostraron un talento que no fue igualado durante muchas centurias: sus escritos, su cultura, y su agricultura, que fue copiada por los romanos. Pero la filosofía de muchos pensadores griegos, eliminó el pensamiento de los hombres durante más de 2,000 años.

También citan a Francis B. (1561 - 1624), que alrededor de los comienzos del siglo XVII hizo notar que el principal alimento de las plantas era el agua. Creía que la principal función del suelo era mantener a las plantas erguidas y protegerlos del frío y calor. Todos estos trabajos se realizaron en un tiempo en el que todavía no se sabía nada de la nutrición mineral ni de la fotosíntesis.

Robert (1627 - 1691) afirmó que las plantas contenían sales, energía, tierra y aceite, todo ello formado por el agua. Jethro Tull (1674 - 1741) creía que el suelo debía ser finamente pulverizado, porque las partículas del suelo eran realmente ingeridas por las raíces de las plantas a través de unas aberturas denominadas "Las lactantes bocas de las raíces" sin embargo, sus experimentos condujeron al desarrollo de dos valiosos aperos, el arado y el cultivador tirado por caballos. En el siglo XIX Teodoro Saussure demostró que las plantas absorbían oxígeno y liberaban dióxido de carbono, la principal materia de la respiración (Tisdale y Nelson, 1985).

Liebig también opinaba que el crecimiento de las plantas era proporcional a la cantidad de sustancias minerales asimilables contenidas en el fertilizante; como también realizó una formulación de la mezcla perfecta. Pero cometió un error al mezclar las sales de fósforo y potasio con la cal, lo que fue un completo fracaso. Sin embargo, la contribución de Liebig al avance de los agricultores fue enorme, y es quizá muy justamente reconocido como el padre de la química agrícola (Tisdale y Nelson, 1985).

Liebig, demostró que la planta no utilizaba el estiércol tal cual, sino que absorbía las sales minerales que resultan de su descomposición después de disolverse en la solución del suelo. Aunque, después de Liebig, se encontró que la planta era capaz de absorber, en cantidades mínimas, algunas moléculas orgánicas, complejos, conocidos como factores de crecimiento, prácticamente, la totalidad de los alimentos tomados del suelo son en estado mineral y no de otra forma. Estos elementos minerales se absorben en forma de aniones y de cationes (Gros, 1981).

Sir Krelur Digley escribió sobre la posibilidad de doblar el rendimiento de las cosechas mediante la aplicación de salitre. También los primeros colonizadores encontraron que los indios de Norteamérica usaban el pescado y los indios de Sudamérica el guano para incrementar el desarrollo de sus cultivos. Es probable también que el empleo de cenizas, cal, estiércol y materias similares experimentase un nuevo adelanto (Millar y Hernando, 1964).

Lawes y Gilbert doce años después de la fundación de una estación experimental de agricultura en Rothamsted encontraron los siguientes principios:

- ✓ Los cultivos requieren fósforo y potasio.
- ✓ Las plantas no leguminosas requieren de un suplemento de nitrógeno.
- ✓ La fertilidad del suelo puede ser mantenida durante algunos años con el empleo de fertilizantes químicos.

En los primeros años del siglo XX la mayoría de las estaciones experimentales habían establecido campos de prueba que demostraban los notables beneficios de la fertilización. Como resultado de estos experimentos, el mayor problema de la fertilidad del suelo puede ser delimitado de una manera clara.

Pronto se demostró que no se podían hacer recomendaciones de fertilización basadas en los tales conocimientos. Cada finca requería una atención individual, y también cada campo dentro de ella. Todos los trabajos que realizaron dieron frutos porque la producción agrícola en los países avanzados es más alta.

El progreso de la agricultura depende grandemente de la investigación, los avances hechos hacia finales del siglo XIX y en el XX han sido la base de nuestros adelantos. Esta narración que significó tiempo, esfuerzo e inteligencia

que han sido aplicados en los últimos 4500 años en acumularlo son todavía insuficientes conocimientos (Tisdale y Nelson, 1985).

1.6. Métodos de evaluación de la fertilidad de suelo

Millar y Hernando (1964) mencionan que la evaluación de la fertilidad de un suelo nos permite diagnosticar y predecir la disponibilidad de los elementos nutritivos en un determinado suelo. Para suministrar en cantidades razonables y en equilibrio adecuado todos los principios nutritivos que una planta toma de las fracciones minerales y orgánicas del suelo, y además estar localizado en una zona climática que proporcione la humedad, la luz y el calor suficientes para las necesidades de las plantas. Asimismo las materias tóxicas no deben figurar en cantidades suficientes que limiten de un modo apreciable el crecimiento y las condiciones estructurales del suelo que deben ser satisfactorios.

Tisdale y Nelson (1985) mencionan que el problema de predicción de las necesidades de nutrientes para las plantas ha sido estudiado durante muchos años. En 1813 Sir Humphrey Davy afirmó que si un suelo es improductivo, la causa de su esterilidad puede ser determinada con un análisis químico

Jackson (1976) menciona que las ventajas de las pruebas químicas y biológicas tienen un valor como base para recomendar la adición de cal y fertilizantes, estos resultados deben estar correlacionados con las respuestas de las cosechas en los campos.

Diversas técnicas se emplean para determinar el grado de fertilidad de un suelo; éstas son:

1. Síntomas de deficiencia de Nutrientes en las plantas.
2. Análisis foliar o de los tejidos de las plantas que crecen en el suelo.
3. Test biológicos.
4. Test químicos del suelo.

El análisis de suelo o "las pruebas de los suelos" es la columna vertebral del programa de evaluación de la fertilidad (Hunter y Fitts, 1974), que complementa la descripción de la morfología del suelo en el campo, dando mayor precisión a la propiedades físicas tales como textura y la fracción de arcilla que no puede ser estimada en el examen de campo.

El análisis de suelos como método de diagnóstico de deficiencias de Nutrientes en el suelo, está en función a la eficacia de extracción del reactivo químico empleado sobre los Nutrientes disponibles para las plantas. Si hay correlación entre la cantidad de Nutrientes determinada por el método químico y la cantidad requerida por la planta se puede estimar la necesidad de aplicar o no los fertilizantes.

La evaluación de la fertilidad de un suelo por el método de síntomas de deficiencia es el único método que no requiere un equipo caro y especializado y puede ser utilizado como un suplemento de las técnicas para el diagnóstico, síntomas que se basan en las observaciones o en las medidas del crecimiento de las plantas (Tisdale y Nelson, 1985).

Las anormalidades en el crecimiento de las plantas pueden deberse a deficiencia de uno o más elementos nutritivos. Si una planta carece de un elemento determinado, deben aparecer síntomas característicos, en mayor o menor número.

Palomino (1987) utilizó la técnica del elemento faltante y la técnica de Cate y Nelson, para evaluar la fertilidad de suelos de Ayacucho. La técnica de Cate y Nelson consiste en determinar el “nivel crítico” del nutriente de interés. El nivel crítico de un nutriente disponible en el suelo, permite predecir la respuesta del cultivo frente a la aplicación de fertilizantes.

Según Tineo (2014), la técnica del elemento faltante consiste en comparar rendimientos de un cultivo cuando se hace faltar un elemento en el suelo mediante la fertilización, con los rendimientos del mismo cultivo, cuando se recibe dicho elemento mediante la fertilización. De esta manera, se puede observar si la no adición del elemento en la fertilización del terreno perjudica el desarrollo de la planta; de no ser así el suelo posee dicho elemento en cantidad suficiente para el suministro adecuado del vegetal.

Cuando se emplea el Diseño 03 de Julio, los tratamientos factorial, 2^K , para $K=2$ ($T_1:-1,-2$; $T_2:2,-2$; $T_3:-2,2$; $T_4:2,2$) son equivalentes a los tratamientos propuestos para el diagnóstico de la fertilidad del suelo por la técnica del elemento faltante:

Cuadro 1.1. Tratamientos de la Técnica del Elemento Faltante.

Tratamiento	X ₁	X ₂	Descripción
1	-2	-2	T: Testigo, sin abonar.
2	-2	2	-N: abonado sólo con P, no recibe N.
3	2	-2	-P: abonado sólo con N, no recibe P.
4	2	2	C: Completo, abonado con N y P.

Los tratamientos -N (sin N), -P (sin P), se comparan con el C (completo), el T (testigo) va como referencia.

Tineo (2014) describe la técnica del elemento presente que consiste en comparar los rendimientos de un cultivo cuando se hace disponible un elemento en el suelo mediante la fertilización, con los rendimientos del mismo cultivo, cuando solo se ha empleado la fertilidad natural de ese suelo. De esta manera, se puede observar si la adición del elemento mediante la fertilización repercute en el desarrollo de la planta; de no ser así el suelo posee dicho elemento en cantidad suficiente para el suministro adecuado del vegetal

Haciendo uso del mismo diseño, los tratamientos factorial, 2^k , para $K=2$ ($T_1:-1,-2$; $T_2:2,-2$; $T_3:-2,2$; $T_4:2,2$) pueden utilizarse para el diagnóstico de la fertilidad del suelo por la técnica del elemento presente:

Cuadro 1.2. Tratamientos de la Técnica del Elemento Presente.

Tratamiento	X_1	X_2	Descripción
1	-2	-2	T: Testigo, sin abonar.
2	-2	2	+P: abonado sólo con P, no recibe N.
3	2	-2	+N: abonado sólo con N, no recibe P.
4	2	2	C: Completo, abonado con N y P.

Los tratamientos +N (con N), +P (con P), se comparan con el T (Testigo), el C (completo) va como referencia.

Cuando el estudio comprende tres factores (p.e.: N,P,K), los tratamientos factorial, 2^k correspondientes al Diseño 03 de Julio (D3J), para $K=3$ serían:

Cuadro 1.3. Tratamientos del Diseño 03 de Julio (3DJ), para K=3.

Tratamientos	X ₁	X ₂	X ₃	Descripción
1	-2	-2	-2	T: Testigo , sin abonar
2	2	2	-2	+N: abonado sólo con N
3	-2	-2	-2	+P: abonado sólo con P
4	2	2	-2	-K: abonado sólo con N, P; no recibe K
5	-2	-2	2	+K: Abonado sólo con K
6	2	2	2	-P: abonado sólo con N, K; no recibe P
7	-2	-2	2	-N: abonado sólo con P, K; no recibe N
8	2	2	2	C: Completo, abonado con N, P, K

La técnica del elemento faltante considera los tratamientos T₇ (-N), T₆ (-P), T₄ (-K) y T₈ (C); así mismo, para la técnica del elemento presente se utilizarían los tratamientos T₂ (+N), T₃ (+P), T₅ (+K) y T₁ (T).

La técnica del elemento faltante a niveles altos de N, P y K (EF1), considera a los tratamientos T₇ (-N), T₆ (-P), T₄ (-K) y T₈ (C). La técnica del elemento presente (EP), está constituida por los tratamientos T₂ (+N), T₃ (+P), T₅ (+K) y T₁ (T).

1.7. Factores que afectan la fertilidad del suelo.

Buckman y Brady (1985) mencionan que los suelos constituyen el medio natural en que las plantas crecen y se desarrollan. Su verdadero nivel de vida está determinado, comúnmente por la calidad de los suelos y por la clase y calidad de las plantas y animales que crecen sobre ellos.

1.7.1. Factores físicos

Buckman y Brady (1985) y Fassbender (1975) mencionan que los suelos minerales constan de cuatro grandes componentes: materias minerales (45%), materia orgánica (5%), agua (25%) y aire (25%).

García-Serrano et al. (2010) mencionan que la textura del suelo influye decisivamente en la capacidad de retención de agua y nutrientes; y en la capacidad para descomponer la materia orgánica del suelo. También señala que los suelos arenosos, sueltos, tienen pocos poros y grandes, están bien aireados, son permeables y almacenan poca agua y nutrientes; mientras que los suelos arcillosos, fuertes, con muchos más poros pero más pequeños, son más compactos, menos permeables y pueden retener una mayor cantidad de agua y nutrientes, siendo más fértiles.

Cortes y Malagón (1984) citado por Jaramillo (2002), consideran como valores altos para la densidad aparente, aquellos que sean superiores a 1.3 g.cm^{-3} , en suelos con texturas finas; los mayores a 1.4 g.cm^{-3} , en suelos con texturas medias y los mayores a 1.6 g.cm^{-3} , en suelos con texturas gruesas.

En el siguiente cuadro se muestran el valor de la densidad aparente y espacio poroso del suelo en función a la textura.

Cuadro 1.4. Relación clase textural con Pa y %EP.

Clase textural	Densidad aparente (Pa. [g.cm⁻³])	Espacio poroso (%)
Arcilla	1.1	42
Franco arcilloso	1.2	45
Franco limoso	1.3	50
Franco	1.4	53
Franco arenoso	1.5	57
Arena	1.6	60

Fuente: Palomino, Cerda y Giron (2011).

1.7.2. Factores químicos

a. pH y reacción del suelo

Palomino, Cerda, Girón y Alca (2011) mencionan que los suelos con rango de valores de pH de: 5.6 a 6.0 son medianamente ácidos; los de 6.1 a 6.5, ligeramente ácidos; de 6.6 a 7.3, neutros; de 7.4 a 7.8, medianamente básicos; de 7.9 a 8.4, básicos; y de 8.5 a 9.0, ligeramente alcalinos; para un niveles de pH determinados con una proporción suelo seco: agua, 1:2.5.

Thompson (1974) menciona que entre 6.5 y 7.5 de pH la solubilidad del fosforo es máxima; y por encima de 7.5 el calcio puede provocar su precipitación; entre 7.5 y 8.5 la solubilidad del fosforo es muy baja debido al presencia del carbonato de calcio; por encima de 8.5 de pH el exceso de sales sódicas contribuye a la solubilización de este elemento. También señala; que un intervalo de pH de 7.5 a 8.5 no es adecuado para la solubilidad del potasio, y un valor superior a 8.5 de pH eleva la solubilidad del potasio.

Guerrero (1991) citado por Jaramillo (2002), sostiene que agrónomicamente la mayoría de elementos esenciales y de cultivos se comportan bien a pH entre 5.5 y 6.7 y que probablemente el pH óptimo está entre 6.2 y 6.5; el IICA (1992) reporta algunos rangos de tolerancia de pH para algunas plantas de cultivo así como: plantas con rango entre 4.8 y 5.5: piña, yuca, papa y pastos. Plantas con rango de pH entre 5.6 y 6.4: arroz, maíz, tomate, trigo, frijol. Plantas con rango de pH entre 6.5 y 7.3: alfalfa, trébol, algodón, coliflor, caña de azúcar.

b. Contenido de N-total y disponibilidad de P y K

Cuadro 1.5. Interpretación de los niveles de Nitrógeno total.

Niveles de N total (%)	Interpretación
<0.05	Muy pobre
0.05 – 0.10	Pobre
0.10 – 0.15	Medio
0.15 – 0.25	Alto
>0.25	Muy alto

Fuente: Tineo, Cerda, Palomino y Giron (2014).

Martíni (1969) menciona que el nutrimento del suelo que requiere un vegetal en mayor cantidad es el nitrógeno a pesar de su función crítica en la nutrición vegetal, el nitrógeno es asimilado en el estado inorgánico en forma de nitratos o amonio, la mayor parte de los materiales nitrogenados encontrados en el suelo o que se agregan en forma de residuos vegetales es orgánica y por lo tanto no aprovechable.

Black (1975) menciona que en la mayoría de los suelos cultivados, la capa arable contiene entre 0.02 y 0.04% de su peso en nitrógeno. La cantidad

presente en cada caso está determinada por la influencia general del clima y tipo de vegetación, los cuales son modificados por las características de la topografía, material madre y la actividad del hombre.

Fassbender (1975) menciona que de acuerdo a la estructura química existen cinco tipos principales de compuestos fosfatados en la materia orgánica: Fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfatos metabólicos, Fosfoproteínas, Fosfato del ácido inositolhexafosfórico o inositol. El grupo de los inositol constituyen hasta el 50% del fósforo orgánico y en algunos casos hasta el 75%. Siendo el fósforo es el segundo elemento más crítico en la nutrición vegetal. El núcleo de cada célula de la planta contiene fósforo, por la que la división y el crecimiento celular son dependientes de adecuadas cantidades de él. El fósforo es concentrado en las células que se dividen rápidamente los que activan el crecimiento de las partes de raíces y tallos.

Fassbender (1975) menciona que el fósforo es relativamente estable en los suelos; ya que no presenta compuestos inorgánicos como los nitrogenados que pueden ser volatilizados y lixiviados. Esta alta estabilidad resulta de una baja solubilidad que a veces causa deficiencias de disponibilidad de P. para las plantas a pesar de la continua mineralización de compuestos orgánicos del suelo. Esto puede evitarse en parte a través de una fertilización fosfatada pero los fosfatos aplicados al suelo son objetos de reacciones rápidas de fijación.

Fassbender (1975) menciona que el contenido total de fósforo es relativamente bajo. En los suelos minerales de áreas templadas, el contenido de fósforo total varía entre 0.02% y 0.08% (200 a 800ppm) y en promedio gira alrededor de

0.05% (500ppm). El contenido de fósforo depende de la textura del suelo, en área de clima templada y tropical, en suelos con textura más fina, mayor es el contenido de fósforo total.

Fassbender (1975) y Black (1975) citan que el fósforo en el suelo se presenta como ortofosfatos y todos los compuestos son derivados del ácido fosfórico (H_3PO_4); y se presenta con mayor frecuencia en forma de anión (H_2PO_4^- y HPO_4^{2-}) que como catión y se fija en el suelo de distinta manera que el potasio.

Donahue (1981) citado por Palomino (1987) menciona que la principal fuente de fósforo en el suelo lo constituye la apatita $\text{Ca}_{10}\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_6$ que contiene 95% o más de fósforo. Las plantas absorben el fósforo de la solución del suelo como ortofosfato primario, secundario y terciario.

De esta manera, el fósforo ocupa una porción crítica, tanto en el crecimiento vegetal como en la biología del suelo.

Gros (1981) menciona que el fósforo es un componente esencial de los vegetales, cuya riqueza media en P_2O_5 es del orden de 0.5 al 1% de la materia seca se encuentra, en parte, en estado mineral, principalmente formado por complejos orgánicos fosforados con lípidos, prótidos y glúcidos, como la lecitina, las núcleo proteínas componentes del núcleo celular y la fitina órganos de reproducción. El fósforo interviene activamente en la mayor parte de las reacciones bioquímicas complejas de la planta que son la base de la vida: Respiración, síntesis y descomposición de glúcidos, síntesis de proteínas, actividad de las diastasas, etc. El ácido fosfórico es un factor de precocidad, que tiende acortar el ciclo vegetativo, favoreciendo la maduración. Asimismo

aumenta la resistencia de la planta al frío y a las enfermedades, al igual que la potasa. Las carencias de P_2O_5 se ponen de manifiesto por un follaje de color verde oscuro, casi azulado, y por el amarillamiento y secado de la punta de las hojas. Estas presentan una ondulación característica, mostrando, a veces, manchas púrpuras.

Martíni (1969) menciona que en los suelos de América Central y del Sur, el fósforo es el elemento más limitante.

En el cuadro siguiente se ilustra la interpretación del P disponible del suelo, según la determinación por el método de Olsen.

Cuadro 1.6. Interpretación de P – disponible (ppm).

Interpretación	E.E.A. La Molina	Ackerman	PASTOS - UNSCH
Muy bajo	--	0 – 5	0 – 5
Bajo	1 – 6	6 – 15	5 – 13
Medio	7 – 14	16 – 25	14 – 26
Alto	>15	26 – 45	27 – 32
Muy alto	--	>45	>32

Fuente: Tineo, Cerda, Palomino y Giron (2014)

Arias (1978) señala que el nivel crítico de fosforo disponible para los suelos de la region de Ayacucho es 12 ppm; determinado por la metodologia de Cate y Nelson (1965), y la determinacion del fosforo disponible por la metodologia de Bray Kurtz.

Gros (1981) menciona que junto con la calcio, el potasio constituye la mayor parte de las materias minerales de la planta y aproximadamente el 3% de la materia seca de los vegetales.

Cuadro 1.7. Interpretación de K – disponible.

Interpretación	ppm K (Ortiz)
bajo	75
Medio	102
Alto	146
Muy alto	222

Fuente: Tineo, Cerda, Palomino y Giron (2014).

c. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

García-Serrano et al. (2010) menciona que los abonos tienen por objeto aportar al suelo los dos cationes: NH_4^+ y K^+ y los dos aniones: PO_4^{-3} y NO_3^- , más necesarios para las plantas. De ellos, son fijados por el complejo los dos cationes y el fosfato, pese a ser un anión, mediante puentes de calcio y también, por los óxidos de Fe^{+2} , Al^{+3} y Mn^{+2} . En cambio, el nitrato no es retenido.

Cuadro 1.8. Interpretación de la CIC en los suelos

Rango de C.I.C. (meq/100 g suelo o Cmol(+)/kg)	Interpretación
> 40	Muy alto
25 – 40	Alto
12 – 25	Medio
6 – 12	Bajo
< 6	Muy bajo

Fuente: Tineo, Cerda, Palomino y Giron (2014)

1.7.3. Factores biológicos

Fassbender (1975) menciona que el contenido de materia orgánica en los suelos es muy variable alcanzando desde trazas en los suelos desérticos hasta un 90-95% en los turbosos. Los horizontes A de los suelos explotados agrícolamente presentan por lo general valores entre 0.1 y 10% de materia orgánica, cuyo contenido decrece con la profundidad en el perfil del suelo.

Chonta (1979) menciona que la materia orgánica tiende a disminuir con la profundidad de cada altitud. De modo que para los suelos de superficie tiene una variación de 12.22% - 4.02% y la profundidad de una variación de 7.17% - 3.0%, notándose en forma general que los valores varían de bajo a alto. También menciona que la materia orgánica del suelo consiste en residuos vegetales y animales a varios niveles de descomposición. Niveles adecuados de la misma benefician al suelo en formas diferentes: mejora la condición física, aumenta la infiltración del agua, mejora la friabilidad del suelo, disminuye las pérdidas por erosión, provee nutrientes a las plantas. La mayor de los beneficios se debe a sustancias desprendidas como producto de la descomposición en el suelo de los residuos orgánicos.

Fassbender (1975) indica que los contenidos de la materia orgánica y nitrógeno de los suelos los determina, en primera instancia el clima y la vegetación y que los afectan otros factores locales como el relieve, material parenteral, el tipo y la duración de la explotación de los suelos y alguno de sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Palomino (1987) menciona que la materia orgánica es importante por su influencia en muchas de sus características del suelo: aumenta la capacidad de intercambio catiónico, la disponibilidad del N, P y S, la regulación del pH a través del aumento de su capacidad Tampón; la producción de sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento, importantes para la vida microbiana del suelo, y entre otras bondades.

Navarro S. y Navarro G. (2003) mencionan que las principales propiedades químicas del suelos son reguladas por el humus; gracias a su poder amortiguador, a incrementar la capacidad de cambio, y proporcionar elementos nutritivos para la planta. También ejerce una acción compensadora entre aniones y cationes en la disolución del suelo, y puede formar quelatos de hierro y manganeso, con lo cual se asegura el transporte de estos elementos.

En el siguiente cuadro se ilustra el contenido de materia orgánica de los suelos agrícolas:

Cuadro 1.9. Interpretación del contenido de materia orgánica (M.O.) del suelo

Niveles de M.O. (%)	Interpretación
< 1	Muy pobre
1.0 – 2.0	Pobre
2.0 – 3.0	Medio
3.0 – 5.0	Rico
> 5	Muy rico

Fuente: Tineo, Cerda, Palomino y Giron (2014)

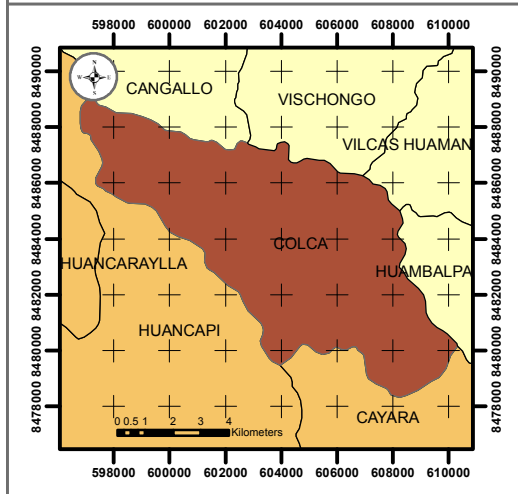
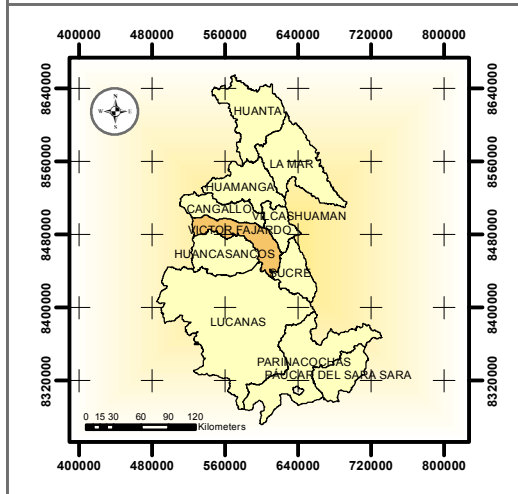
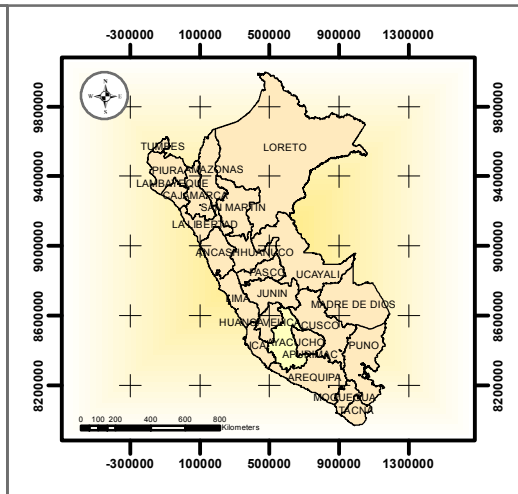
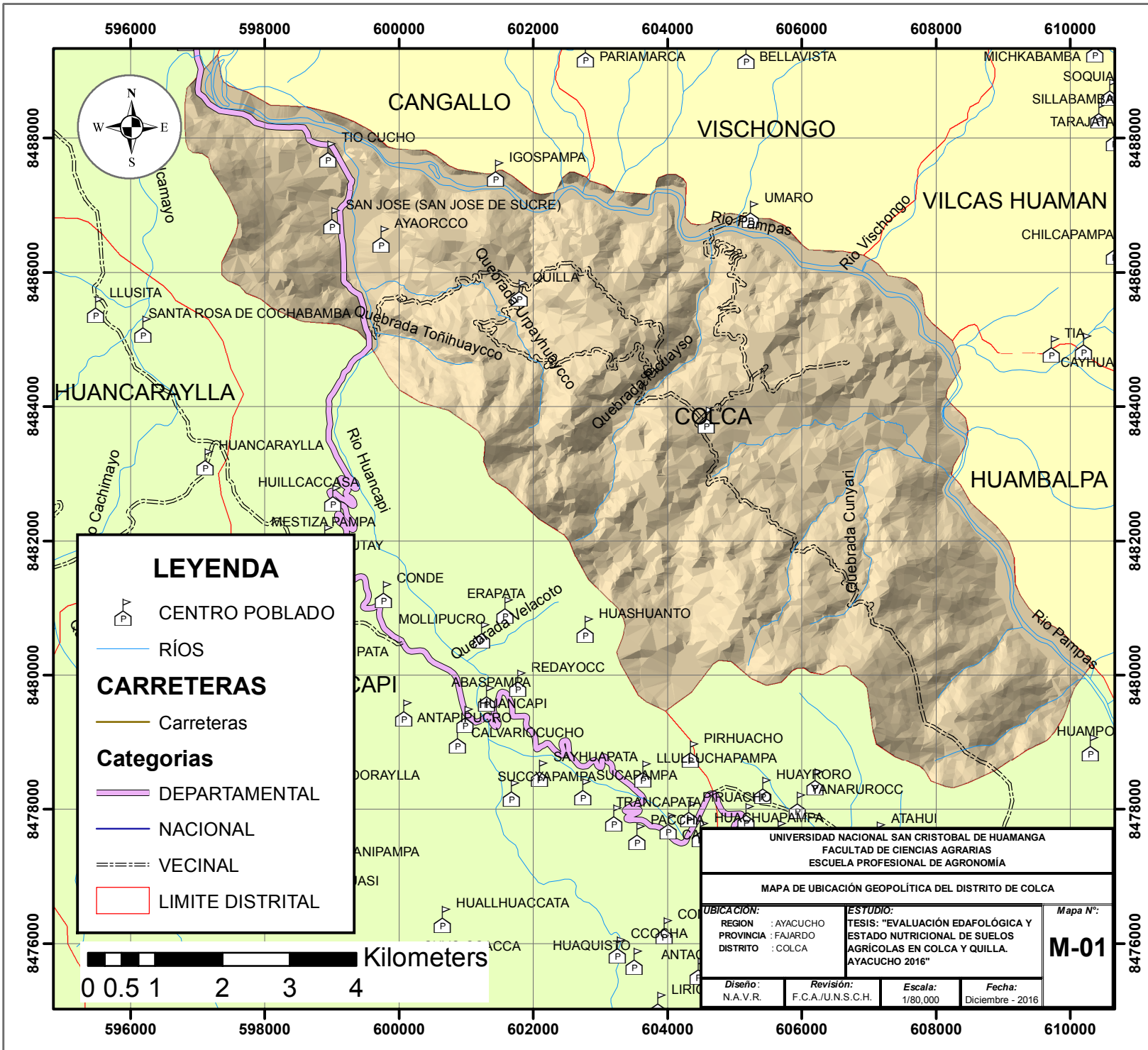
CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Características generales de las zonas en estudio

2.1.1. Ubicación

Las zonas agrícolas en estudio pertenecen a las localidades de Colca y Quilla; encontrándose dentro de la influencia de la cuenca del río Pampas; geopolíticamente está ubicado en el distrito de Colca, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho. Geográficamente se extiende desde 13°40'12.70" hasta 13°45'26.74" latitud sur; y 74° 6'4.84" al 73°59'17.95" longitud oeste; su altitud varía de 2460 a 4138 msnm.



2.1.2. Características climáticas

Las zonas agrícolas en estudio, presentan una temperatura máxima anual que oscila entre los 16°C y 28°C, y una mínima entre 4°C y 13°C; la precipitación media anual es de 650 mm; y una humedad relativa promedio, que oscila entre 33 % y 70 %. Existen dos épocas claramente marcadas: entre mayo y noviembre, la precipitación es escasa, y entre diciembre y abril es abundantes.

Estando el distrito de Colca en la zona de vida “estepa espinosa – MONTANO BAJO SUBTROPICAL”, según Mapa de zonas de vida de la región de Ayacucho (Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, 2012).

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. En la delimitación

- ✓ Software Google Earth
- ✓ Software ArcGIS

2.2.2. En la recolección de muestras

a. Equipos

- ✓ Receptor GPS
- ✓ Cámara fotográfica

b. Materiales

- ✓ Fotografías aéreas y Mapas de zonas agrícolas identificadas.
- ✓ Cuadro de registros
- ✓ Azadón en punta

- ✓ Flexómetro
- ✓ Mantada
- ✓ Tamíz de 2.65 mm
- ✓ Bolsas de tela

2.2.3. En la descripción de los perfiles

a. Equipos

- ✓ Receptor GPS
- ✓ Cámara fotográfica

b. Materiales

- ✓ Flexómetro
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Gotero con ácido clorhídrico al 50%
- ✓ Fichas de evaluación
- ✓ Tabla de colores Munsell
- ✓ Regla graduada
- ✓ Pico
- ✓ Cuchilla

2.2.4. En la conducción del ensayo

a. Equipos

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Estufa

b. Materiales

- ✓ Caja de almacigo
- ✓ Arena y suelo agrícola
- ✓ Semillas de tomate
- ✓ Muestras de suelo
- ✓ Vasos descartables N°. “7” y “9”
- ✓ Cuadro de registros
- ✓ Marcador indeleble
- ✓ Etiquetas de identificación
- ✓ Abono (Urea, SFTC, SK)
- ✓ Agua des – ionizada
- ✓ Empaques de papel molde
- ✓ Cuchillas

2.3. Tipo de estudio

2.3.1. Estudio cuantitativo

La evaluación cuantitativa de la fertilidad de los suelos de las zonas agrícolas se realizó a través de la aplicación de la técnica del “Elemento Faltante y del Elemento Presente” (Tineo, 2014) ver cuadro 1.3.

Como también se realizó la interpretación del análisis de caracterización de los suelos.

2.3.2. Estudio cualitativo

La observación cualitativa de la fertilidad de los suelos se realizó a través de la observación de las zonas agrícolas.

2.4. Determinación de las muestras

2.4.1. Delimitación de zonas agrícolas

La delimitación de las zonas agrícolas más representativas de las localidades de Colca y Quilla del distrito de Colca se realizó a través de la observación e interpretación de fotografías aéreas satelitales, fotointerpretación (Sganga y Puentes, 2007); y la fisiografía del terreno. Identificándose 9 zonas agrícolas en la localidad de Colca y 4 en Quilla.

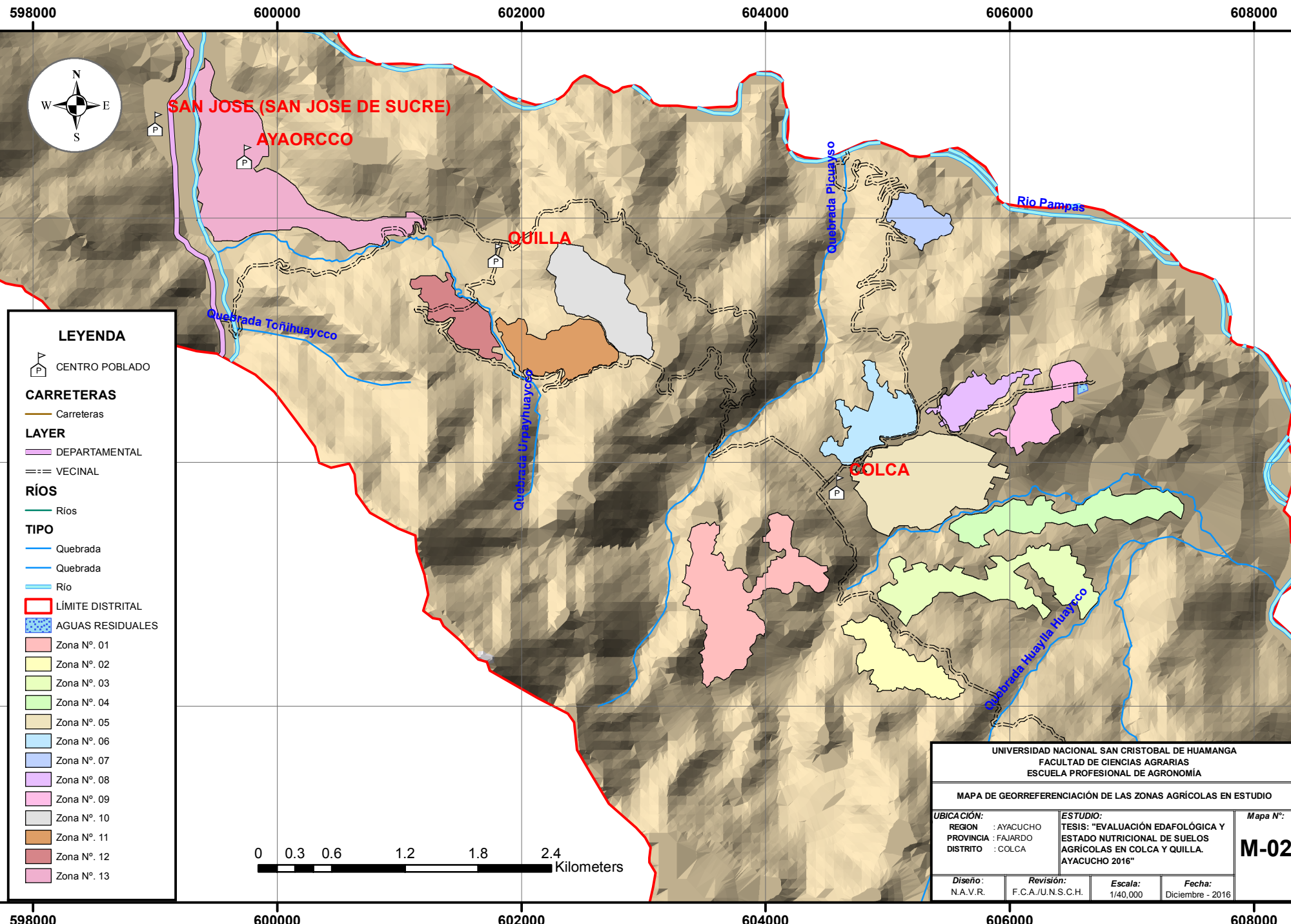
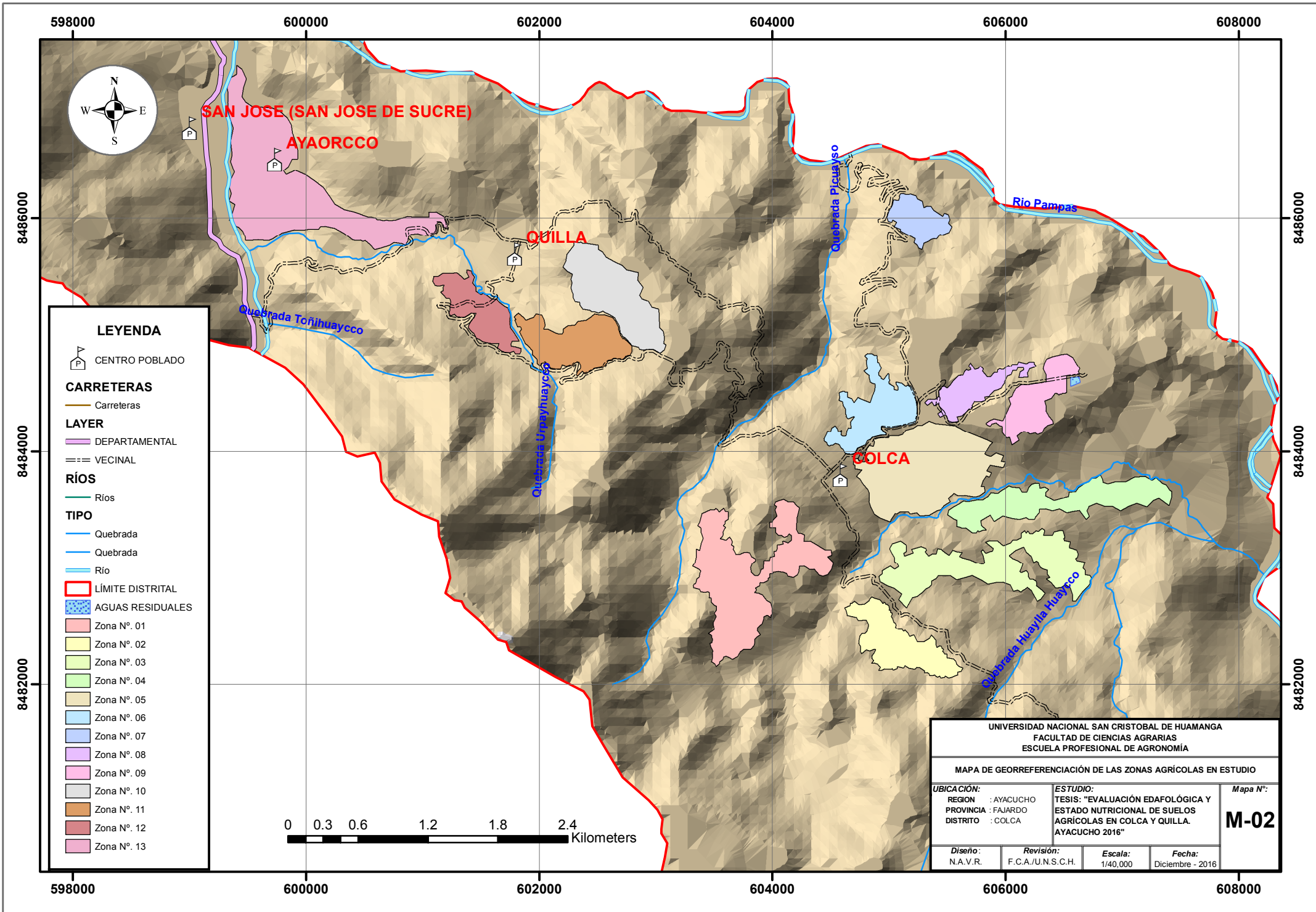
2.4.2. Muestras de suelo

Las muestras corresponden a un grupo de suelos de 13 zonas agrícolas, ubicadas en las localidades de Colca y Quilla; realizándose el análisis de caracterización en el laboratorio de análisis de suelos de “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, anexo 01.

2.4.3. Descripción de las 13 zonas agrícolas

A continuación una descripción de las 9 zonas agrícolas más representativas de Colca y las 4 de Quilla; identificadas y delimitadas para el estudio.

Para una mayor descripción y observación de las zonas agrícolas se aperturarón calicatas, una por cada zona agrícolas; detallándose la tarjeta de campo y la ficha edafológica en el anexo 02.



SAN JOSE (SAN JOSE DE SUCRE)
AYAORCCO

QUILLA

COLCA

LEYENDA

- CENTRO POBLADO
- CARRETERAS**

 - Carreteras

- LAYER**

 - DEPARTAMENTAL
 - VECINAL

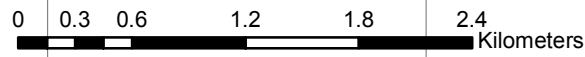
- RÍOS**

 - Ríos

- TIPO**

 - Quebrada
 - Quebrada
 - Río

- LÍMITE DISTRITAL
- AGUAS RESIDUALES
- Zona N°. 01
- Zona N°. 02
- Zona N°. 03
- Zona N°. 04
- Zona N°. 05
- Zona N°. 06
- Zona N°. 07
- Zona N°. 08
- Zona N°. 09
- Zona N°. 10
- Zona N°. 11
- Zona N°. 12
- Zona N°. 13



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN DE LAS ZONAS AGRÍCOLAS EN ESTUDIO

UBICACIÓN:	ESTUDIO:	<i>Mapa N°:</i>
REGION : AYACUCHO	TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	M-02
PROVINCIA : FAJARDO		
DISTRITO : COLCA		
<i>Diseño:</i>	<i>Revisión:</i>	<i>Escala:</i>
N.A.V.R.	F.C.A./U.N.S.C.H.	1/40,000
		<i>Fecha:</i>
		Diciembre - 2016

a. Zona agrícola 01 (Z1):

Esta zona agrícola, pertenece la localidad de Colca, y está comprendida por los lugares de Mutca y Quelloccasa que se encuentran al sur del área urbana del distrito de Colca, en la parte alta, con una altitud desde 3100 a 3386 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve ligeramente inclinado, pendiente media de 20.36 %, con una profundidad de 35 cm en el horizonte “A” de límite abrupto y ondulado, con un suelo Franco arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola y forestal con un sobre parcelamiento y abandono, en la que se cultiva: quinua (*Chenopodium quinoa*), papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*), olluco (*Ullucus tuberosus*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*); y se foresta con pino (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: cactáceas, gramíneas, molle (*Schinus molle*); con una cobertura vegetal de 40 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un nivel erosión ligera.



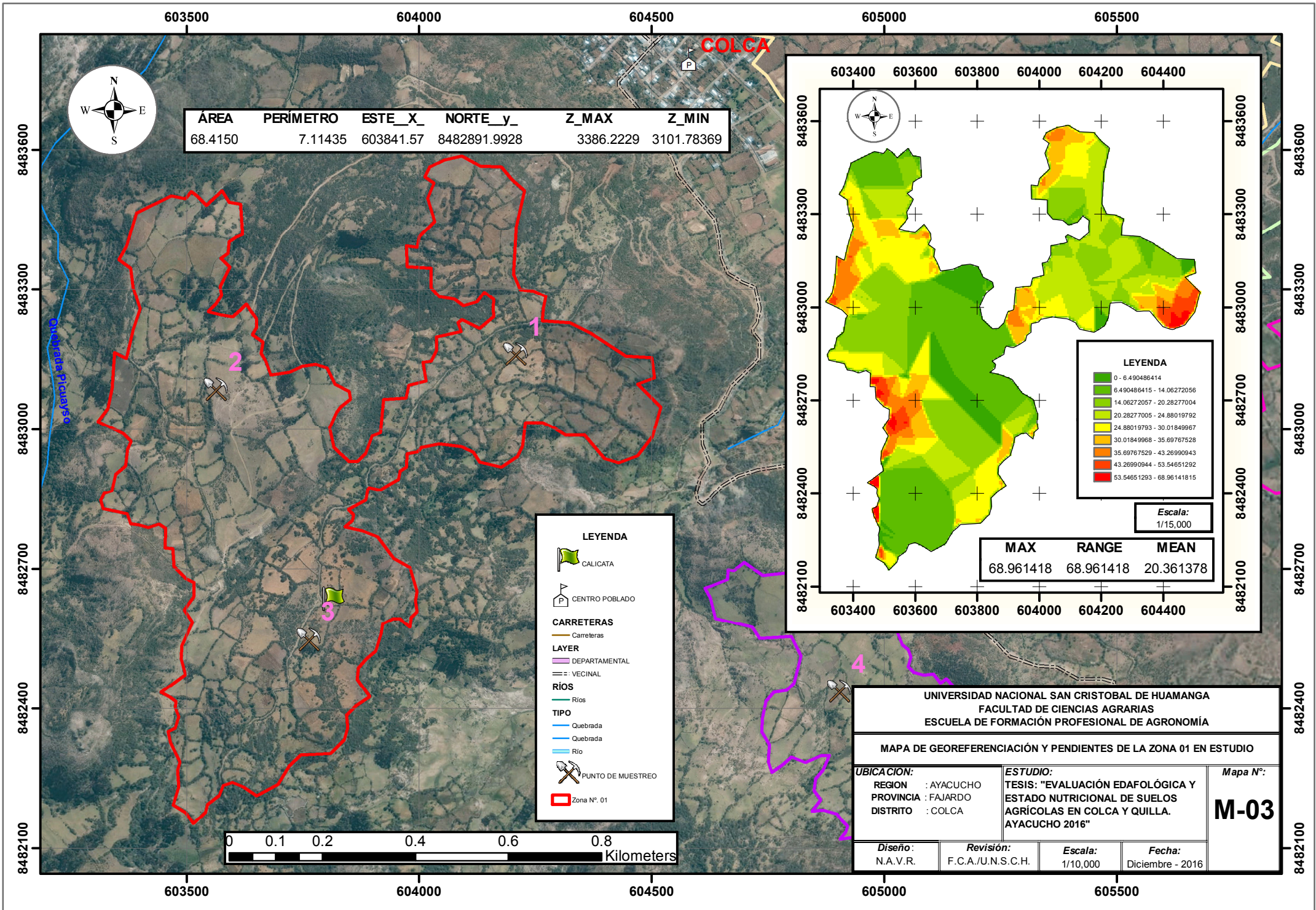
Fotografía 2.1. Vista oeste de la zona agrícola 01.

La muestra de suelo de esta zona se obtuvo de tres puntos representativos, de parcelas donde no se usa fertilizante de origen químico; y el aporte de nutrientes al suelo proviene de la descomposición de la materia orgánica, de residuos de cosecha e incorporaciones de estiércoles de ganado vacuno y caprino.

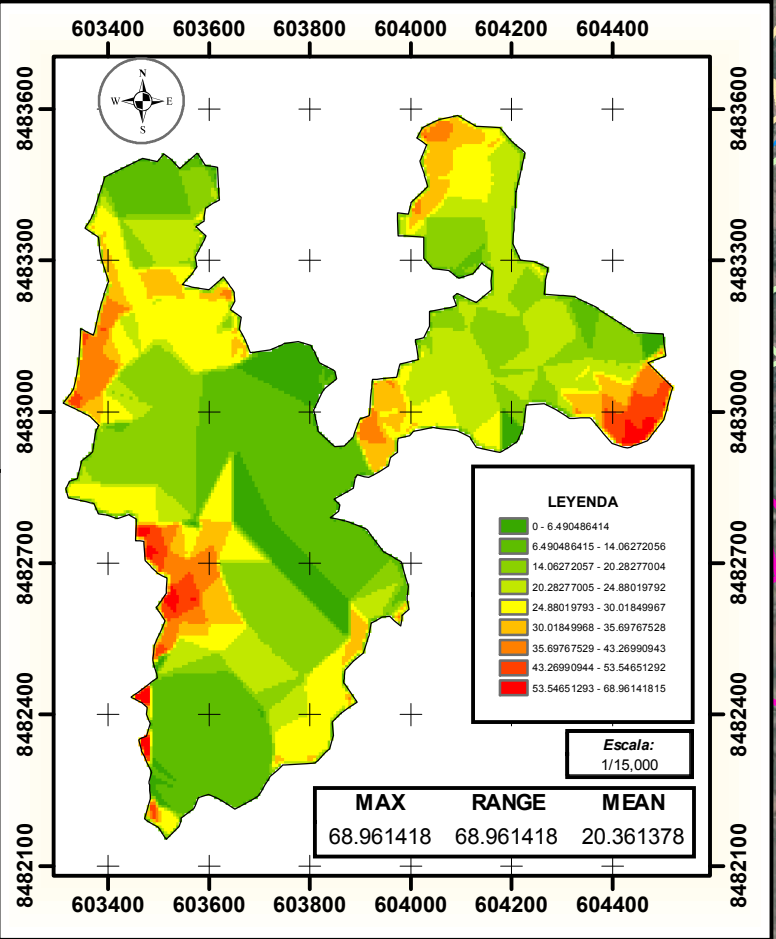
El perfil del suelo se realizó en el punto más representativo, ubicado en una parcela del lugar denominado “Mutca” con las coordenadas UTM, 8482637 Norte y 603816 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.2. Evaluación del perfil de suelo de la zona agrícola 01.



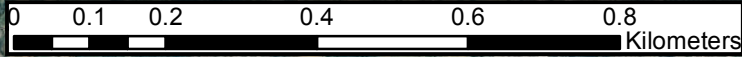
ÁREA	PERIMETRO	ESTE_X_	NORTE_y_	Z_MAX	Z_MIN
68.4150	7.11435	603841.57	8482891.9928	3386.2229	3101.78369



LEYENDA

- CALICATA
- CENTRO POBLADO
- CARRETERAS**
- Carreteras
- LAYER**
- DEPARTAMENTAL
- VECINAL
- RÍOS**
- Ríos
- TIPO**
- Quebrada
- Quebrada
- Río
- PUNTO DE MUESTREO
- Zona Nº. 01

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA			
MAPA DE GEOREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA 01 EN ESTUDIO			
UBICACION: REGION : AYACUCHO PROVINCIA : FAJARDO DISTRITO : COLCA		ESTUDIO: TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	
Diseño: N.A.V.R.		Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	
Escala: 1/10,000		Fecha: Diciembre - 2016	
			Mapa Nº: M-03



b. Zona agrícola 02 (Z2):

Está comprendida por el lugar denominado “Ayatuna”, perteneciente a la localidad de Colca, que se encuentran al sur del área urbana del distrito de Colca, en la parte alta, con una altitud desde 3100 a 3269 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve ligeramente inclinado, pendiente media de 29.31 %, con una profundidad de 20 cm en el horizonte “A” y 27 cm en el Hz “B” de límite gradual y ondulado, con un suelo Franco arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola, con un sobre parcelamiento y abandono, en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*) y avena (*Avena sativa*); también se puede identificar las especies nativas de: chamana (*Dodonaea viscosa*), cactáceas, cabuya (*Agave americana*), molle (*Schinus molle*), tuna (*Opuntia ficus*) y retama (*Retama sphaerocarpa*); con una cobertura vegetal de 20 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un nivel erosión ligera.



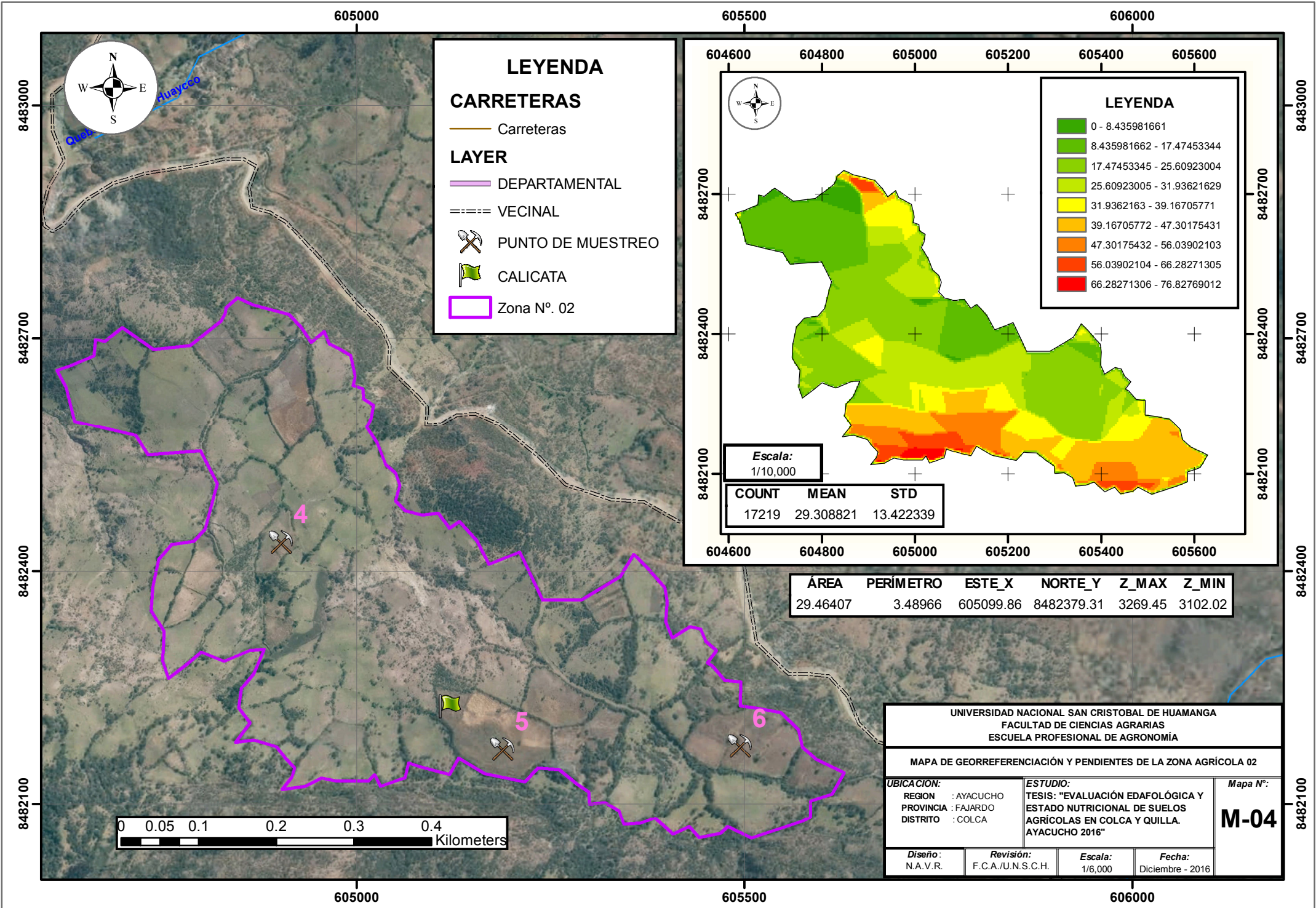
Fotografía 2.3. Vista panorámica de la zona agrícola 02.

En esta zona se determinó tres puntos representativos para la excavación y recolección de muestra de suelo, de parcelas donde no se usa fertilizante de origen químico, y solo de origen orgánico como estiércol de vacuno y caprino.

Realizándose, la excavación para el perfil del suelo en el punto más representativo de la zona, con las coordenadas UTM, 8482188 Norte y 605138 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.4. Perfil de suelo de la zona agrícola 02



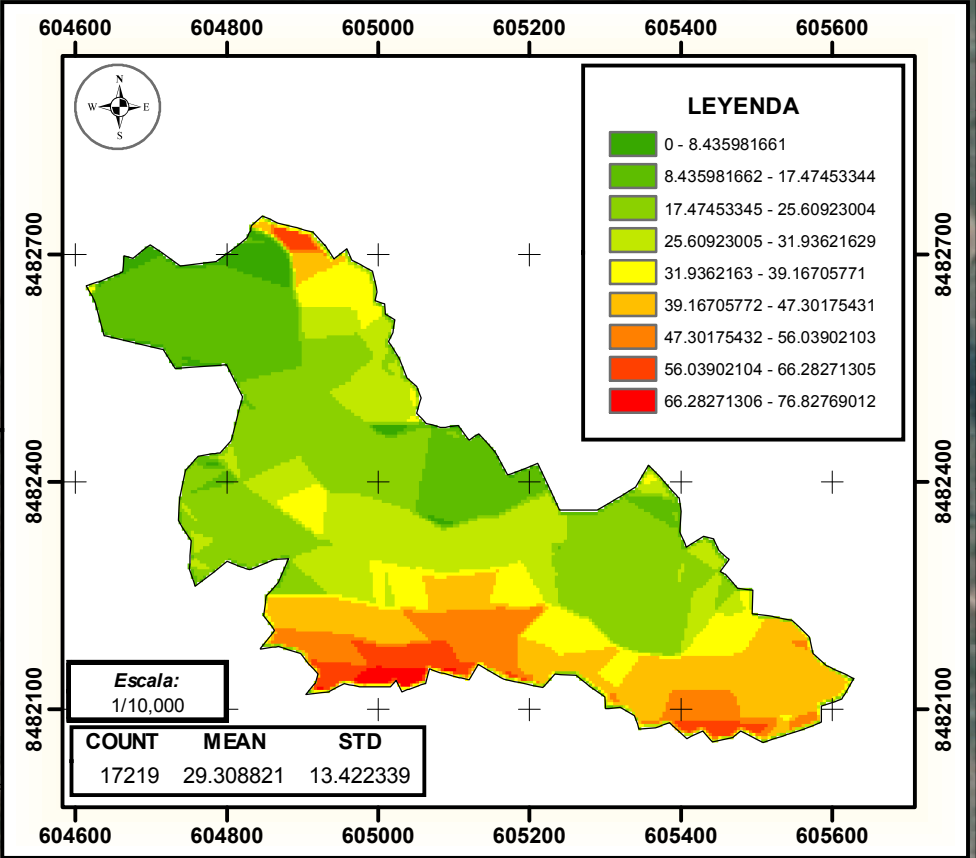
LEYENDA

CARRETERAS

- Carreteras

LAYER

- DEPARTAMENTAL
- VECINAL
- PUNTO DE MUESTREO
- CALICATA
- Zona N°. 02

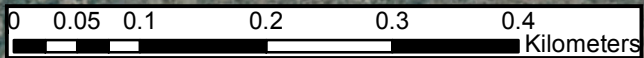


ÁREA	PERÍMETRO	ESTE_X	NORTE_Y	Z_MAX	Z_MIN
29.46407	3.48966	605099.86	8482379.31	3269.45	3102.02

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 02

UBICACION: REGION : AYACUCHO PROVINCIA : FAJARDO DISTRITO : COLCA	ESTUDIO: TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	<i>Mapa N°:</i> M-04
<i>Diseño:</i> N.A.V.R.	<i>Revisión:</i> F.C.A./U.N.S.C.H.	<i>Escala:</i> 1/6,000
<i>Fecha:</i> Diciembre - 2016		



c. Zona agrícola 03 (Z3):

Perteneciente a la localidad de Colca, está comprendida por los lugares de Chinchana, Willcca y Checcobamba que se encuentran al sureste del área urbana del distrito de Colca, en la parte media, desde una altitud de 2728 a 3071 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve normal, pendiente media de 19.88 %, con una profundidad de 45 cm en el horizonte “A” y 50 cm en el Hz “B” de límite gradual y ondulado, con un suelo Arcilloso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola y frutal con un sobre parcelamiento y ligero abandono, en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*) y avena (*Avena sativa*), y especies frutícolas como palto (*Persea americana*) y durazno (*Prunus pérsica*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: molle (*Schinus molle*), huarango (*Acacia macracantha*), cabuya (*Agave americana*) y tuna (*Opuntia ficus*); con una cobertura vegetal de 30 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje moderado y con un nivel erosión ligera.



Fotografía 2.5. Colección de muestras de suelo de la zona agrícola 03

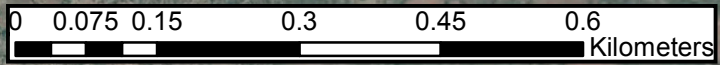
La muestra de suelo para esta zona se obtuvo de tres puntos representativos, de parcelas agrícolas donde no se usa fertilizante de origen químico; en donde la restitución de nutrientes al suelo, proviene de la descomposición de la materia orgánica de origen vegetal (residuos de cosecha) y animal (estiércol de vacuno, caprino y cuyes).

Y el perfil del suelo se realizó en el punto más representativo, ubicado en una parcela del lugar de Chinchana con las coordenadas UTM, 8482942 Norte y 605904 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.

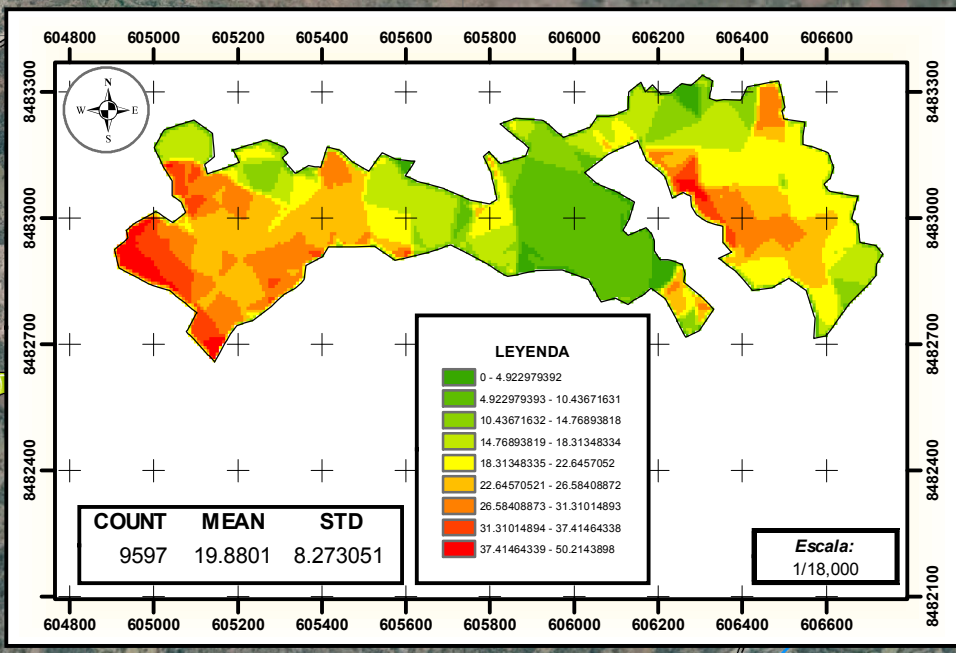


Fotografía 2.6. Excavación del Perfil de suelo de la zona agrícola 03

ÁREA	PERÍMETRO	ESTE_X	NORTE_Y	Z_MAX	Z_MIN
54.99106	7.201719	605837.907	8483005.8	3071.44	2727.57



- LEYENDA**
- CENTRO POBLADO
 - CARRETERAS**
 - Carreteras
 - LAYER**
 - DEPARTAMENTAL
 - VECINAL
 - RÍOS**
 - Ríos
 - TIPO**
 - Quebrada
 - Quebrada
 - Río
 - CALICATA
 - PUNTO DE MUESTREO
 - Zona N°. 03



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 03

UBICACIÓN:	ESTUDIO:	Mapa N°:	
REGION : AYACUCHO	TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	M-05	
PROVINCIA : FAJARDO			
DISTRITO : COLCA			
Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/8,000	Fecha: Diciembre - 2016

d. Zona agrícola 04 (Z4):

Esta zona agrícola, pertenece la localidad de Colca, y está comprendida por los lugares de Escunto, Saccahuanca, y Soccus que se encuentran al este del área urbana del distrito de Colca, en la parte media, desde una altitud de 2570 a 2858 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve normal, pendiente media de 19.64 %, con una profundidad de 28 cm en el horizonte “A” y 23 cm en el Hz “B” de límite gradual y ondulado, con un suelo Franco arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola y frutal con un sobre parcelamiento y ligero abandono, en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*) y avena (*Avena sativa*), y especies frutícolas como palto (*Persea americana*) y durazno (*Prunus pérsica*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: molle (*Schinus molle*), huarango (*Acacia macracantha*), cabuya (*Agave americana*) y tuna (*Opuntia ficus*); con una cobertura vegetal de 30 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje moderado y con un nivel erosión ligera.



Fotografía 2.7. Vista panorámica de la zona agrícola 04.

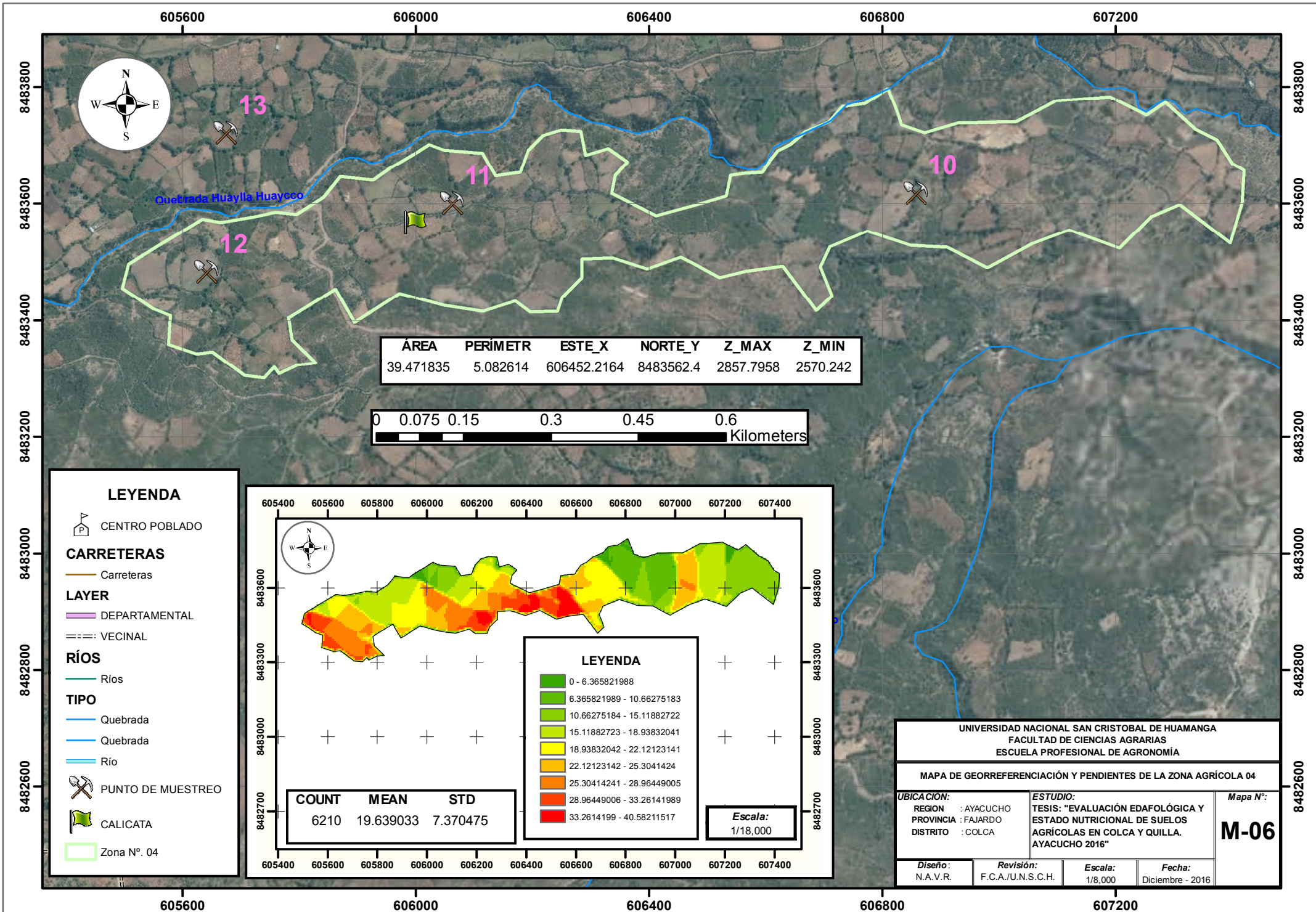
Obteniéndose una muestra de suelo representativa, a partir de la excavación y recolección de muestras de suelo de tres puntos representativos de esta zona,

de parcelas donde no se usa fertilizante de origen químico o sintético; y solo se hace uso de abonos orgánicos de la zona (estiércoles caprino y cuyes) y residuos de cosecha.

La excavación para la observación del perfil del suelo se realizó en el punto más representativo, ubicado en una parcela del lugar denominado “Escunto” con las coordenadas UTM, 8483568 Norte y 605999 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.8. Perfil del suelo de la zona agrícola 04.

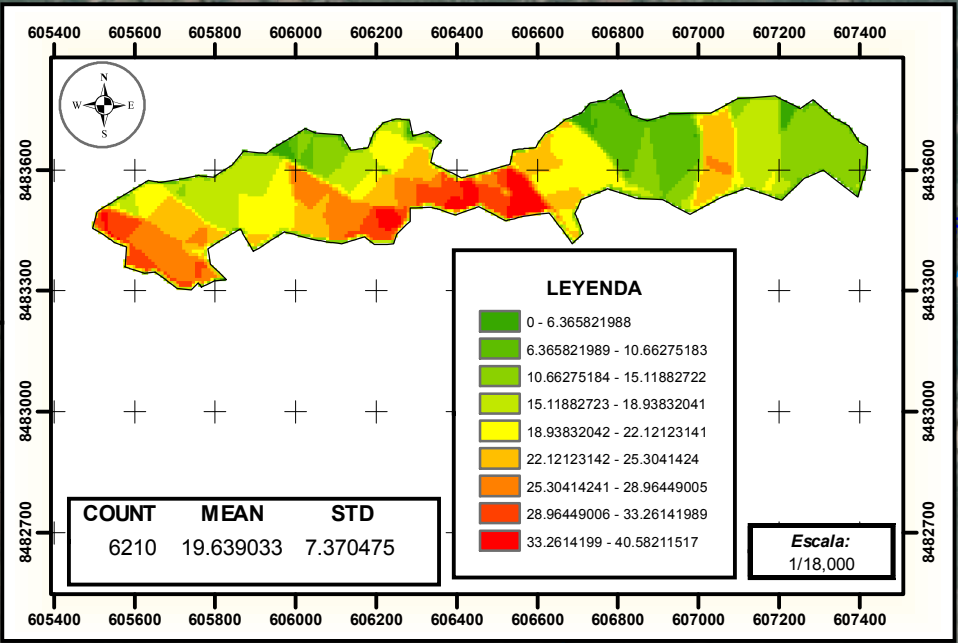


ÁREA	PERÍMETR	ESTE_X	NORTE_Y	Z_MAX	Z_MIN
39.471835	5.082614	606452.2164	8483562.4	2857.7958	2570.242



LEYENDA

- CENTRO POBLADO
- CARRETERAS**
- Carreteras
- LAYER**
- DEPARTAMENTAL
- VECINAL
- RÍOS**
- Ríos
- TIPO**
- Quebrada
- Quebrada
- Río
- PUNTO DE MUESTREO
- CALICATA
- Zona N°. 04



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 04

UBICACIÓN:	ESTUDIO:	Mapa N°:	
REGION : AYACUCHO	TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	M-06	
PROVINCIA : FAJARDO			
DISTRITO : COLCA			
Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/8,000	Fecha: Diciembre - 2016

e. Zona agrícola 05 (Z5):

Pertenece a la localidad de Colca, y está comprendida por los lugares de Chacca, Chakipuquio, CCoyccabamba, CCochaccpampa y Mollepampa, que se encuentran al este del área urbana del distrito de Colca, en la parte media, con una altitud desde 2760 a 2942 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve normal, pendiente media de 15.97 %, con una profundidad de 34 cm en el horizonte “A” y 50 cm en el Hz “B” de límite gradual y ondulado, con un suelo franco arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola con un sobre parcelamiento, en la que se cultiva: alfalfa (*Medicago sativa*), maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), arveja (*Avena sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: molle (*Schinus molle*), huarango (*Acacia macracantha*), cabuya (*Agave americana*), tuna (*Opuntia ficus*) y gramíneas; con una cobertura vegetal de 30 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un grado de erosión moderada.



Fotografía 2.9. Vista central de la zona agrícola 05.



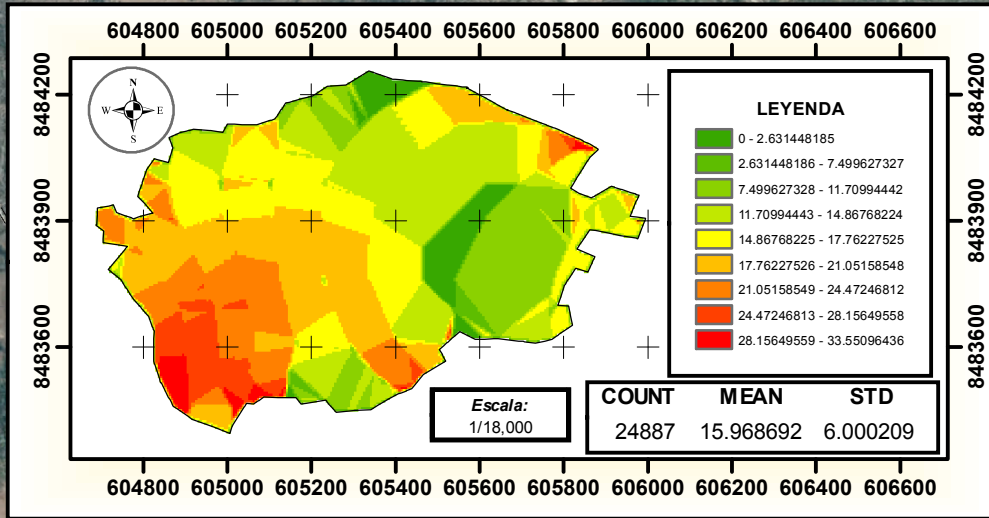
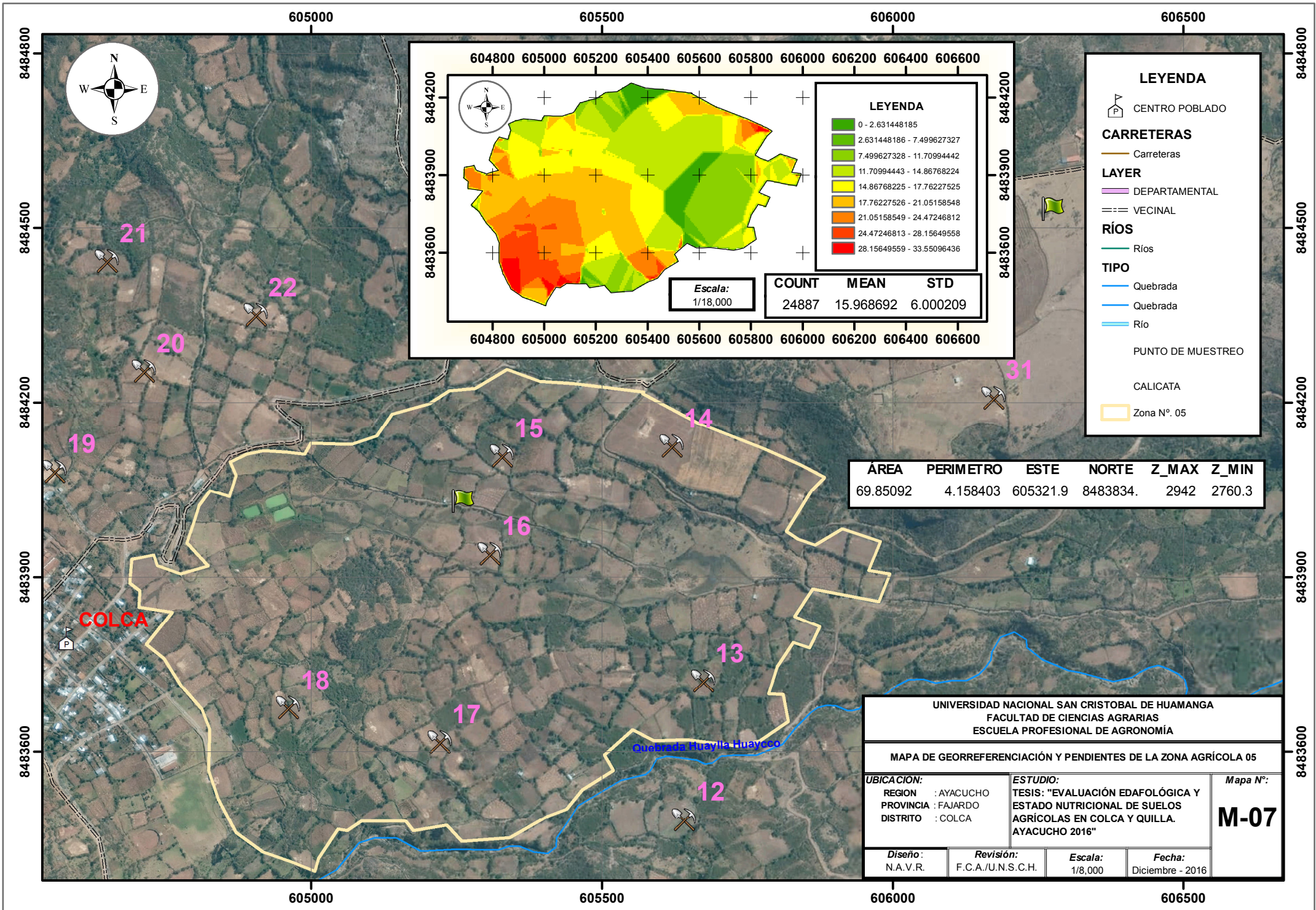
Fotografía 2.10. Vista panorámica de la zona agrícola 05.

La muestra de suelo de esta zona se obtuvo de submuestras recolectadas a partir de seis puntos representativos, de parcelas donde no se usa fertilizante químico a parte de la descomposición de la materia orgánica.

Y el perfil del suelo se realizó en el punto más representativo de la zona, ubicado en una parcela del lugar denominado “Chacca”, con las coordenadas UTM, 8484031 Norte y 605261 Este, en la zona geográfica “18” Sur, en el sistema WG84.



Fotografía 2.11. Perfil de suelo de la zona agrícola 05.



Escales:	1/18,000
COUNT	24887
MEAN	15.968692
STD	6.000209

LEYENDA	
	CENTRO POBLADO
CARRETERAS	
	Carreteras
LAYER	
	DEPARTAMENTAL
	VECINAL
RÍOS	
	Ríos
TIPO	
	Quebrada
	Quebrada
	Río
	PUNTO DE MUESTREO
	CALICATA
	Zona N° 05

ÁREA	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
69.85092	4.158403	605321.9	8483834.	2942	2760.3

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA			
MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 05			
UBICACIÓN:		ESTUDIO:	
REGION :	AYACUCHO	TESIS:	"EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"
PROVINCIA :	FAJARDO		
DISTRITO :	COLCA		
Diseño:		Revisión:	Mapa N°:
N.A.V.R.		F.C.A./U.N.S.C.H.	M-07
Escala:		Fecha:	
1/8,000		Diciembre - 2016	

f. Zona agrícola 06 (Z6):

Esta zona agrícola, pertenece la localidad de Colca, y está comprendida por el lugar de Ccotamarca que se encuentran al norte del área urbana del distrito de Colca, en la parte media, desde una altitud de 2757 a 2960 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve subnormal, pendiente media de 20.11 %, con una profundidad de 48 cm en el horizonte “A” de límite gradual y ondulado y un horizonte “C” muy profundo, con un suelo arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola con un sobre parcelamiento, en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), quiwicha (*Amaranthus caudatus*), hortalizas, alfalfa (*Medicago sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*) y trigo (*Triticum aestivum*) y especies frutícolas como durazno (*Prunus pérsica*), palto (*Persea americana*), paca (*Inga feuilleei*), y cítricos. En esta zona se puede identificar las especies nativas de: molle (*Schinus molle*), huarango (*Acacia macracantha*), cabuya (*Agave americana*), tuna (*Opuntia ficus*), cactáceas; con una cobertura vegetal de 30 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un grado de erosión ligero.



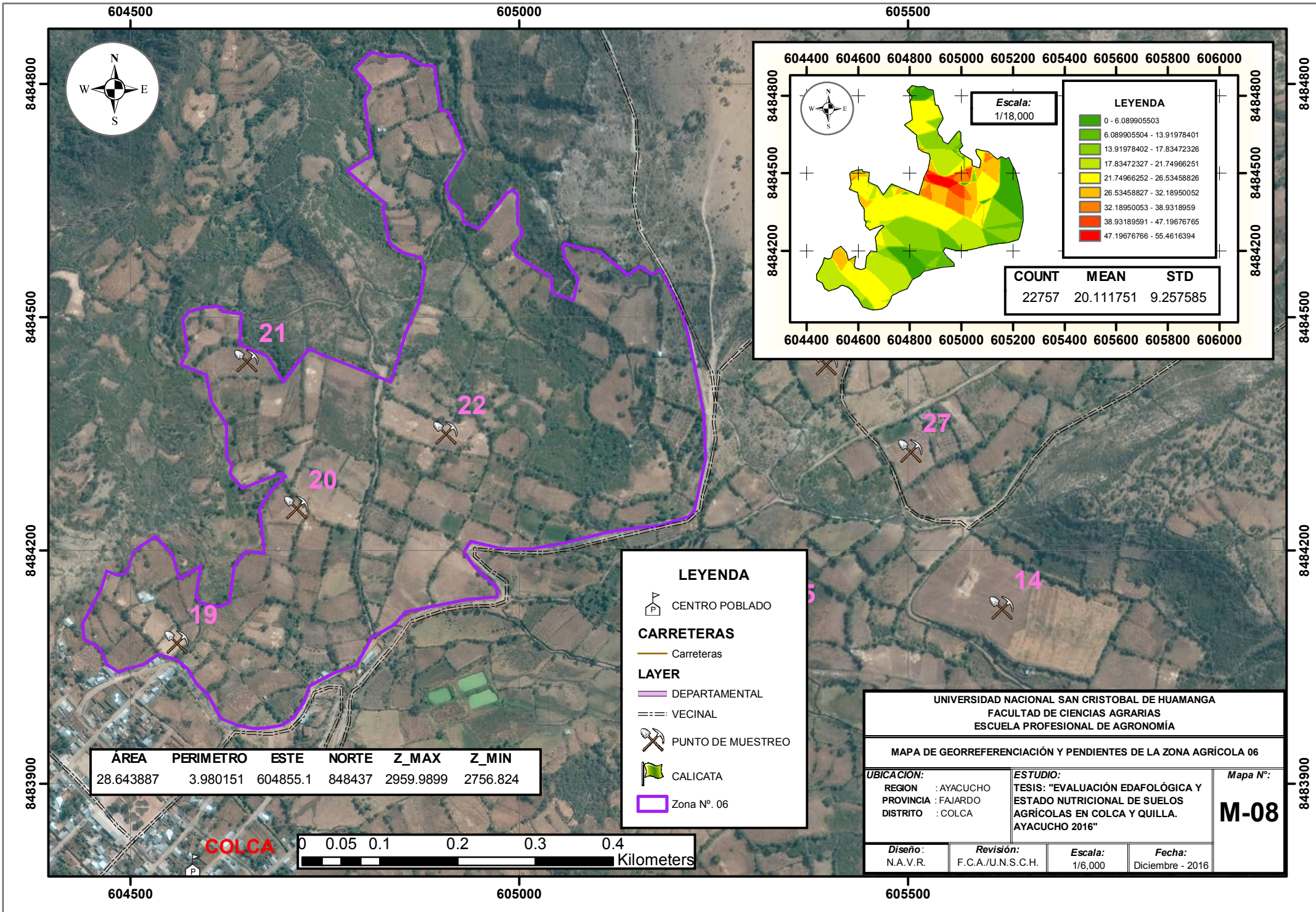
Fotografía 2.12. Colección de muestras zona agrícola 06.

La muestra de suelo de esta zona se obtuvo de cuatro puntos representativos, recolectados de parcelas donde no se usa fertilizante de origen químico, restituyendo los nutrientes del suelo a partir del abonamiento orgánico con estiércoles de vacuno y cuyes.

Realizando la excavación para la observación del perfil de suelo, en el punto más representativo de la zona, ubicado en una parcela del lugar denominado Ccotamarca con las coordenadas UTM, 8484289 Norte y 604796 Este, en la zona geográfica “18” Sur, en el sistema WG84.



Fotografía 2.13. Perfil de suelo de la zona agrícola 06.



ÁREA	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
28.643887	3.980151	604855.1	848437	2959.9899	2756.824

LEYENDA

- CENTRO POBLADO
- CARRETERAS**
- Carreteras
- LAYER**
- DEPARTAMENTAL
- VECINAL
- PUNTO DE MUESTREO
- CALICATA
- Zona N°. 06

LEYENDA

	0 - 6.089905503
	6.089905504 - 13.91978401
	13.91978402 - 17.83472326
	17.83472327 - 21.74966251
	21.74966252 - 26.53458826
	26.53458827 - 32.18950052
	32.18950053 - 38.9318959
	38.93189591 - 47.19676765
	47.19676766 - 55.4616394

Escala: 1/18,000

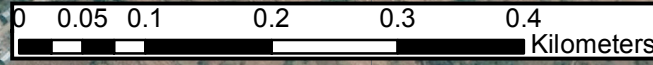
COUNT	MEAN	STD
22757	20.111751	9.257585

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 06

UBICACIÓN:	ESTUDIO:	Mapa N°: M-08
REGION : AYACUCHO	TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	
PROVINCIA : FAJARDO		
DISTRITO : COLCA		

Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/6,000	Fecha: Diciembre - 2016
----------------------------	---------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------



g. Zona agrícola 07 (Z7):

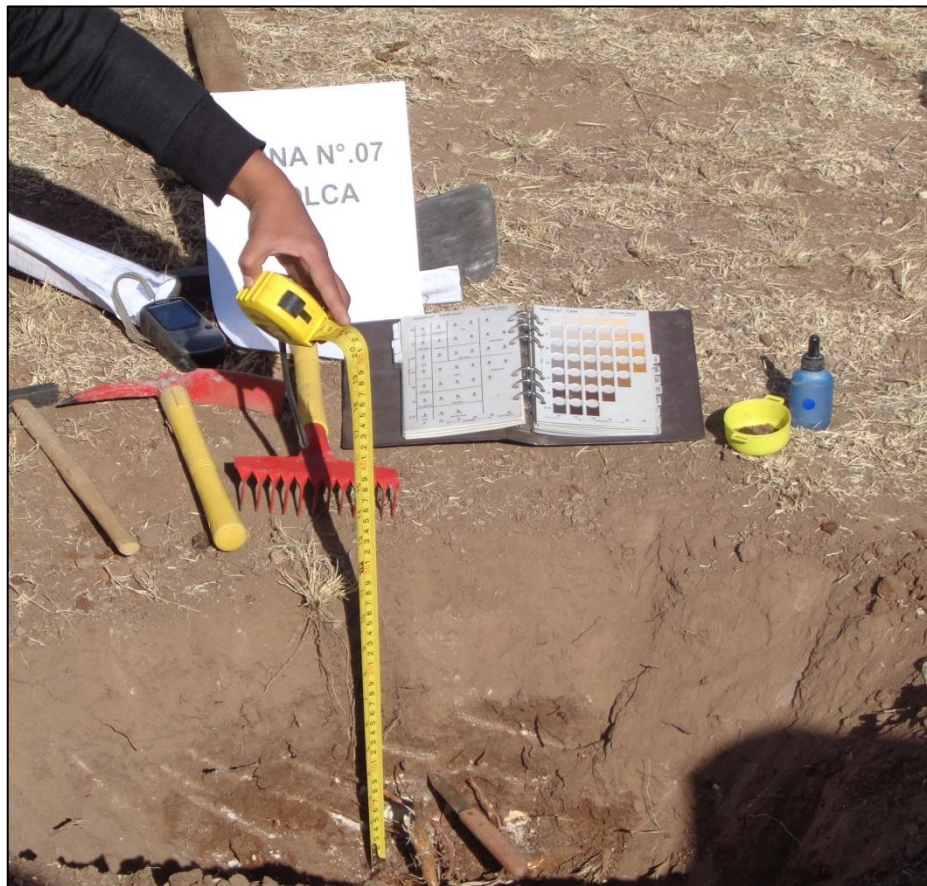
Esta zona agrícola, pertenece la localidad de Colca, y está comprendida por el lugar de Achalla, que se encuentran al norte del área urbana del distrito de Colca en la parte baja, cercano a las riveras del río Pampas, con una altitud desde 2600 a 2678 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve normal, pendiente media de 19.70 %, con una profundidad de 20 cm en el horizonte “A” de límite gradual y ondulado, con un suelo Franco arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola, con un sobre parcelamiento y abandono, en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*), y especies frutícolas como paca (*Inga feuilleei*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: tuna (*Opuntia ficus*), cabuya (*Agave americana*), molle (*Schinus molle*), huarango (*Acacia macracantha*), y cactáceas; con una cobertura vegetal de 20 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje moderado y con un nivel erosión ligera.



Fotografía 2.14. Vista de la zona agrícola 07.

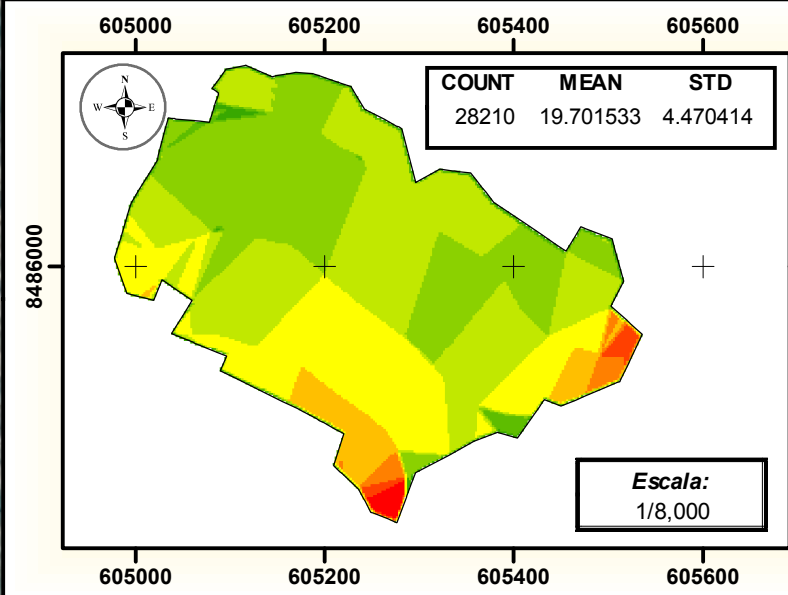
La muestra de suelo de esta zona, para su análisis y evaluación, se obtuvo de tres puntos representativos, de parcelas agrícolas donde solo se abona con materiales orgánicos como estiércol (estiércoles de vacuno y caprino) y residuos de cosecha.

La excavación para la observación del perfil de suelo, esta zona, se realizó en el punto geográfico más representativo, con las coordenadas UTM, 8486198 Norte y 605123 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.15. Perfil de suelo de la zona agrícola 07.

ÁREA	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
14.471163	1.811828	605250.9	8485977.6	2678.49	2600



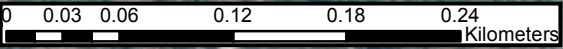
LEYENDA

CARRETERAS
— Carreteras

LAYER
— DEPARTAMENTAL
- - - VECINAL

⚒ PUNTO DE MUESTREO
🚩 CALICATA

▭ Zona N°. 07



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 07

UBICACIÓN: REGION : AYACUCHO PROVINCIA : FAJARDO DISTRITO : COLCA	ESTUDIO: TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	Mapa N°: M-09
Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/4,000
Fecha: Diciembre - 2016		

h. Zona agrícola 08 (Z8):

Esta zona agrícola, pertenece la localidad de Colca, y está comprendida por el lugar denominado “Chococcoro”, que se encuentran al noreste del área urbana del distrito de Colca en la parte media, con una altitud desde 2748 a 2840 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve ligeramente inclinado, pendiente media de 15.72 %, con una profundidad de 25 cm en el horizonte “A” de límite gradual y ondulado, con un suelo Franco arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola, con un sobre parcelamiento, en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*Chenopodium quinoa*), arveja (*Pisum sativum*) y hortalizas, y especies frutícolas como durazno (*Prunus pérsica*), palto (*Persea americana*), pacaie (*Inga feuillei*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: tuna (*Opuntia ficus*), cabuya (*Agave americana*), molle (*Schinus molle*), huarango (*Acacia macracantha*), y cactáceas; con una cobertura vegetal de 30 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un nivel erosión ligera.



Fotografía 2.16. Vista de la zona agrícola 08.



Fotografía 2.17. Vista panorámica de la zona agrícola 08.

La muestra de suelo de esta zona se obtuvo de cuatro puntos geográficos representativos de la misma, en donde se realizó la excavación y recolección de muestra de suelo, de parcelas donde la restitución de nutrientes al suelo proviene de la descomposición de materiales orgánicos como el estiércol de vacuno y caprino.

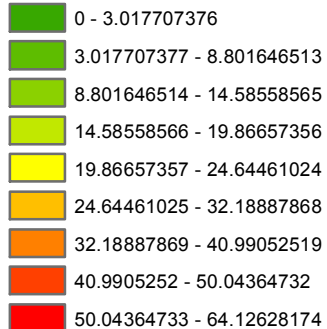
Y el perfil del suelo se realizó en el punto más representativo, ubicado en una parcela del lugar de Choccocoro con las coordenadas UTM, 8484522 Norte y 605706 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



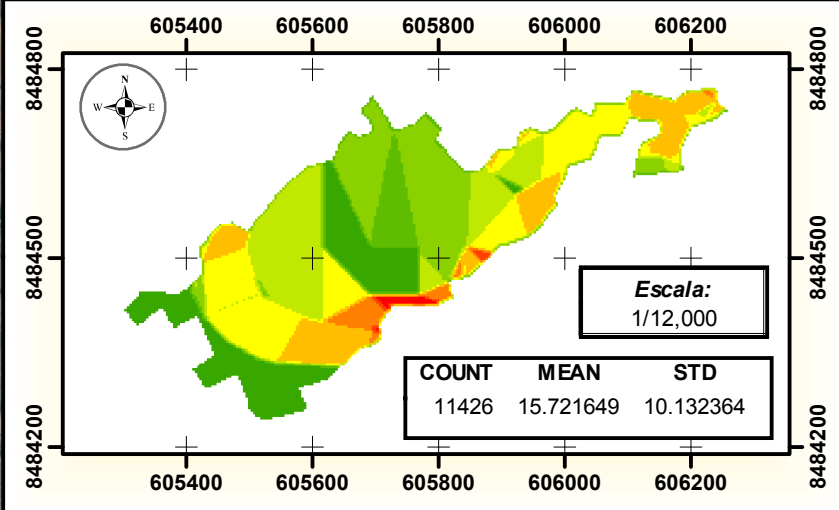
Fotografía 2.18. Perfil de suelo de la zona agrícola 08.



PENDIENTES



AREA_1	PERIMETR	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
17.55516	3.114163	605748.45	8484518.99	2840	2748.10



LEYENDA

CARRETERAS

Carreteras

LAYER

DEPARTAMENTAL

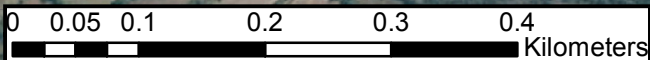
VECINAL

AGUAS RESIDUALES

PUNTO DE MUESTREO

CALICATA

Zona N°. 08



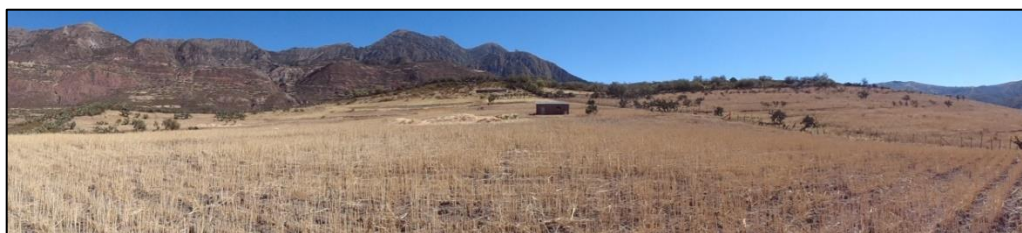
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 08

UBICACION: REGION : AYACUCHO PROVINCIA : FAJARDO DISTRITO : COLCA	ESTUDIO: TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	Mapa N°: M-10
Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/12,000
Fecha: Diciembre - 2016		

i. Zona agrícola 09 (Z9):

Pertenece la localidad de Colca, y es parte del lugar denominado “Paraccpampa”, que se encuentran al noreste del área urbana del distrito de Colca en la parte alta, con una altitud desde 2746 a 2840 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve normal, pendiente media de 13.71 %, con una profundidad de 18 cm en el horizonte “A” y 13 cm en el Hz “B” de límite gradual y ondulado, con un suelo arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola, y son tierras comunales sin excesivo parcelamiento, en la que se cultiva: quinua (*Chenopodium quinoa*), quiwicha (*Amaranthus caudatus*), alfalfa (*Medicago sativa*) y especies frutícolas como tuna (*Opuntia ficus*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: tuna (*Opuntia ficus*), cabuya (*Agave americana*), huarango (*Acacia macracantha*) y gramíneas; con una cobertura vegetal de 10 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un grado de erosión moderada.



Fotografía 2.19. Vista panorámica de la zona agrícola 09.

La colección de muestra de suelo, se obtuvo de tres puntos geográficos más representativos esta zona agrícola; recolectado de parcelas donde el uso de abonos es estrictamente orgánico, como estiércoles de vacuno y residuos de cosecha.

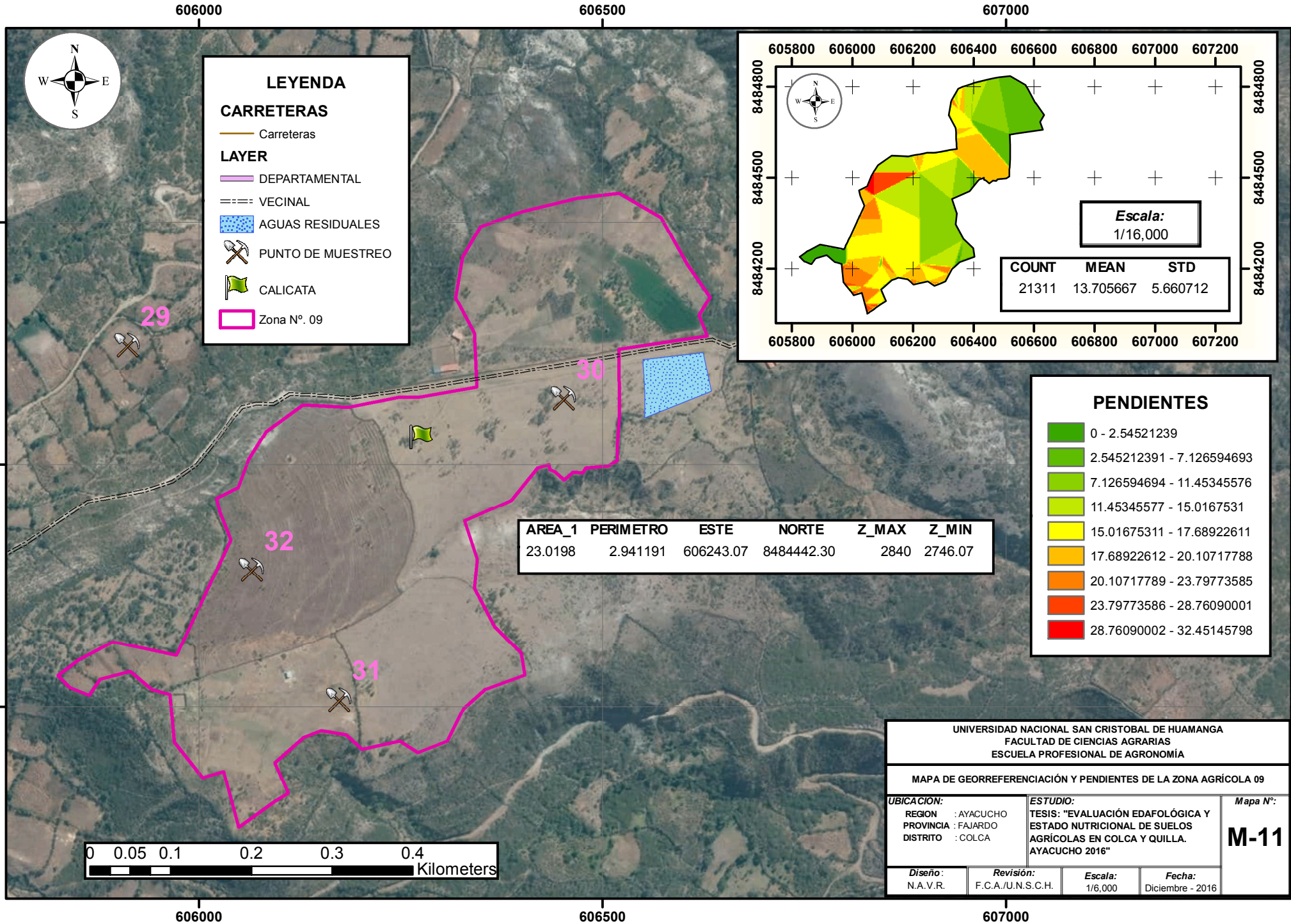


Fotografía 2.20. Colección de muestra de suelo de la zona agrícola 09.

El perfil del suelo se realizó en el punto más representativo, de esta zona, con las coordenadas UTM, 8484534 Norte y 606275 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.21. Perfil de suelo de la zona agrícola 09.



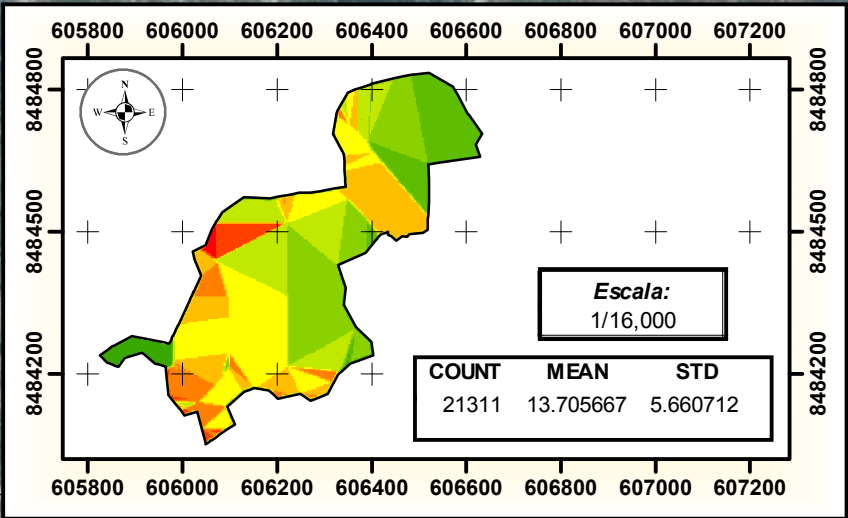
LEYENDA

CARRETERAS

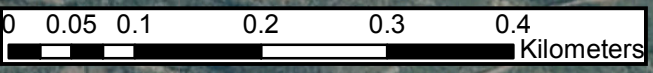
- Carreteras

LAYER

- DEPARTAMENTAL
- VECINAL
- AGUAS RESIDUALES
- PUNTO DE MUESTREO
- CALICATA
- Zona N°. 09



AREA_1	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
23.0198	2.941191	606243.07	8484442.30	2840	2746.07



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 09

UBICACIÓN:	ESTUDIO:	Mapa N°:
REGION : AYACUCHO	TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	M-11
PROVINCIA : FAJARDO		
DISTRITO : COLCA		
Diseño:	Revisión:	Escala:
N.A.V.R.	F.C.A./U.N.S.C.H.	1/6,000
		Fecha:
		Diciembre - 2016

j. Zona agrícola 10 (Z10):

Esta zona agrícola, pertenece la localidad de Quilla, y está comprendida por el lugar de Lasarayaq, que se encuentran al sureste del área urbana de la localidad de Quilla en la parte alta, con una altitud desde 2964 a 3134 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve subnormal, pendiente media de 20.50 %, con una profundidad de 24 cm en el horizonte “A” de límite gradual y ondulado, con un suelo arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola, en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: molle (*Schinus molle*), cabuya (*Agave americana*), tuna (*Opuntia ficus*), cactáceas y gramíneas; con una cobertura vegetal de 20 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un grado de erosión moderada.



Fotografía 2.22. Vista panorámica de la zona agrícola 10.

Para la obtención de una muestra de suelo representativa de la zona, se determinó tres puntos geográficos en la zona, colectados de parcelas donde no se usa fertilizante de origen químico a parte de la descomposición de la materia orgánica.

El perfil del suelo se realizó en el punto más representativo de esta zona, ubicado en una parcela del lugar denominado “Lasarayaq” con las

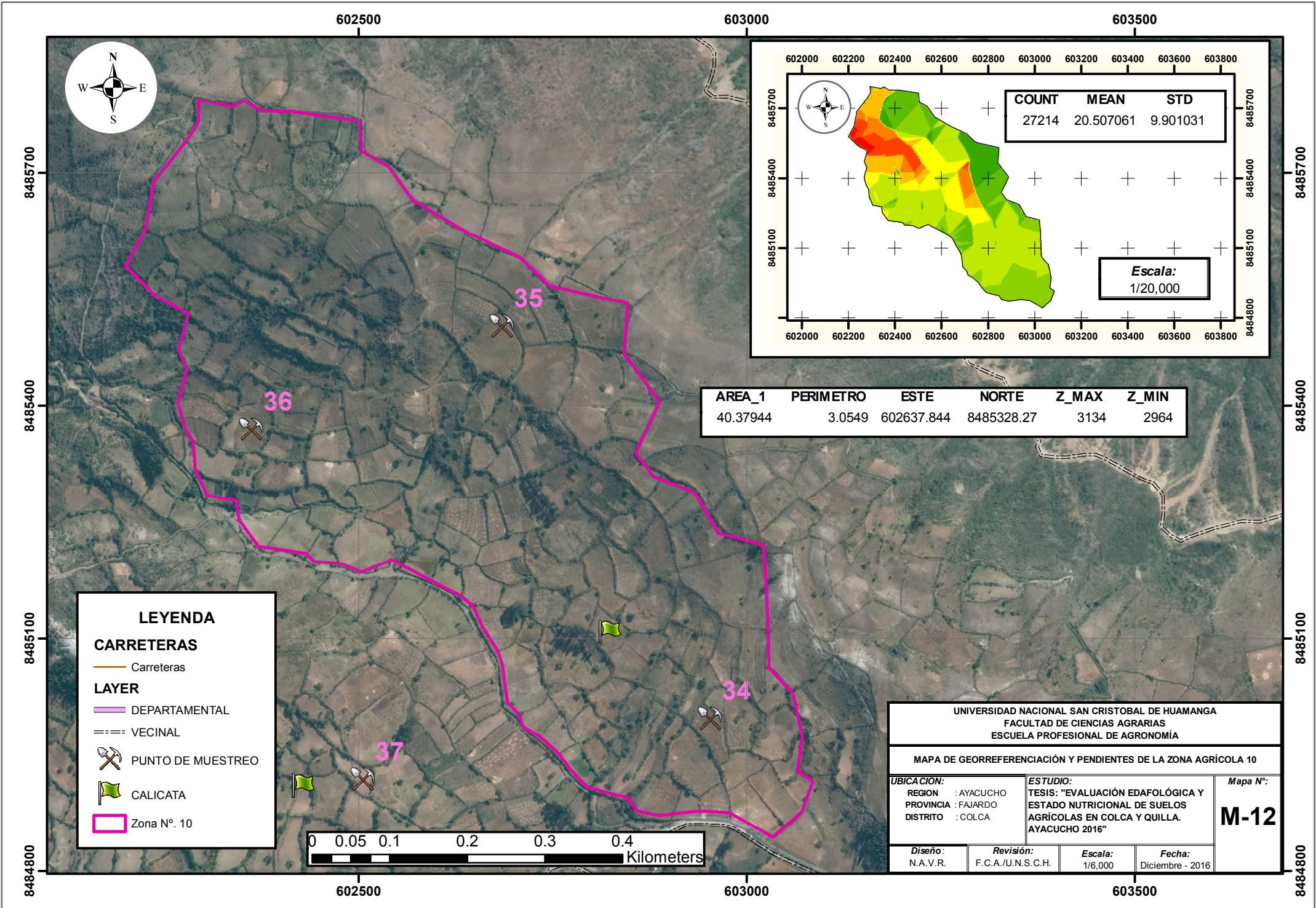
coordenadas UTM, 8485109 Norte y 602823 Este, en la zona geográfica “18”
Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.23. Colección de muestras de suelo de la zona agrícola 10.



Fotografía 2.24. Perfil de suelo de la zona agrícola 10.



COUNT	MEAN	STD
27214	20.507061	9.901031

Escala:
1/20,000

AREA_1	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
40.37944	3.0549	602637.844	8485328.27	3134	2964

LEYENDA

CARRETERAS
 Carreteras

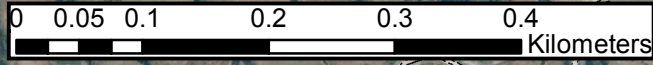
LAYER
 DEPARTAMENTAL
 VECINAL

PUNTO DE MUESTREO
 CALICATA
 Zona N°. 10

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 10

UBICACION: REGION : AYACUCHO PROVINCIA : FAJARDO DISTRITO : COLCA	ESTUDIO: TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	Mapa N°: M-12
Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/6,000
Fecha: Diciembre - 2016		



k. Zona agrícola 11 (Z11):

Perteneciente a la localidad de Quilla; está comprendida por los lugares de Sunchupampa, Acrapampa y Ahuaychanahuaccta, que se encuentran al sureste del área urbana de la localidad de Quilla en la parte alta, con una altitud desde 2932 a 3104 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve subnormal, pendiente media de 18.36 %, con una profundidad de 35 cm en el horizonte “A” y > 60 cm en el Hz “B” de límite gradual y ondulado, con un suelo franco arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola y forestal en la que se cultiva: avena (*Avena sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*) y especies forestales como eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como linderos y cortinas rompe viento. En esta zona se puede identificar las especies nativas de: molle (*Schinus molle*), tara (*Caesalpinia spinosa*), cabuya (*Agave americana*), demás cactáceas y chamana (*Dodonaea viscosa*); con una cobertura vegetal de 40 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un grado de erosión ligera.



Fotografía 2.25. Vista norte de la zona agrícola 11.



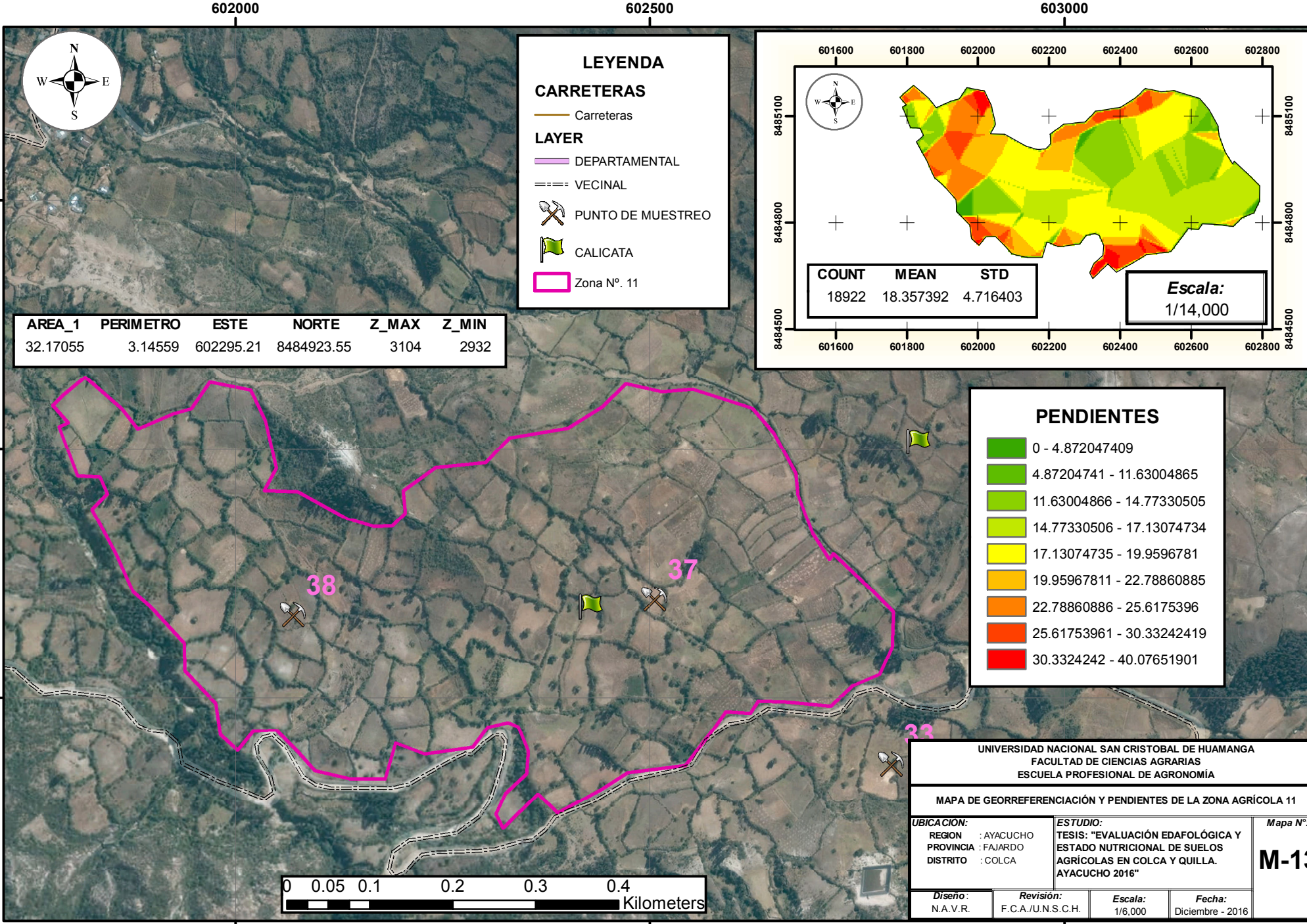
Fotografía 2.26. Vista panorámica de la zona agrícola 11.

La muestra de suelo de esta zona se obtuvo de tres puntos representativos, de parcelas donde no se usa fertilizante de origen químico; haciendo uso de materiales orgánicos de origen vegetal (residuos de cosecha) y animal (estiércol de vacuno).

Y el perfil del suelo se realizó en el punto más representativo, ubicado en una parcela de la localidad de Acrapampa con las coordenadas UTM, 8484910 Norte y 602428 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.27. Perfil de suelo de la zona agrícola 11.



LEYENDA

CARRETERAS

- Carreteras

LAYER

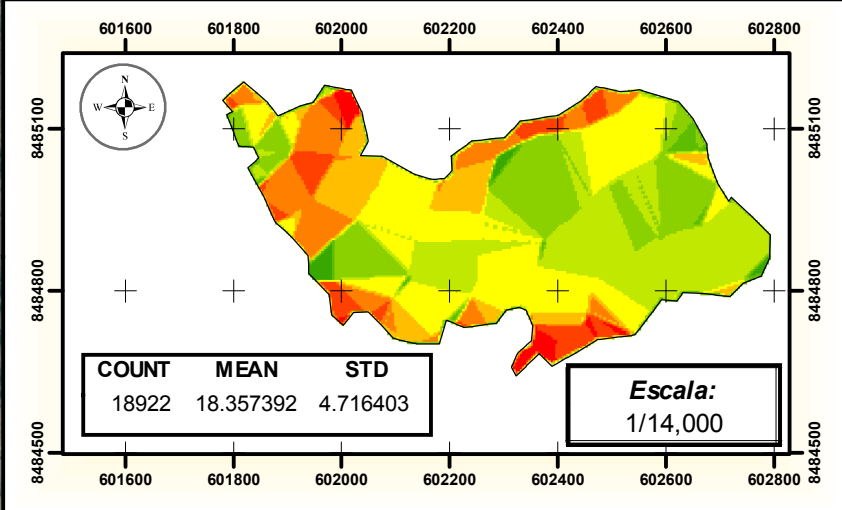
- DEPARTAMENTAL
- VECINAL

PUNTO DE MUESTREO

- CALICATA

Zona N°. 11

AREA_1	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
32.17055	3.14559	602295.21	8484923.55	3104	2932



PENDIENTES

- 0 - 4.872047409
- 4.87204741 - 11.63004865
- 11.63004866 - 14.77330505
- 14.77330506 - 17.13074734
- 17.13074735 - 19.9596781
- 19.95967811 - 22.78860885
- 22.78860886 - 25.6175396
- 25.61753961 - 30.33242419
- 30.3324242 - 40.07651901

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 11

UBICACION: REGION : AYACUCHO PROVINCIA : FAJARDO DISTRITO : COLCA	ESTUDIO: TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	Mapa N°: M-13
Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/6,000
		Fecha: Diciembre - 2016



l. Zona agrícola 12 (Z12):

Esta zona agrícola se encuentra dentro de la localidad de Quilla, y está comprendida por el lugar de Llinkapata que se encuentran al sur del área urbana de la localidad de Quilla, en la parte alta, desde una altitud de 2844 a 2998 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve subnormal, pendiente media de 27 %, con una profundidad de 25 cm en el horizonte “A” de límite gradual y ondulado, con sedimento grueso de origen coluvial a más de 25 cm de profundidad, con un suelo franco arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola y forestal en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) y especies forestales como eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como linderos y cortinas rompe viento. En esta zona se puede identificar las especies nativas de: molle (*Schinus molle*), tuna (*Opuntia ficus*), huarango (*Acacia macracantha*), chamana (*Dodonaea viscosa*), retama (*Retama sphaerocarpa*), cabuya (*Agave americana*), cactáceas y gramíneas; con una cobertura vegetal de 50 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje bueno y con un grado de erosión moderada.

La muestra de suelo se obtuvo a partir de la colección de muestras en tres puntos representativos, de parcelas donde no se hace uso de fertilizante químico o sintético; siendo los materiales orgánicos más usados estiércoles y residuos de cosecha.

Realizando el perfil del suelo en el punto más representativo de la zona agrícola, ubicado en una parcela del lugar de Llinkapata con las coordenadas

UTM, 8485300 Norte y 601404 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.28. Perfil de suelo de la zona agrícola 12.



LEYENDA

CARRETERAS

- Carreteras

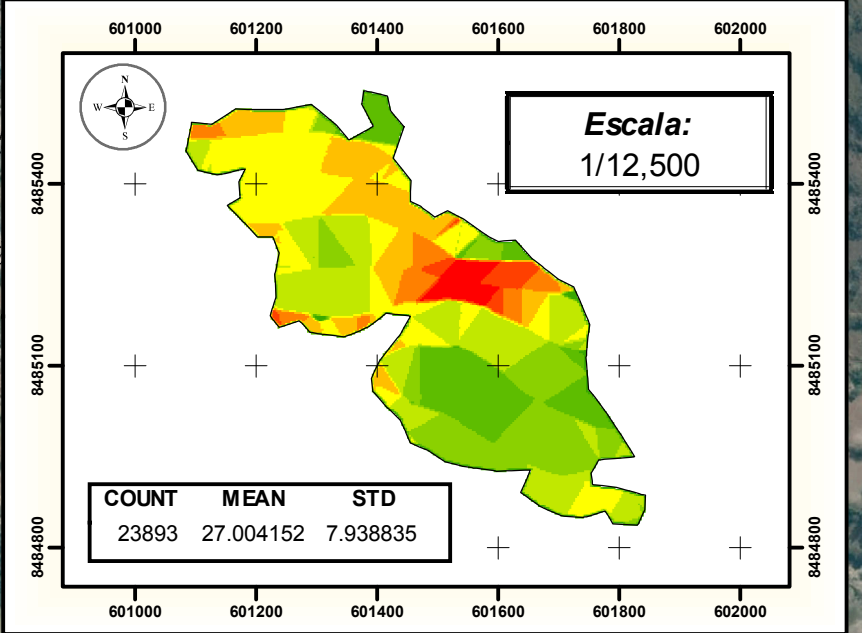
LAYER

- DEPARTAMENTAL
- VECINAL

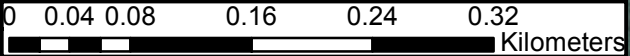
PUNTO DE MUESTREO

- CALICATA

Zona N° 12



AREA_1	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
22.741058	2.967801	601470.26	8485200.36	2998.39	2843.81



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 12

UBICACION:	ESTUDIO:	Mapa N°:
REGION : AYACUCHO	TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	M-14
PROVINCIA : FAJARDO		
DISTRITO : COLCA		
Diseño:	Revisión:	Escala:
N.A.V.R.	F.C.A./U.N.S.C.H.	1/5,000
		Fecha:
		Diciembre - 2016

m. Zona agrícola 13 (Z13):

La zona agrícola 13, también pertenece a la localidad de Quilla, y está comprendida por los lugares de Tarapampa, Ñampallqariq, Quillapampa, Ayaurccu que se encuentran al oeste del área urbana de la localidad de Quilla, colindando con el río Huancapi en la parte baja, desde una altitud de 2560 a 2804 msnm, con un clima templado seco y uniforme; con un relieve subnormal, pendiente media de 9.99 %, con una profundidad de 45 cm en el horizonte “A” y de 50 cm de horizonte “B” de límite gradual y ondulado, con un suelo franco arcillo arenoso en los primeros 20 cm de profundidad. Actualmente tiene un uso agrícola y frutícola en la que se cultiva: maíz (*Zea mays*) y frutales como durazno (*Prunus pérsica*), palto (*Persea americana*) y paca (*Inga feuillei*). En esta zona se puede identificar las especies nativas de: tuna (*Opuntia ficus*), tara (*Caesalpinia spinosa*), huarango (*Acacia macracantha*), cabuya (*Agave americana*), molle (*Schinus molle*) y cactáceas; con una cobertura vegetal de 50 %. Son suelos libres de salinidad, con un drenaje moderado y con un grado de erosión moderada.



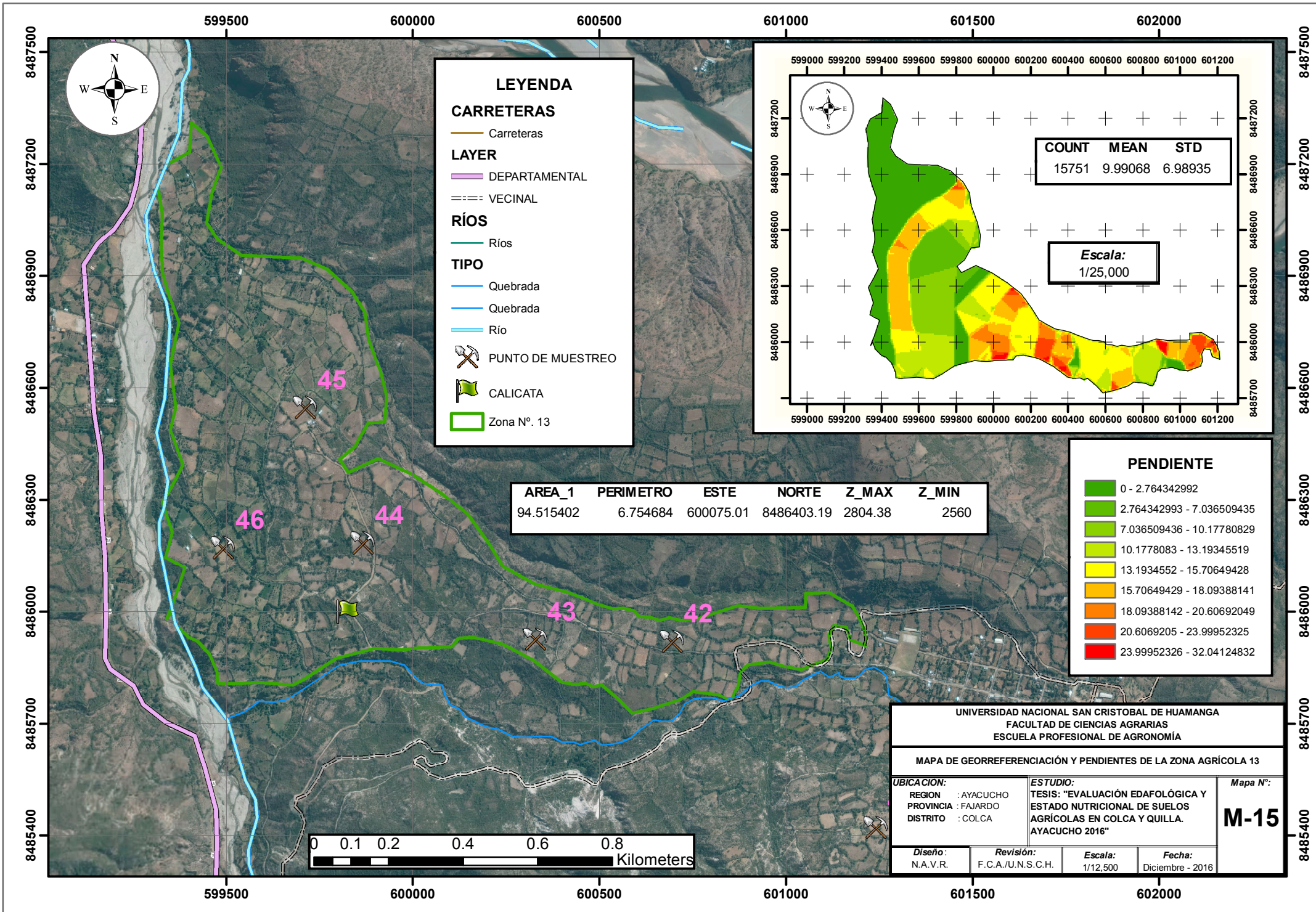
Fotografía 2.29. Vista noroeste de la zona agrícola 13.

La muestra de suelo de esta zona se obtuvo de cinco puntos representativos, de parcelas donde no se usa fertilizante químico; y en su reemplazo por lo general se abona con residuos de cosecha y estiércoles.

Y el perfil del suelo se realizó en el punto más representativo, ubicado en una parcela del lugar de Ñampallqariq con las coordenadas UTM, 8486001 Norte y 599825 Este, en la zona geográfica “18” Sur en el sistema WG84.



Fotografía 2.30. Perfil del suelo de la zona agrícola 13.



LEYENDA

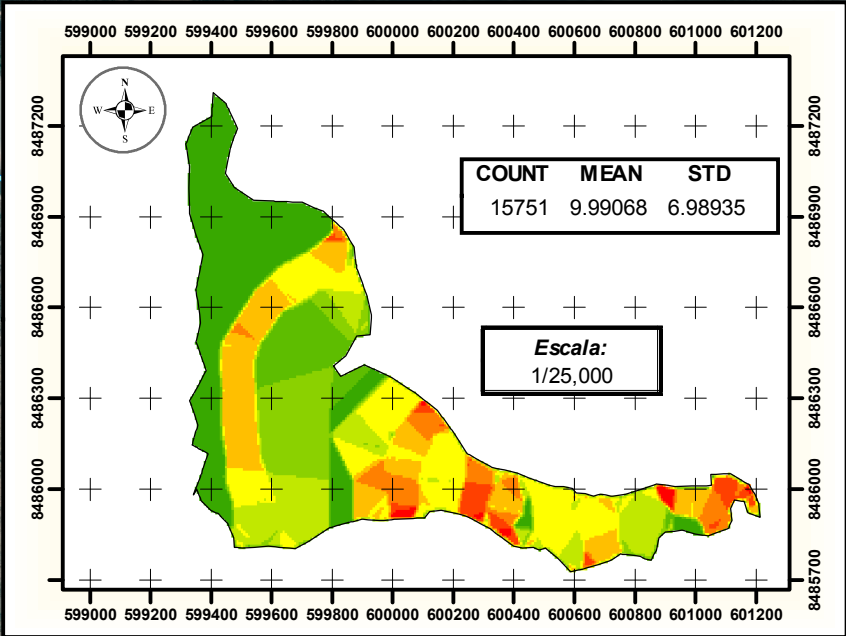
CARRETERAS
 — Carreteras

LAYER
 — DEPARTAMENTAL
 - - - - - VECINAL

RÍOS
 — Ríos
 — Quebrada
 — Quebrada
 — Río

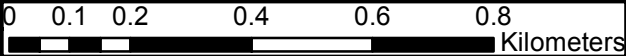
TIPO
 PUNTO DE MUESTREO
 CALICATA
 Zona N°. 13

AREA_1	PERIMETRO	ESTE	NORTE	Z_MAX	Z_MIN
94.515402	6.754684	600075.01	8486403.19	2804.38	2560



PENDIENTE

- 0 - 2.764342992
- 2.764342993 - 7.036509435
- 7.036509436 - 10.17780829
- 10.1778083 - 13.19345519
- 13.1934552 - 15.70649428
- 15.70649429 - 18.09388141
- 18.09388142 - 20.60692049
- 20.6069205 - 23.99952325
- 23.99952326 - 32.04124832



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

MAPA DE GEORREFERENCIACIÓN Y PENDIENTES DE LA ZONA AGRÍCOLA 13

UBICACION: REGION : AYACUCHO PROVINCIA : FAJARDO DISTRITO : COLCA	ESTUDIO: TESIS: "EVALUACIÓN EDAFOLÓGICA Y ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS AGRÍCOLAS EN COLCA Y QUILLA. AYACUCHO 2016"	Mapa N°: M-15
Diseño: N.A.V.R.	Revisión: F.C.A./U.N.S.C.H.	Escala: 1/12,500
Fecha: Diciembre - 2016		

Cuadro 2.1. Características más importantes de las zonas agrícolas de la localidad de Colca.

Zona agrícola	Lugares	Altitud media (msnm)	Área (ha)	Pendiente media (%)	Clase de pendiente	Horizontes	Especies cultivadas, frutícolas y forestales	Especies nativas
01	Mutca y Quelloccasa	3243	68.41	20.36	Moderado escarpado	A, C	Quinoa, papa haba, olluco, mashua, pino y eucalipto.	Cactaceas, gramíneas y molle.
02	Ayatuna	3185	29.46	29.31	Moderado escarpado	A, B, C	Maíz, cebada, trigo y avena.	Cactaceas, chamana, cabuya, molle, tuna y retama.
03	Chinchana, Willcca y Checcobamba	2900	55.00	19.88	Moderado escarpado	A, B, C	Maíz, alfalfa, frijol, arveja, cebada, trigo, avena, palto y durazno.	Molle, huarango, cabuya y tuna.
04	Escunto, Saccsahuanca, y Soccus	2714	39.47	19.64	Moderado escarpado	A, B, C	Maíz, alfalfa, frijol, arveja, cebada, trigo, avena, palto y durazno.	Molle, huarango, cabuya y tuna.
05	Chacca, Chakipuquio, Ccolccabamba, Ccochaccpampa y Mollepampa	2851	69.85	15.97	Moderado escarpado	A, B, C	Alfalfa, maíz, cebada, trigo, arveja y frijol.	Molle, huarango, cabuya, tuna y gramíneas

Continúa...

Zona agrícola	Lugares	Altitud media (msnm)	Área (ha)	Pendiente media (%)	Clase de pendiente	Horizontes	Especies cultivadas, frutícolas y forestales	Especies nativas
06	Ccotamarca	2859	28.64	20.11	Moderado escarpado	A, AC	Maíz, quinua, quiwicha, hortalizas, alfalfa, frijol, arveja, cebada, trigo, durazno, palto, paca y cítricos.	Molle, huarango, cabuya, tuna y cactáceas.
07	Achalla	2639	14.47	19.70	Moderado escarpado	A, C	Maíz, quinua y paca.	Tuna, cabuya, molle, huarango y cactáceas.
08	Chococcoro	2794	17.56	15.72	Moderado escarpado	A, AB, B, C	Maíz, trigo, cebada, quinua, arveja, hortalizas, durazno palto y paca.	Tuna, cabuya, molle, huarango y cactáceas.
09	Paraccpampa	2793	23.01	13.71	Inclinado	A, B, C	Quinua, quiwicha, alfalfa, tuna.	Tuna, cabuya, huarango y gramíneas.

Cuadro 2.2. Características más importantes de las zonas agrícolas de la localidad de Quilla.

Zona agrícola	Lugares	Altitud media (msnm)	Área (ha)	Pendiente media (%)	Clase de pendiente	Horizontes	Especies cultivadas, frutícolas y forestales	Especies nativas
10	Lasarayaq	3049	40.38	20.51	Moderado escarpado	A, C	Maíz, cebada y quinua.	Molle, cabuya, tuna, cactáceas y gramíneas.
11	Sunchupampa, Acrapampa y Ahuaychanahuaccta	3018	32.17	18.36	Moderado escarpado	A, B, C	Avena, trigo, cebada, eucalipto.	Molle, cabuya, chamana y cactáceas.
12	Llinkapata	2921	22.74	27.00	Moderado escarpado	A, C	Maíz, trigo, cebada, quinua y eucalipto.	Molle, tuna, huarango, chamana, retama, cabuya, cactáceas y gramíneas.
13	Tarapampa, Ñampallqariq, Quillapampa, Ayaurccu	2682	94.52	9.99	Inclinado	A, B, C	Maíz, durazno y palto.	Tuna, tara, huarango, cabuya, molle y cactáceas.

2.5. Factores en estudio

2.5.1. Fertilidad química

Se evaluó el grado de fertilidad química en cuanto al contenido de N, P y K del suelo, los factores considerados en el ensayo para la presente investigación fueron:

- ✓ Nivel de fertilidad en cuanto al contenido de nitrógeno total en el suelo
- ✓ Nivel de fertilidad en cuanto al contenido de fósforo disponible en el suelo
- ✓ Nivel de fertilidad en cuanto al contenido de potasio disponible en el suelo

También se hizo la interpretación de los factores químicos de pH, C.I.C (capacidad de intercambio catiónico), C.C. (cationes cambiabiles), A.C. (ácidos cambiabiles)

2.5.2. Fertilidad física

Se observó e interpreto las propiedades físicas del suelo, evaluando la textura a través del análisis de caracterización.

2.5.3. Fertilidad biológica

Se observó el contenido de materia orgánica (M.O.) de los suelos de las zonas agrícolas en estudio para interpretar los niveles críticos de la fertilidad biológica.

2.6. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos se diseñaron de acuerdo a la parte factorial del Diseño 03 de Julio, para 3 factores, que resulta en 8 combinaciones (tratamientos) que

comprende a la “Técnica del elemento faltante y del elemento presente”. La estructura de los tratamientos, se indica en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Estructura de tratamientos de la Técnica del elemento faltante (EF) y del elemento presente (EP), parte factorial (2^K ; $K = 3$).

Trat.	X_1	X_2	X_3	N	P_2O_5	K_2O	Denominación
				$kg.ha^{-1}$	$kg.ha^{-1}$	$kg.ha^{-1}$	
1	-2	-2	-2	0	0	0	T (testigo, sin abonar)
2	2	-2	-2	300	0	0	+ N (con aplicación de solo nitrógeno)
3	-2	2	-2	0	250	0	+ P (con aplicación de solo fosforo)
4	2	2	-2	300	250	0	-K (con aplicación de N y P menos potasio)
5	-2	-2	2	0	0	200	+ K (con aplicación de solo potasio)
6	2	-2	2	300	0	200	-P (con aplicación de N y K menos fosforo)
7	-2	2	2	0	250	200	-N (con aplicación de P y K menos nitrógeno)
8	2	2	2	300	250	200	C (completo, se aplica o abona con N, P y K)

Los tratamientos así diseñados se distribuyeron en el Diseño Completamente al Azar (DCA); en cada uno de las muestras de suelo correspondientes a las zonas agrícolas en estudio.

2.7. Instalación y conducción del experimento

2.7.1. Unidades experimentales (UE)

Las UE consistieron en macetas de 120 g de capacidad, constituida por un vaso descartable transparente, al que se le hizo 1 agujero en la base para drenar

excesos de agua; depositándose la muestra de suelo seco al aire, tamizado con una malla de 2.65 mm de diámetro.

2.7.2. Abonos o fertilizantes:

Según los tratamientos indicados en el cuadro 2.3; se realizó el abonamiento con niveles de N, P y K (fuentes solubles: Urea, Súper Fosfato Triple de Calcio y Sulfato de Potasio). Las cantidades de abono por maceta se calculó por relación de pesos, considerando la masa de una hectárea de terreno igual a 2600 Tn (D.a.= 1.3 g/cc; prof. = 20 cm); mostrándose en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.4. Niveles y fuentes de nutrientes

Nutrientes	Niveles de nutrientes			Reactivo (abono)		Fuente	
	kg.ha ⁻¹	ppm	g/maceta	g/maceta	ml (dilución al 1%)	Formula	Nombre
Nitrógeno	300	115	0.0138	0.0301	3.0	CO(NH ₂) ₂	Urea
Fósforo	250	96	0.0115	0.0251	2.5	Ca(NH ₂ PO ₄) ₂	Súper fosfato triple de calcio
Potasio	200	77	0.0092	0.0185	1.8	K ₂ SO ₄	Sulfato de Potasio

2.7.3. El cultivo:

El cultivo del tomate obedece a varias etapas, que se resume en los siguientes:

a. Preparación del almácigo.

Esta labor se realizó el 28 de junio del 2016, y consistió en la siembra de semillas de tomate en surco corrido, en una caja almaciguera de 40cm*50cm, en cantidad suficiente como para cubrir la totalidad de las unidades experimentales. Esta etapa tuvo una duración de 5 semanas, cuando las plantas se consideraban listas para ser trasplantadas a las unidades experimentales (macetas).

b. Trasplante y Abonamiento.

Se realizó el trasplante de las plántulas de tomate del almácigo, dejando una planta de tomate por unidad experimental, el día 29 de julio del 2016, en horas de la tarde con el fin de asegurar un mayor porcentaje de prendimiento. El abonamiento consistió en aplicar los abonos preparados a una solución de 1% en peso, cuadro 2.5., el día 01 de agosto del 2016.

Cuadro 2.5. Nivel de abonamiento según tratamiento

Tratamiento		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	SFTC*	K ₂ SO ₄
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	ml	ml	ml
1	T	0	0	0	0.00	0.00	0.00
2	+ N	300	0	0	3.00	0.00	0.00
3	+ P	0	250	0	0.00	2.50	0.00
4	- K	300	250	0	3.00	2.50	0.00
5	+ K	0	0	200	0.00	0.00	1.80
6	- P	300	0	200	3.00	0.00	1.80
7	- N	0	250	200	0.00	2.50	1.80
8	C	300	250	200	3.00	2.50	1.80

(*): Súper fosfato triple de calcio

c. Conducción del cultivo.

Consistió en labores de deshierbo, y riego con agua desionizada, de acuerdo a los requerimientos del cultivo, manteniendo la capacidad de campo constantemente, durante 1,7 meses o 50 días. La cosecha se realizó el 17 de setiembre del 2016, y consistió con el retiro y colección de la parte aérea de la planta, de cada unidad experimental, para el cual se cortaron las plantas desde el cuello del tallo, y luego se colocó en sobres de papel previamente identificadas.

2.7.4. Determinación de materia seca:

El rendimiento de materia seca en gramos se obtuvo del peso de la muestra seca de la parte aérea de la planta; para la cual se colocó en la estufa, a 105°C, por un periodo de 48 horas (hasta peso constante). Utilizándose una balanza analítica para el pesaje de las muestras secas.

2.8. Variables e indicadores

Cuadro 2.6. Variables e indicadores para el estudio de los suelos.

PROPIEDADES	VARIABLES	INDICADORES
Físicas	Independiente:	➤ Textura (%Ao, %Lm, %Ar)
	Dependiente: Estado Nutricional.	Niveles críticos.
Químicas	Independiente:	➤ pH (Unidades de pH) ➤ CIC (cmol (+).kg-1) ➤ CC (cmol (+).kg-1) ➤ AC (cmol (+).kg-1) ➤ P y K dispon. (ppm) ➤ N – total (%)
	Dependiente: Estado Nutricional.	Niveles críticos.
Biológicas	Independiente:	➤ M.O. (%).
	Dependiente: Estado Nutricional.	Niveles críticos.

2.9. Análisis estadístico y otros cálculos

Los análisis estadísticos consistieron en:

- ✓ El análisis de variancia de los rendimientos de materia seca con el Diseño Completamente Randomizado con arreglo factorial 8 x 13 (tratamientos por zonas agrícolas) con 3 repeticiones. Y con la significación estadística obtenida, se procedió con la aplicación de la prueba de Tukey con un nivel de significación de 5 % (P=0.05).

- ✓ Cálculos para determinar los rendimientos relativos (Rr) por las técnicas del elemento faltante (EF) y del elemento presente (EP).

La técnica del elemento faltante (EF), considera a los tratamientos T7 (-N), T6 (-P), T4 (-K) y T8 (C), mientras que la técnica del elemento presente (EP), está constituida por los tratamientos T2 (+N), T3 (+P), T5 (+K) y T1 (T).

Los Rr para la técnica del elemento faltante (EF) se calculó con la siguiente formula:

$$Rr (\%) = \frac{T_i}{T_8} * 100$$

Dónde:

T_i : tratamiento T7 (-N), T6 (-P), T4 (-K).

T₈ : tratamiento completo.

Los Rr para la técnica del elemento presente (EP) se calculó con la siguiente formula:

$$Rr (\%) = \frac{T_i}{T_1} * 100$$

Dónde:

T_i : tratamiento T2 (+N), T3 (+P), T5 (+K).

T₁ : testigo.

- ✓ El cálculo de correlaciones en base a los rendimientos relativos de materia seca de cada uno de los tratamientos con el respectivo contenido de nutrientes de los suelos. También se determinó las correlaciones entre factores físicos, químicos, biológicos de los suelos en estudio con la respuesta de los tratamientos T1 (testigo) y T8 (completo), y con la altitud media de las zonas agrícolas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Del rendimiento de materia seca

En el anexo 03., se muestran los rendimientos de materia seca para cada uno de los tratamientos y zonas agrícolas.

Para una mayor discusión de los resultados de la materia seca, se muestra el cuadro siguiente:

Cuadro 3.1. ANVA general del rendimiento de materia seca para zonas agrícolas en los tratamientos.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	Pr > F
Zona agrícolas (Z)	12	3.60	0.2998	244.78	0.0001 (**)
Tratamiento (T)	7	2.51	0.3579	292.16	0.0001 (**)
Interacción (Z-T)	84	0.91	0.0108	8.85	0.0001 (**)
Error	208	0.25	0.0012		
Total	311	7.27			

C.V. = 13.33 %

El Cuadro 3.1., muestra el análisis de variancia general del rendimiento de la materia seca, en 50 días de evaluación; habiéndose encontrado una alta significación estadística entre las zonas agrícolas, tratamientos y la interacción entre estas dos; es decir, que los estados de fertilidad de los suelos de las zonas agrícolas son diferentes, influyendo en el rendimiento de materia seca al igual que los tratamientos. El coeficiente de variabilidad es 13.33 %, siendo aceptable para ensayos en invernaderos.

Para una mayor discusión de la diferencia estadísticas altamente significativa de los efectos principales de zonas agrícolas y tratamientos, se realizó la prueba de contraste de “Tukey” para estos efectos.

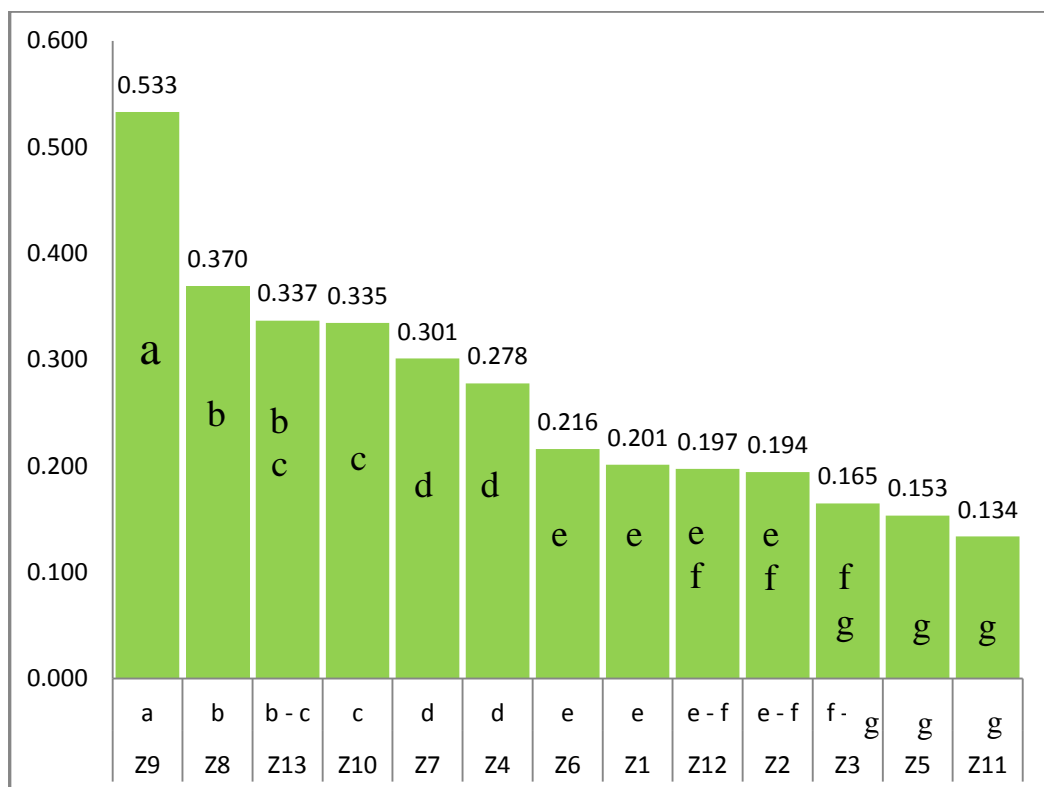


Grafico 3.1. Prueba de Tukey (P = 0.05) del rendimiento de materia seca del efecto principal de zonas agrícolas.

En el gráfico 3.1., se observa que el rendimiento de materia seca más alto (0.533 g/maceta) corresponde a la zona agrícola 09, que presenta el contenido más alto de P – disponible según el análisis de caracterización (anexo 01); y los rendimientos más bajos corresponden a las zonas Z11 (0.134 g), Z5 (0.153 g) y Z3 (0.165 g), que presentan un bajo contenido de P – disponible.

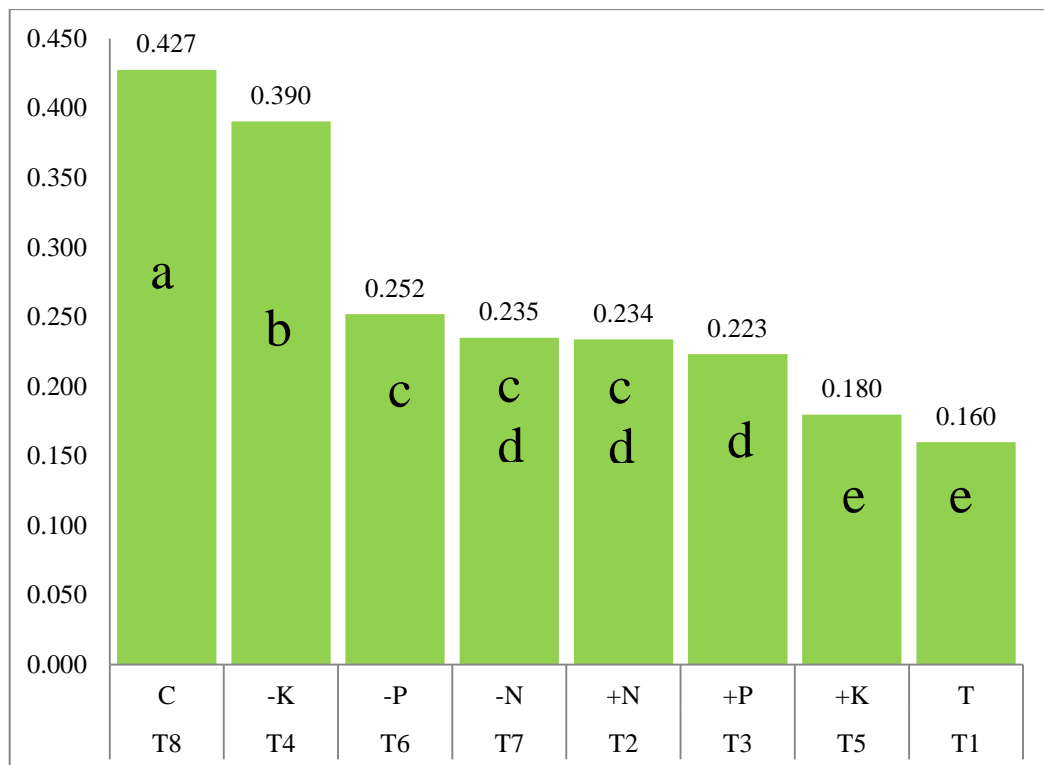


Grafico 3.2. Prueba de Tukey (P = 0.05) del rendimiento de materia seca del efecto principal de Tratamientos.

En el gráfico se observa en promedio en todos los suelos; el tratamiento T8 obteniendo el más alto rendimiento en materia seca; seguido del tratamiento T4; y los tratamientos T1 y T5 con los rendimientos más bajos. Observándose que hay una mejor respuesta al abonamiento con Nitrógeno y Fósforo; y el abonamiento solo con Potasio no influye en el rendimiento, ya que no muestra diferencia estadística con el testigo (T1).

El detalle de los efectos simples proporciono al estudio un análisis de las diferentes respuestas de los suelos a cada tratamiento y de los tratamientos en cada uno de los suelos.

Cuadro 3.2. Análisis de variancia del estudio de los efectos simples del rendimiento de materia seca para zonas agrícolas en los tratamientos.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	Pr > F
Z en T1	12	0.47	0.04	31.97	**
Z en T2	12	0.82	0.07	56.06	**
Z en T3	12	0.46	0.04	31.34	**
Z en T4	12	0.51	0.04	34.91	**
Z en T5	12	0.46	0.04	31.29	**
Z en T6	12	0.90	0.08	61.47	**
Z en T7	12	0.45	0.04	30.74	**
Z en T8	12	0.43	0.04	28.97	**
T en Z1	7	4.83	0.69	563.45	**
T en Z2	7	4.67	0.67	544.08	**
T en Z3	7	3.96	0.57	461.28	**
T en Z4	7	6.67	0.95	777.46	**
T en Z5	7	3.68	0.53	429.44	**
T en Z6	7	5.19	0.74	604.73	**
T en Z7	7	7.23	1.03	842.78	**
T en Z8	7	8.87	1.27	1034.64	**
T en Z9	7	12.79	1.83	1491.71	**
T en Z10	7	8.03	1.15	936.90	**
T en Z11	7	3.21	0.46	374.15	**
T en Z12	7	4.73	0.68	552.13	**
T en Z13	7	8.08	1.15	942.85	**

A partir del resultado del cuadro 3.2., se determina que existe una diferencia altamente significativa entre las zona agrícolas en un mismo tratamiento; de igual forma entre los tratamientos en una misma zona agrícola. Determinando que, el estado de fertilidad de las zonas agrícolas influye diferentemente en el rendimiento de materia seca, bajo las distintas combinaciones de abonamiento con nitrógeno, fósforo y potasio.

Cuadro 3.3. Prueba de contraste de Tukey (P=0.05) en rendimientos de materia seca (g) entre tratamientos en cada zona agrícola.

Zona agrícolas	Tratamientos / prueba de DSL (Tukey) 0.05							
Zona agrícola 01	+P	C	+K	-N	-K	-P	+N	T
	0.338	0.280	0.263	0.250	0.228	0.103	0.083	0.067
	a	a	b	b	b	c	c	c
Zona agrícola 02	-K	C	-P	+N	-N	+P	+K	T
	0.331	0.298	0.208	0.183	0.150	0.150	0.129	0.106
	a	a	b	b	b	b	c	d
Zona agrícola 03	C	-K	-P	+N	+P	T	-N	+K
	0.395	0.282	0.137	0.123	0.108	0.100	0.097	0.075
	a	b	c	c	c	c	c	d

Continúa...

Zona agrícolas		Tratamientos / prueba de DSL (Tukey) 0.05							
Zona agrícola 04	-K	C	+P	-N	-P	+K	+N	T	
	0.450	0.421	0.339	0.302	0.216	0.176	0.174	0.145	
	a	a							
		b	b						
			c	c					
			d	d					
				e	e	e	e		
Zona agrícola 05	-K	C	-N	+P	-P	+N	+K	T	
	0.296	0.252	0.172	0.158	0.118	0.088	0.085	0.058	
	a	a							
			b	b	b				
					c	c	c	c	
Zona agrícola 06	C	-N	-K	+P	-P	+N	+K	T	
	0.360	0.272	0.263	0.232	0.176	0.158	0.140	0.127	
	a								
		b	b	b					
				c	c	c			
				d	d	d	d		
Zona agrícola 07	C	-K	+N	-P	-N	+P	+K	T	
	0.487	0.413	0.359	0.311	0.234	0.208	0.205	0.191	
	a	a							
		b	b	b					
				c	c	c	c		
				d	d	d	d		
Zona agrícola 08	C	-K	-P	+N	-N	T	+K	+P	
	0.564	0.548	0.401	0.340	0.315	0.283	0.258	0.249	
	a	a							
			b	b	b	b			
				c	c	c	c	c	

Continúa...

Zona agrícolas	Tratamientos / prueba de DSL (Tukey) 0.05							
Zona agrícola 09	-P	-K	C	+N	-N	+K	T	+P
	0.644	0.618	0.597	0.589	0.463	0.462	0.456	0.433
	a	a	a	a	b	b	b	c
Zona agrícola 10	C	-K	-P	-N	+P	+N	+K	T
	0.522	0.459	0.334	0.330	0.298	0.288	0.243	0.203
	a	a	b	b	c	c	c	d
Zona agrícola 11	C	-K	-N	+N	-P	T	+K	+P
	0.420	0.369	0.069	0.060	0.057	0.044	0.030	0.022
	a	b	c	c	c	c	c	c
Zona agrícola 12	C	-K	+N	-P	+P	-N	+K	T
	0.454	0.315	0.220	0.206	0.113	0.109	0.084	0.077
	a	b	c	c	d	d	d	d
Zona agrícola 13	C	-K	+N	-P	-N	+P	T	+K
	0.507	0.503	0.374	0.364	0.292	0.253	0.220	0.183
	a	a	b	b	b	c	c	c

A partir de los resultados presentados en el cuadro anterior; se discute la diferencia que existe entre los tratamientos aplicados en una misma zona agrícola.

En la zona agrícola 01; los tratamientos que obtuvieron los más altos rendimientos en materia seca, son el T3 (+P, fertilizado solo con fósforo) y el T8 (C, fertilizado

con N, P y K), sin diferencia estadística entre sí; y los tratamientos con un bajo rendimiento, en materia seca, son el T6 (-P, fertilizado solo con N y K), T2 (+N, fertilizado solo con nitrógeno) y el T1 (T, testigo sin fertilización). Evidenciando que los suelos de esta zona responden mejor al abonamiento con fósforo y nitrógeno; o que son pobres en estos nutrientes.

En la zona agrícola 02; se observa que los tratamientos con los más altos rendimientos en materia seca, son el T4 (-K, fertilizado solo con N y P) y el T8 (C, fertilizado con N, P y K); y los tratamientos con un bajo rendimiento, en materia seca, son el T7 (-N, fertilizado solo con P y K), T3 (+P, fertilizado solo con P), T5 (+K, fertilizado solo con K) y T1 (T, testigo sin fertilización). Analizando que los suelos de esta zona responden mejor al abonamiento con nitrógeno y fósforo a la vez, seguido del nitrógeno y potasio; pero no así con el abonamiento solo con fósforo. Observándose que los suelos de esta zona son deficientes en nitrógeno; como se demuestra en el análisis de caracterización (anexo 01).

Al observar los resultados de los tratamientos en la zona agrícola 03; se evidencia que hay una alta respuesta al abonamiento con nitrógeno y fósforo a la vez, con una baja respuesta al abonamiento con potasio. Pero según el análisis de suelo reporta un nivel alto de nitrógeno; explicando que el rendimiento está influenciado básicamente por el abonamiento con fósforo.

En la zona agrícola 04; se evidencia que los suelos de esta zona responden mejor al abonamiento con fósforo y no así con nitrógeno y potasio.

Las zonas agrícolas 05 y 06, responden mejor al abonamiento con fósforo; en tanto la zona agrícola 07, 08 y 09 dan una mejor respuesta al nitrógeno pero no así al abonamiento con fósforo.

Y las zonas agrícolas N° 10, 11, 12 y 13, son deficientes en nitrógeno y fósforo; por que responden mejor al abonamiento con estos nutrientes.

Cuadro 3.4. Prueba de contraste de Tukey (P=0.05) en rendimientos de materia seca (g) entre zonas agrícolas para cada tratamiento.

Tratamientos		Zonas agrícolas / prueba de DSL (Tukey) 0.05												
T (testigo, T1)	Z9	Z8	Z13	Z10	Z7	Z4	Z6	Z2	Z3	Z12	Z1	Z5	Z11	
	0.456	0.283	0.220	0.203	0.191	0.145	0.127	0.106	0.100	0.077	0.067	0.058	0.044	
	a													
		b	b											
			c	c	c	c								
				d	d	d	d							
							e	e	e	e	e			
								f	f	f	f	f	f	
														g
C (T8)	Z9	Z8	Z10	Z13	Z7	Z12	Z4	Z11	Z3	Z6	Z2	Z1	Z5	
	0.597	0.564	0.522	0.507	0.487	0.454	0.421	0.420	0.395	0.360	0.298	0.280	0.252	
	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
		b	b	b	b	b	b	b	b	b				
				c	c	c	c	c	c	c	c			
					d	d	d	d	d	d	d	d		
						e	e	e	e	e	e	e	e	

Continúa...

Tratamientos		Zonas agrícolas / prueba de DSL (Tukey) 0.05											
+N (T2)	Z9	Z13	Z7	Z8	Z10	Z12	Z2	Z4	Z6	Z3	Z5	Z1	Z11
	0.589	0.374	0.359	0.340	0.288	0.220	0.183	0.174	0.158	0.123	0.088	0.083	0.060
	a												
		b	b	b									
			c	c	c								
					d	d							
						e	e	e	e				
							f	f	f	f			
									g	g	g	g	
										h	h	h	h
-N (T7)	Z9	Z10	Z8	Z4	Z13	Z6	Z1	Z7	Z5	Z2	Z12	Z3	Z11
	0.463	0.330	0.315	0.302	0.292	0.272	0.250	0.234	0.172	0.150	0.109	0.097	0.069
	a												
		b	b	b	b	b	b	b					
						c	c	c	c				
							d	d	d	d			
									e	e	e	e	
										f	f	f	f

Continúa...

Tratamientos		Zonas agrícolas / prueba de DSL (Tukey) 0.05												
+P (T3)	Z9	Z4	Z1	Z10	Z13	Z8	Z6	Z7	Z5	Z2	Z12	Z3	Z11	
	0.433	0.339	0.338	0.298	0.253	0.249	0.232	0.208	0.158	0.150	0.113	0.108	0.022	
	a	a	a											
		b	b	b	b	b								
				c	c	c	c	c						
					d	d	d	d	d					
							e	e	e	e				
								f	f	f	f			
									g	g	g	g		
											h	h	h	
-P (T6)	Z9	Z8	Z13	Z10	Z7	Z4	Z2	Z12	Z6	Z3	Z5	Z1	Z11	
	0.644	0.401	0.364	0.334	0.311	0.216	0.208	0.206	0.176	0.137	0.118	0.103	0.057	
	a													
		b	b	b	b									
				c	c	c	c	c						
					d	d	d	d	d					
						e	e	e	e	e	e	e		
									f	f	f	f	f	

Continúa...

Tratamientos		Zonas agrícolas / prueba de DSL (Tukey) 0.05											
-K (T4)	Z9	Z8	Z13	Z10	Z4	Z7	Z11	Z2	Z12	Z5	Z3	Z6	Z1
	0.618	0.548	0.503	0.459	0.450	0.413	0.369	0.331	0.315	0.296	0.282	0.263	0.228
	a	a	a	a	a	a	a						
		b	b	b	b	b	b	b	b	b			
		c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
			d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
+K (T5)	Z9	Z1	Z8	Z10	Z7	Z13	Z4	Z6	Z2	Z5	Z12	Z3	Z11
	0.462	0.263	0.258	0.243	0.205	0.183	0.176	0.140	0.129	0.085	0.084	0.075	0.030
	a												
		b	b	b	b	b	b						
			c	c	c	c	c	c	c				
			d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	
							e	e	e	e	e	e	

A partir de los resultados del cuadro 3.4.; se observa que en los tratamiento T1 (testigo sin abonamiento) y T8 (completo) la zona agrícola 09 presenta un mayor rendimiento frente al resto; entonces se puede decir que, esta zona contiene un nivel alto de nitrógeno, fósforo y potasio, como se observa en el análisis de caracterización de suelos (anexo 01).

Bajo los tratamientos T2 y T7 (solo con fertilización de nitrógeno); se observa que las zonas agrícolas 02, 05, 07 y 13 responden al abonamiento con nitrógeno; ya que son deficientes en este nutriente. Y las zonas agrícolas 03, 04, 05, 08, 10, 11, 12 y 13 son deficientes en fosforo de acuerdo al análisis de caracterización de suelos (anexo 01).

También se puede observar que las zonas en estudio no muestran respuesta alguna al abonamiento con potasio; concluyendo que este elemento se encuentra en cantidades suficientes y/o excesivas en los suelos de las zonas agrícolas en estudio.

3.2. Del elemento faltante (EF) y del elemento presente (EP)

Cuadro 3.5. Rendimientos relativos del elemento faltante (EF) y elemento presente (EP), y niveles de NPK del suelo (A.S.) de las 13 zonas agrícolas.

Zonas agrícolas	<i>E. nutritivo</i>	(EF) %	(EP) %	A.S.
Zona agrícola 01	<i>Nitrógeno (N)</i>	89.27	124.00	0.11 %
	<i>Fósforo (P)</i>	36.71	506.50	15.81 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	81.53	395.00	411.1 ppm
Zona agrícola 02	<i>Nitrógeno (N)</i>	50.22	172.41	0.09 %
	<i>Fósforo (P)</i>	69.69	140.75	13.35 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	111.07	121.63	172.6 ppm

Continúa...

Zonas agrícolas	<i>E. nutritivo</i>	(EF) %	(EP) %	A.S.
Zona agrícola 03	<i>Nitrógeno (N)</i>	24.62	122.59	0.25 %
	<i>Fósforo (P)</i>	34.65	107.97	7.21 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	71.25	75.08	145 ppm
Zona agrícola 04	<i>Nitrógeno (N)</i>	71.65	119.77	0.25 %
	<i>Fósforo (P)</i>	51.23	233.79	10.37 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	106.81	121.61	283.4 ppm
Zona agrícola 05	<i>Nitrógeno (N)</i>	68.25	152.30	0.07 %
	<i>Fósforo (P)</i>	46.83	272.41	7.3 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	117.33	147.13	276 ppm
Zona agrícola 06	<i>Nitrógeno (N)</i>	75.46	124.41	0.11 %
	<i>Fósforo (P)</i>	48.89	182.94	17.56 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	73.06	110.50	380.2 ppm
Zona agrícola 07	<i>Nitrógeno (N)</i>	48.12	188.13	0.08 %
	<i>Fósforo (P)</i>	63.93	108.90	19.56 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	84.74	107.33	182.7 ppm
Zona agrícola 08	<i>Nitrógeno (N)</i>	55.88	120.14	0.11 %
	<i>Fósforo (P)</i>	71.14	87.87	9.05 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	97.22	91.05	305.6 ppm
Zona agrícola 09	<i>Nitrógeno (N)</i>	77.57	129.15	0.24 %
	<i>Fósforo (P)</i>	107.76	94.89	33.97 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	103.46	101.31	337.8 ppm
Zona agrícola 10	<i>Nitrógeno (N)</i>	63.22	142.27	0.11 %
	<i>Fósforo (P)</i>	63.98	147.04	12.48 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	87.99	120.07	153.8 ppm
Zona agrícola 11	<i>Nitrógeno (N)</i>	16.34	136.64	0.15 %
	<i>Fósforo (P)</i>	13.48	49.62	5.46 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	87.79	67.94	79.2 ppm

Continúa...

Zonas agrícolas	<i>E. nutritivo</i>	(EF) %	(EP) %	A.S.
Zona agrícola 12	<i>Nitrógeno (N)</i>	23.92	285.71	0.18 %
	<i>Fósforo (P)</i>	45.27	147.19	12.12 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	69.41	108.66	148.4 ppm
Zona agrícola 13	<i>Nitrógeno (N)</i>	57.57	169.59	0.09 %
	<i>Fósforo (P)</i>	71.78	114.98	10.46 ppm
	<i>Potasio (K)</i>	99.21	82.90	81.9 ppm

En el cuadro se muestra que al aplicar un nivel alto de nitrógeno al suelo se incrementa el rendimiento relativo, en la técnica del EP; y cuando no se aplica el rendimiento relativo (Rr) disminuye notoriamente, en la técnica del EF. En caso del fósforo es el mismo resultado, excepto la zona agrícola 09 que cuando se aplica fósforo disminuye ligeramente el rendimiento y cuando no se aplica no hay disminución del rendimiento relativo en comparación con el abonamiento completo (NPK); y en caso del potasio el resultado es similar al del nitrógeno, con ligeros incrementos y disminuciones en el rendimiento relativo; con la excepción de las zonas 8, 11 y 13 que cuando se aplica potasio en el EP disminuye el Rr, y cuando no se aplica en el EF no hay disminución en el Rr.

Observando que los elementos que más limitan el crecimiento del cultivo son el N y el P en los suelos de las zonas agrícolas en estudio.

Al respecto Tineo (2014) concluye que al utilizar la planta indicadora de tomate en el diagnóstico de la fertilidad de suelos del distrito de Acocro, Ayacucho, los elementos que más limitan el crecimiento son el Nitrógeno y el Fosforo.

Cuadro 3.6. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de NPK de los suelos de las 13 zonas agrícolas.

Fuente	EF	EP	(NPK)
EF	1.0000	-0.29114	0.58248
		0.0721 ns	0.0001**
EP		1.0000	0.00215
			0.9896 ns
A.S. (NPK)			1.00000

En el cuadro se muestra que no existe una correlación entre los Rr correspondientes a las técnicas del EF y del EP con un $r = -0,29114$ ns; esto mismo resulta, cuando se correlaciona el Rr de la técnica del EP con el contenido nutricional en NPK del suelo con un $r = 0.00215$ ns. Y existe una alta significación de correlación entre los Rr correspondientes a la técnica del EF y contenido nutricional en NPK del suelo con $r = 0.5825^{**}$; es decir, que el contenido de N-total, P y K disponible de los suelos influyen en un 58.25 % en el rendimiento relativo (Rr), cuando no se abona al suelo con estos nutrientes; entendiéndose que a menores contenidos de estos nutrientes en el suelo se espera alcanzar menores Rr. y a mayores contenidos mayores rendimientos relativos.

Cuadro 3.7. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de Nitrógeno total de los suelos de las 13 zonas agrícolas.

Fuente	EF	EP	% N-total
EF	1.0000	-0.4568	-0.1790
		0.1166 ns	0.5584 ns
EP		1.0000	-0.1385
			0.6519 ns
% N-total			1.0000

En el cuadro 3.7., muestra que no existe correlación entre los Rr alcanzados con las técnicas del EF y del EP; asimismo, entre los Rr de la técnica del EF y del EP con el contenido de N total del suelo; indicando que los contenidos de N-total en el suelo (Nt), no influyen en el Rr obtenido con la técnica del EF y del EP. Por lo tanto, si la adición o no de este elemento en el abonamiento del suelo no perjudica ni favorece el crecimiento y desarrollo de la planta; entonces el suelo posee este elemento en cantidades normales.

Cuadro 3.8. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de P – disponible de los suelos de las 13 zonas agrícolas.

Fuente	EF	EP	P – disp.
EF	1.0000	-0.2513	0.7159
		0.4076 ns	0.0059 **
EP		1.0000	0.0035
			0.9910 ns
P – disp.			1.0000

En el cuadro 3.8., se muestra que no existe correlación entre los Rr alcanzados con las técnicas del EF y del EP, con un $r = -0.2513$ ns; asimismo, entre los Rr de la técnica del EP y el contenido de P – disponible del suelo; y una alta significación en la correlación entre los Rr de la técnica del EF y el contenido de P – disponible del suelo, con $r = 0.7159$ **; es decir, que el contenido de P - disponible de los suelos influyen en un 71.59 % en el Rr, cuando no se abona al suelo con este nutrientes; entendiéndose que a menores contenidos de este nutriente en el suelo se espera alcanzar menores Rr. y a mayores contenidos mayores rendimientos.

Cuadro 3.9. Matriz de correlación simple para los Rr del EF, EP y contenido de K – disponible de los suelos de las 13 zonas agrícolas.

FUENTE	EF	EP	K – disp.
EF	1.0000	-0.0675 0.8265 ns	0.0751 0.8073 ns
EP		1.0000	0.5799 0.0378 *
K – disp.			1.0000

En el cuadro 3.9., muestra que no existe correlación entre los Rr alcanzados con las técnicas del EF y del EP, con un $r = -0.0675$ ns; asimismo, entre los Rr de la técnica del EF y el contenido de K - disponible del suelo; y existe una correlación significativa entre los Rr de la técnica del EP y el K - disponible del suelo, con un $r = 0.5799$ *; indicando que los suelos en estudio tienen altos niveles de K disponible.

3.3. Del análisis de caracterización

3.3.1. De las propiedades químicas

Cuadro 3.10. Características químicas, físicas y biológicas más relevantes de las 13 zonas agrícolas.

Localidad	Zona agrícola	pH (H ₂ O) 1:2.5	M.O. (%)	N total (%)	P disp.	K disp.	C. I. C. (Cmol(+)/kg)	C.C. (Cmol(+)/kg)	A.C. (Cmol(+)/kg)	CaCO ₃ (%)	CLASE TEXTURAL
					(ppm)						
COLCA	01	6.63	2.24	0.11	15.81	411.1	11.00	7.91	0.00	0.0	Fr-Ar-Ao
	02	7.97	1.74	0.09	13.35	172.6	12.10	10.49	0.00	2.8	Fr-Ar-Ao
	03	8.34	4.97	0.25	7.21	145.0	13.90	12.14	0.00	1.3	Ar
	04	8.56	4.97	0.25	10.37	283.4	12.10	11.55	0.00	5.3	Fr-Ar-Ao
	05	8.64	1.49	0.07	7.30	276.0	13.80	12.22	0.00	4.8	Fr-Ar-Ao
	06	8.46	2.11	0.11	17.56	380.2	12.70	13.15	0.00	9.5	Ar-Ao
	07	8.74	1.62	0.08	19.56	182.7	6.60	5.84	0.00	0.8	Fr-Ao
	08	8.39	2.11	0.11	9.05	305.6	12.60	10.17	0.00	1.0	Fr-Ar-Ao
	09	7.52	4.72	0.24	33.97	337.8	17.30	15.13	0.00	1.3	Ar-Ao
QUILLA	10	8.00	2.24	0.11	12.48	153.8	14.50	12.49	0.00	1.5	Ar-Ao
	11	6.86	2.98	0.15	5.46	79.2	6.10	5.01	0.00	0.0	Fr-Ao
	12	8.42	3.61	0.18	12.12	148.4	7.20	7.66	0.00	0.8	Fr-Ao
	13	8.13	1.74	0.09	10.46	81.9	9.60	9.12	0.00	2.5	Fr-Ar-Ao

a. Del indicador pH

En el cuadro 3.10., muestran los niveles de pH de los suelos en estudio, de acuerdo a la determinación potenciométrica en relación 1:2.5 (suelo: agua); siendo los suelos de las zona agrícolas 01 y 11 neutros; de la zona 09

medianamente básico; de las zonas agrícolas 02, 03, 06, 08, 10, 12 y 13 básicos; y de las zonas agrícolas 04, 05, y 07 ligeramente alcalinos. Categorizados según Palomino, Cerda, Girón, y Alca (2011).

Recordando el gráfico 3.1., la zona agrícola 09 con un pH de 7.52 presenta el mayor rendimiento de materia seca, en el ensayo con platas de tomate; y la zona agrícola 11 con un pH de 6.86 muestra el menor rendimiento. Al respecto Jaramillo (2002) indica que el rango óptimo de pH para el cultivo de tomate es de 5.6 y 6.4; contraponiendo a los resultados del estudio; ya que el rendimiento está determinado por el contenido de fósforo en el suelo.

Por lo que, Thompson (1974) menciona que entre 6.5 y 7.5 de pH la solubilidad del fósforo es máxima; y la zona agrícola 09 con el más alto rendimiento en materia seca, se encuentra en este rango al igual que la zona 11, con el más bajo rendimiento, y la zona 01 con un rendimiento medio. También sostiene que entre 7.5 y 8.5 la solubilidad del fósforo es muy baja debido a la presencia del carbonato de calcio, que precipitan el fósforo disponible y el fósforo aplicado con el abonamiento en fosfatos de calcio hasta fijarse en fosfatos tricalcicos; en este rango se encuentran las zonas agrícolas 02, 03, 04, 05, 06, 08, 10, 12 y 13 con rendimientos medios y bajos. Y por encima de 8.5 de pH el exceso de sales sódicas contribuye a la solubilización de este elemento, encontrándose en este rango la zona agrícola 05 con el más bajo rendimiento y la zona 07 con un rendimiento medio. Evidenciando que el pH del suelo influye pero no determina el rendimiento de materia seca de los suelos de las zonas agrícolas en estudio.

b. Del indicador C.I.C., C.C. y C.A.

En el cuadro 3.10., muestra el CIC de cada zona agrícola, y según a la interpretación del CIC indicado por Tineo, Cerda, Palomino, y Giron, (2014); los suelos de las zonas agrícolas 01, 07, 11,12 y 13 tienen un CIC bajo; y los suelos de las zonas agrícolas 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, tienen un CIC de nivel medio.

Si recordamos que la zona agrícola 09 obtuvo el más alto rendimiento de materia seca con un CIC de 17.30 Cmol(+)/kg (nivel medio); y la zona 11 el más bajo rendimiento de materia seca, con un CIC de 6.10 Cmol(+)/kg (nivel bajo); se puede establecer que la CIC influyendo directamente en el rendimiento en los suelos en estudio.

La C.C. en la zona agrícola 09 es C.C. de 15.13 Cmol (+)/kg y la zona agrícola 11 es C.C. de 5.01 Cmol (+)/kg con rendimientos en materia seca alto y bajo respectivamente; influenciando directamente en el rendimiento.

Se puede observar que la zona agrícola 9 llega a tener el más alto rendimiento en materia seca; por presentar una mayor capacidad de intercambio de cationes en el complejo arcillo húmico (CAH), necesario para la nutrición vegetal, a diferencia de las demás zonas agrícolas.

En el cuadro 3.10., también se puede observar que los A.C. es 0.00 Cmol (+)/kg en todos los suelos en estudio; por lo que estos suelos no presentan toxicidad por Aluminio (Al^{+3}); ni problemas de acidez potencial por Al^{+3} y H^{+1} .

c. Del contenido de N-total y disponibilidad de P y K

En el cuadro 3.10., se muestra los niveles de N – total de los suelos en estudio siendo: los suelos de las zonas agrícolas 02, 13, 07 y 05 pobres, en el contenido de N – total; los suelos de las zonas agrícolas 11, 01, 06, 08 y 10 con un contenido medio; y los suelos de las zonas agrícolas 03, 04, 09 y 12 con un contenido alto. La disponibilidad de P de los suelos en estudio, determinado por el método de Olsen e interpretado por Pastos-UNSCH es: de nivel bajo para los suelos de las zonas agrícolas 02, 10, 12, 13, 04, 08, 05, 03 y 11, con niveles, descendientes entre las zonas respectivamente; de nivel medio las zonas agrícolas 07, 06 y 01; y los suelos de la zona agrícola 09 con un nivel muy alto. Y en función a la disponibilidad de K, interpretado por Ortiz; los suelos de las zonas agrícolas 13 y 11 tienen un nivel bajo; los suelos de la zona agrícola 03, un nivel medio en K –disponible; los suelos de las zonas agrícolas 07, 02, 10 y 12, un nivel alto; y los suelos de las zonas agrícolas 01, 06, 09, 08, 04 y 05, un nivel muy alto, con niveles descendientes entre las zonas respectivamente. Interpretado según lo indicado por Tineo, Cerda, Palomino y Giron (2014).

La zona agrícola 09, como se puede comprobar; ya que, cuenta con un nivel alto en N – total, con niveles muy altos en P – disponible y K – disponible. A diferencia de la zona agrícola 11 que presenta el más bajo rendimiento en materia seca; ya que los suelos de esta zona tienen un contenido medio en N – total, y un nivel bajo en P y K – disponibles. Entonces hay una relación directa entre los rendimientos en materia seca y al contenido de NPK de los suelos; es decir, mayor será el rendimiento en materia seca si el contenido de NPK de los

suelos es mayor; y cuando el contenido de NPK en el suelo sea menor, menor será el rendimiento en materia seca. En acorde a lo demostrado en la correlación existente entre la técnica del EF y el AS para los contenidos de NPK del suelo.

Según el grafico 3.2., el tratamiento completo “T8” tiene un mayor rendimiento en materia seca ya que tiene niveles altos de NPK aplicados al suelo; también se puede notar que el T4 sin K, pero con niveles altos de N y P, es el segundo mayor en el rendimiento de materia seca; seguido de los suelos con T6 sin P y con niveles altos de N y K, T7 sin N y con niveles altos de P y K, T2 con nivel alto de N y sin P y K, T3 con P pero sin N ni K; y los rendimientos, en materia seca, más bajos son la T5 con K y sin P ni N y el testigo (T1). Como se puede notar el rendimiento en materia seca responde mejor a la aplicación o abonamiento con N y P seguido del abonamiento con solo con N, solo con P, respectivamente; y una menor respuesta al abonamiento con K. Esto nos indica que el abonamiento con N y P determinan en rendimiento en materia seca en los suelo de las zonas agrícolas en estudio; y que el K influye en el rendimiento de materia seca pero no así lo determina; ya que los suelos en estudio, en su mayoría tiene un nivel medio a alto de K – disponible.

3.3.2. De las propiedades físicas

En el cuadro 3.10., se muestra la clase textural de los suelos de las zonas agrícolas en estudio siendo: de clase textural franco arcillo arenoso los suelos de las zonas agrícolas 01, 02, 04, 05, 08 y 13; franco arenoso, las zonas

agrícolas 07, 11 y 12; arcillo arenoso, las zonas agrícolas 06, 09 y 10; y arcilloso la zona agrícola 3.

La zona agrícola 09 tiene el más alto rendimiento en materia seca, con una clase textural arcillo arenoso; y la zona agrícola 11 una clase textural franco arenoso, con el rendimiento más bajo en materia seca; denotando que a una mayor clase textural gruesa menor será el rendimiento en materia seca, debido a la retención de agua y nutrientes será menor a diferencia de una clase textural fina o arcillosa; en acorde a lo mencionado por García-Serrano et al. (2010).

3.3.3. De las propiedades biológicas

Cuadro 3.10., muestra el contenido de materia orgánica (M.O.) de los suelos en estudio; con un nivel pobre en % de M.O. los suelos de las zonas agrícolas 02, 13, 07 y 05, con valores de: 1.74, 1.74, 1.62 y 1.49 respectivamente; con un nivel medio los suelos de las zonas agrícolas 11, 01, 10, 08 y 06 con valores de: 2.98, 2.24, 2.24, 2.11 y 2.11 respectivamente; y un nivel rico los suelos de las zonas agrícolas 03, 04, 09 y 12 con valores de: 4.97, 4.97, 4.72 y 3.61. Interpretado según lo indicado por Tineo, Cerda, Palomino y Giron (2014).

La zona agrícola 9 contiene un nivel rico en M.O. y si recordamos que esta zona presenta el más alto rendimiento en materia seca; la zona agrícola 11, el más bajo rendimiento en materia seca junto a la zona agrícola 05, con niveles medio a pobre en contenido de materia orgánica respectivamente. Entonces se puede decir, que a un nivel alto de M.O. el rendimiento en materia seca será

mayor; debido a que la M.O. aumenta la capacidad de intercambio catiónico, la disponibilidad de N, P, S y microelementos, la regulación del pH; como menciona Navarro S. y Navarro G. (2003).

3.4. De las correlaciones

El análisis y discusión de las correlaciones entre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la altitud; permitió una comparación entre los factores de estas propiedades; así tener una herramienta más en la comprensión del estado nutricional de los suelos en estudio.

Cuadro 3.11. Matriz de correlación entre los factores físicos, químicos y biológicos de los suelos en estudio.

Factores		Altitud	%Ao	%L	%Ar	pH	%M.O.	%N	ppm P	ppm K	CIC	T(*)	C(**)
Altitud	R	1.000	-0.001	0.088	-0.041	-0.677	-0.142	-0.150	-0.115	0.105	0.051	-0.421	-0.489
	f		0.997	0.774	0.895	0.011	0.644	0.625	0.708	0.732	0.870	0.152	0.090
%Ao	R		1.000	-0.301	-0.894	-0.138	-0.282	-0.292	0.197	-0.094	-0.668	-0.111	0.003
	f			0.317	0.000	0.652	0.351	0.334	0.520	0.759	0.013	0.717	0.992
%L	R			1.000	-0.159	-0.245	-0.008	0.003	-0.559	-0.429	-0.425	-0.366	-0.021
	f				0.605	0.420	0.980	0.993	0.047	0.143	0.148	0.218	0.947
%Ar	R				1.000	0.258	0.297	0.302	0.058	0.299	0.891	0.287	0.006
	f					0.394	0.325	0.316	0.849	0.322	0.000	0.342	0.984
pH	R					1.000	-0.045	-0.044	-0.135	-0.095	0.074	0.060	0.108
	f						0.883	0.887	0.661	0.758	0.810	0.846	0.725
%M.O.	R						1.000	0.999	0.172	0.025	0.274	0.208	0.267
	f							0.000	0.573	0.934	0.365	0.495	0.378
%N	R							1.000	0.182	0.029	0.278	0.227	0.283
	f								0.551	0.925	0.357	0.455	0.350
ppm P	R								1.000	0.461	0.367	0.711	0.374
	f									0.113	0.218	0.006	0.208
ppm K	R									1.000	0.486	0.215	-0.203
	f										0.093	0.480	0.505
CIC	R										1.000	0.502	0.076
	f											0.080	0.805
T(*)	R											1.000	0.800
	f												0.001
C(**)	R												1.000
	f												

(*): Tratamiento T1, testigo; (**): tratamiento T8, completo.

En el cuadro anterior se puede observar las correlaciones existentes, detallando a continuación.

Entre la altitud y el pH del suelo, de las zonas agrícolas en estudio, existe una relación negativa con significación estadística; es decir a mayor altitud se espera un suelo de menor pH o más ácido.

Existe una relación negativa entre el % de arena (Ao) y el de arcilla (Ar), con alta significación; es decir que en los suelos de las zonas en estudio, a mayor cantidad de arena se espera menor cantidad de arcilla y viceversa. También se puede observar una relación negativa con la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico; de este modo, a contenidos altos de %Ao en los suelos de las zonas agrícolas en estudio, se espera contenidos o niveles bajos de la CIC.

También se observa, una relación negativa entre el % L con el P – disponible, siendo significativa; de igual manera, si se presentan contenidos altos de %L se espera niveles bajos de P – disponible en el suelos de las zonas agrícolas en estudio.

Prosiguiendo, el % de Ar (arcilla) guarda una relación positiva con la CIC, siendo de alta significación estadística; es decir, que a contenidos altos de % de Ar, se espera niveles altos de la CIC.

En tanto, existe una relación positiva, con alta significación estadística, entre los tratamientos t1 (Testigo) y t8 (Completo); demostrando que hay una buena respuesta al abonamiento con nitrógeno, fosforo y potasio.

Se evidencia que la clase textural, pH, CIC, CC, AC y % M.O. no influyen en el rendimiento de materia seca.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se condujo el presente estudio, y los resultados encontrados permiten el desarrollo de las conclusiones y recomendaciones siguientes:

4.1. Conclusiones

1. La secuencia del estado de fertilidad química de las zonas agrícolas de mayor a menor, en función al rendimiento es como sigue:
Paraccpampa (Z9) > Chococcoro (Z8) y Ayaurccu (Z13) > Lasarayaq (Z10) > Achalla (Z7), Escunto (Z4) > Ccotamarca (Z6), Mutca (Z1), Llinkapata (Z12) y Ayatuna (Z2) > Chinchana (Z3) > Chacca (Z5) y Sunchupampa (Z11).
2. Los suelos estudiados responden al abonamiento con N, P y K; siendo el P y el N, los elementos que más limitan el rendimiento de las planta.

3. Los factores de clase textural, pH, CIC, CC y M.O. no influyen en el rendimiento de la planta.
4. Las zonas agrícolas son de clase de pendiente moderado escarpado a excepción de las zonas Z9 y Z13 que son inclinadas; con la formación de horizonte **A** en las zonas Z1, Z6, Z7, Z10 y Z12 y **A** y **B** en las zonas Z2, Z3, Z4, Z5, Z8, Z9, Z11 y Z13.
5. Las zonas agrícolas se caracterizan por establecer las especies nativas de molle (*Schinus molle*), tuna (*Opuntia ficus*), cabuya (*Agave americana*), huarango (*Acacia macracantha*), cactáceas y gramíneas; y especies cultivadas como maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), alfalfa (*Medicago sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), papa (*Solanum tuberosum*) y haba (*Vicia faba*); con especies frutícolas como durazno (*Prunus pérsica*), palto (*Persea americana*) y cítricos en las zonas Z3, Z4, Z6, Z7, Z8 y Z13; y especies forestales como pino (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en las zonas Z1, Z11 y Z12.

4.2. Recomendaciones

1. A las autoridades municipales y agrarias del distrito de Colca, recomendar la realización del análisis de caracterización de suelos en la implementación de programas, planes y/o proyectos de índole agrícola para contrastar sus resultados con los del presente estudio.
2. Realizar investigaciones similares con suelos agrícolas de otros distritos para un mayor conocimiento del estado nutricional de los suelos de nuestra región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias J. (1978). Evaluación del fósforo disponible en algunos suelos agrícolas de las provincias de Huanta, La Mar, Cangallo, Huamanga del departamento de Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
- Black C. (1975). Relaciones Suelo – Planta. 1ra ed, Vol. II. Hemisferio Sur.
- Buckman O. y Brady N. (1985). Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Barcelona Hispanoamericana. España.
- Chonta B. (1979). Fijación y Adsorción de sulfatos en suelos de Puna de 3,450 a 4,100 msnm en Allpachaka. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
- Dorronsoro F. (2016). Edafología. Recuperado el 19 de Setiembre de 2016, de: <http://www.edafologia.net/evaluacion/tema1/1conceptos.htm>
- FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos. Roma.
- FAO. (2016). Evaluación de Suelos. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- FAO. (2016). Levantamiento de suelos. Recuperado el 18 de Setiembre de 2016, de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/es/>
- Fassbender H. (1975). "Química de Suelos" con énfasis en suelos de América Latina. IICA. San José - Costa Rica.

- García-Serrano P., Lucena J., Ruano S., y Nogales M. (2010). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Govaerts B., Barrera M., Limón A., Muñoz P., Sayre K., y Deckers, J. (2008). Clasificación y evaluación edafológica de tres sitios experimentales del altiplano central de México. *Tropicultura*, Vol N°. 08. México.
- Gros, A. (1981). Guía práctica de fertilización. Mundi Prensa S.A. Madrid – España.
- INE, PNUMA. (2004). Perspectivas del medio ambiente en México. Instituto Nacional de Ecología [INE] y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. México.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2012). Técnicas de Toma y Remisión de muestras de suelos. Recuperado el 15 de Setiembre de 2016, de www.inta.gob.ar: <http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos>
- Jackson, M. (1976). Análisis químico de suelos. 3ra edicion. Omega S.A. Traducido por J. Beltrán. Barcelona.
- Jaramillo D. (2002). Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín – Colombia.
- Martíni A. (1969). Caracterización del Estado Nutricional de los Principales Latosoles de Costa Rica, mediante la técnica del Elemento Faltante en el invernadero. Turrialba: IICA. Costa Rica.

- Millar E. (1964). Fertilidad del suelo. Salvat Editores. Traducido por: Hernando. Barcelona.
- Moreno R., García T., Storch de Gracias y Asensio, J., Muñoz M., Yáñez E., y Pérez E. (2011). La fertilización y corrección edáfica de suelos agrícolas con productos orgánicos. *Tecnología y Desarrollo*, IX, 34.
- Navarro S., y Navarro G. (2003). El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Segunda edición. Mundi-Prensa. Madrid – España.
- Palomino R., Cerda M., y Giron J. (2011). Texto de Estudio de Edafología. Agronomía/UNSCH. Ayacucho.
- Palomino R. (1987). Estado nutricional de algunos suelos agrícolas de la provincias de Huamanga, Cangallo, Víctor Fajardo y Vilcashuamán del Departamento de Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
- Palomino R., Cerda M., Girón J., y Alca R. (2011). Texto de estudios de Química agrícola. Agronomía/UNSCH. Ayacucho.
- Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014). Guía para el muestreo de suelos. Dirección General de Calidad Ambiental. Lima.
- Sganga, J., y Puentes, R. (2007). El relevamiento de reconocimiento de suelos a escala 1:100.000 en la república oriental del Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo – Uruguay.
- Thompson M. (1974). El suelo y su fertilidad. REVERTÉ S.A. Barcelona.

Tineo A. (2014). Superficies de Respuesta: El Diseño 03 de Julio (Aplicaciones agronómicas). UNSCH. Ayacucho.

Tineo A., Cerda M., Palomino R., y Giron J. (2013). Guía de prácticas de Manejo y Conservación de suelos. Agronomía/UNSCH. Ayacucho.

Tineo A., Cerda M., Palomino R., y Giron J. (2014). Guía de prácticas de fertilidad de suelos. Agronomía/UNSCH. Ayacucho:

Tisdale S. y Nelson W. (1985). Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Montaner y Simón S.A. Barcelona.

ANEXOS

ANEXO 01.

Cuadro a.1. Análisis de caracterización de suelo, de 13 zonas agrícolas de las localidades de Colca y Quilla

Localidad	Sector zona	Análisis mecánico (%)			Clase textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C.E. (Ds/M.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)					C. I. C. (Cmol(+)/kg)
		Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca	Mg	K	Al	H	
COLCA	01	61.8	12.9	25.3	Fr-Ar-Ao	6.63	0.198	0	2.24	0.11	15.81	411.1	4.1	1.7	2.11	0.0	0.0	11
	02	57.8	12.9	29.3	Fr-Ar-Ao	7.97	0.545	2.8	1.74	0.09	13.35	172.6	8.8	0.8	0.89	0.0	0.0	12.1
	03	43.0	13.5	43.6	Ar	8.34	0.593	1.3	4.97	0.25	7.21	145.0	10.8	0.6	0.74	0.0	0.0	13.9
	04	47.6	17.7	34.7	Fr-Ar-Ao	8.56	0.723	5.3	4.97	0.25	10.37	283.4	9.4	0.7	1.45	0.0	0.0	12.1
	05	57.8	8.9	33.3	Fr-Ar-Ao	8.64	0.638	4.8	1.49	0.07	7.3	276.0	10.6	0.2	1.42	0.0	0.0	13.8
	06	47.8	16.9	35.3	Ar-Ao	8.46	0.940	9.5	2.11	0.11	17.56	380.2	10.9	0.3	1.95	0.0	0.0	12.7
	07	77.8	8.9	13.3	Fr-Ao	8.74	0.470	0.8	1.62	0.08	19.56	182.7	4.8	0.1	0.94	0.0	0.0	6.6
	08	55.8	12.9	31.3	Fr-Ar-Ao	8.39	0.488	1	2.11	0.11	9.05	305.6	7.4	1.2	1.57	0.0	0.0	12.6
	09	57.8	6.9	35.3	Ar-Ao	7.52	0.453	1.3	4.72	0.24	33.97	337.8	11.6	1.8	1.73	0.0	0.0	17.3
QUILLA	10	45.8	14.9	39.3	Ar-Ao	8	0.678	1.5	2.24	0.11	12.48	153.8	11.3	0.4	0.79	0.0	0.0	14.5
	11	65.8	22.9	11.3	Fr-Ao	6.86	0.153	0	2.98	0.15	5.46	79.2	3.8	0.8	0.41	0.0	0.0	6.1
	12	69.8	12.9	17.3	Fr-Ao	8.42	0.568	0.8	3.61	0.18	12.12	148.4	5.6	1.3	0.76	0.0	0.0	7.2
	13	49.8	20.9	29.3	Fr-Ar-Ao	8.13	0.710	2.5	1.74	0.09	10.46	81.9	7.3	1.4	0.42	0.0	0.0	9.6

ANEXO 02.

Tarjeta de campo y ficha edafológica de perfiles de las 13 zonas agrícolas.

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	01	Nombre del suelo:	Mutca	Serie:	MUTCA	Fase:	PENDIENTE LIGERA
Clasificación:		Capacidad de uso mayor: Agrícola, forestal			Soil Taxonomy: Inceptisol		
Ubicación:		Departamento: AYACUCHO Provincia: VICTOR FAJARDO Distrito: COLCA			Clima: T° prom. Anual 15 Precipitación 650		
Vegetación		FORESTAL: Pino, eucalipto			Molle, Ayrampo		
Cultivos:		Quinoa, papa, haba, olluco, mashua; pino eucalipto			Natural Cactus, ambrancay, chanchaina, chachas, oqichakichka, pastos, molle, ayrampo		
Material madre: No es caliza							
Fisiografía:							
Relieve:		Normal Subnormal pronunciado Concavo			Ligeramente inclinado		
Altitud(msnm):		3336 18L 603816 8482637					
Napa freatica: muy profunda							

Pendiente (Clases)	1	2	3	4	5	6	Drenaje (Clases)	G	F	E	D	C	B	A
	Llano	Suavement inclinado	Inclinado	Moderado escarpado	Escarpado	Muy escarpado		Muy pobre	Pobre	Imperfecto	Moderado	Bueno	Algo excesivo	Excesivo
	0 - 2 %	2 - 6 %	6 - 13 %	13 - 25%	25 - 55%	> 45%								

Escurrimiento (Grados)	0	1	2	3	4	5	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo	Inundacion ligera	Inundacion moderada	Inundacion severa	Inunacion extrema
	Estancado	Muy lento	Lento	Medio	Rapido	Muy rapido		0	1	2	3	4

Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre	Moderado	Pedregoso	Muy pedregoso	Extremad pedregoso	Cobertura vegetal (%)	40	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado
	0	1	2	3	4				Uniforme		No uniforme	

Salinidad o sodicidad	Libre	Ligera	Moderada	Fuerte	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125	0.125 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 6.25	5.0 - 12.5	12.5 - 25.0	Más de 25.0
	0	1	2	3		Muy lento	Lento	Moder lento	Moderado	Moderada rápido	Rápido	Muy Rapido

Erosion (Grado)	1	2	3	4	5	Uso de la tierra	A	P	F	B	S	M	C	X
	Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Extrema		Agricola	Pastos	Forestal	Bosque	Silvicultura	Miscelaneo	Permanente	Protección

FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo:

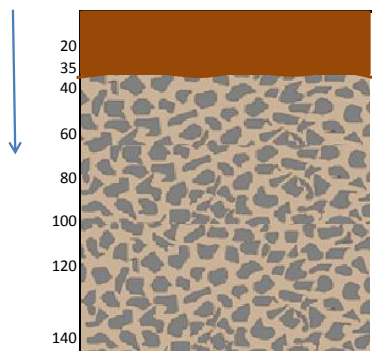
Mutca

Perfil N° :

01

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	35	abrupta	ondulada	7.5YR (5/3)	7.5YR (2.5/3)	granular	media	moderado	suave	debil	no adhesivo	---	---	escasa	no	no	fasciculada	no
C	> 35																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones: <u>Presencia de rocas grandes en la superficie</u> <u>Horizonte C: de origen granito</u> _____ _____
Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha 10/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	02	Nombre del suelo:	Ayatuna	Serie:	Ayatuna	Fase:	PENDIENTE LIGERA
------------	-----------	-------------------	----------------	--------	----------------	-------	-------------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Clima:
Departamento: AYACUCHO Provincia: VICTOR FAJARDO Distrito: COLCA	T° prom. Anual 15 Precipitación 650

Vegetación	Cultivos: Maiz, cebada, trigo, avena Natural Chamana, cactus, cabuya, molle, occesha, ambrancay, tuna, retama.
------------	--

Material madre: Caliza

Fisiografía:
Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado

Altitud(msnm): 3229 18L 605138 8482188
--

Napa freatica: muy profunda

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4		Cobertura vegetal (%)	20	Distrib de la humedad	seco Uniforme	fresco		Humedo	Mojado No uniforme
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3			Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

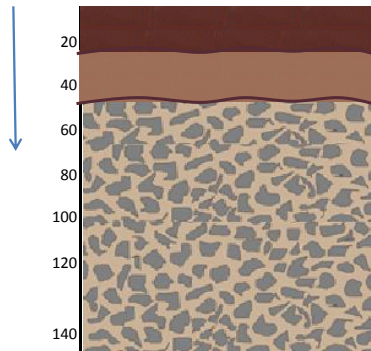
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Ayatuna**

Perfil N°: **02**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	20	gradual	ondulada	2.5 YR (4/3)	2.5 YR (3/2)	granular	media	debil	liger. duro	friable	adhesivo	---	si	media si	no	no	fasciculada	no
B	27	gradual	ondulada	5YR (6/3)	5 YR (4/4)	blocosa	gruesa	duro	duro	friable	adhesivo	---	abun	abundante	no	si	escasa	no
C	> 47																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones:	
	Horizonte C: de origen caliza

Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA	
Fecha 10/08/2016	

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	03	Nombre del suelo:	Chinchana	Serie:	Chinchana	Fase:	PENDIENTE PLANA
------------	-----------	-------------------	------------------	--------	------------------	-------	------------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:	T° prom. Anual 15	Precipitación 650
------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------	--------	--------------------------	--------------------------

Vegetación	Cultivos: Maiz, alfalfa, frijol, arveja, cebada, trigo, avena, palta, durazno	Natural: Molle, huarango, cabuya, tuna
------------	--	---

Material madre:	Caliza
-----------------	--------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	2896	18L	605904	8482942
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	30	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado		
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

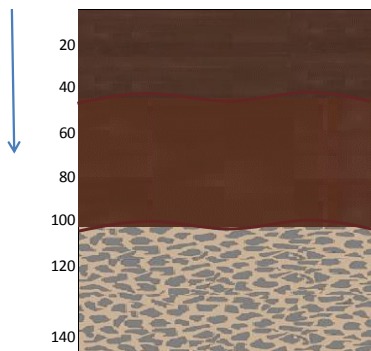
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Chinchana**

Perfil N° : **03**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raices	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	45	gradual	ondulada	7.5 YR (4/2)	7.5 YR (3/2)	granular	media	debil	liger. duro	debil	muy adhesivo	---	moderado	no	no	no	muy escasa	no
B	50	gradual	ondulada	5 YR (5/4)	5 YR (4/3)	granular	media	debil	duro	debil	muy adhesivo	---	abundante	abundante	no	no	pivotantes	no
C	> 95																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones:	
<u>Horizonte C: de origen caliza</u> <u>Observa arboles como el molle como lindero, cortinas rompe viento, ecopa de estiaje se notan presencia de animales que hacen el abonamiento del terreno</u> <u>Suelos profundos aptos para cultivos arboles y el clima apropiado; suelo de tipo A sin limitaciones de uso agricola</u>	
Nombre del prospector:	NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha	10/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	04	Nombre del suelo:	Escunto	Serie:	Escunto	Fase:	PENDIENTE INCLINADO
------------	-----------	-------------------	----------------	--------	----------------	-------	----------------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agricola	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:	T° prom. Anual 15	Precipitación 650
------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------	--------	--------------------------	--------------------------

Vegetación	Frutales: palta, durazno	Natural
Cultivos:	Maiz, cebada, trigo, quinua, durazno, Frijol	Molle, huarango, cabuya, tuna

Material madre:	Caliza
-----------------	--------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	---

Altitud(msnm):	2799	18L	605999	8483568
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4		Cobertura vegetal (%)	30	Distrib de la humedad	seco fresco Uniforme		Humedo Mojado No uniforme		
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3			Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

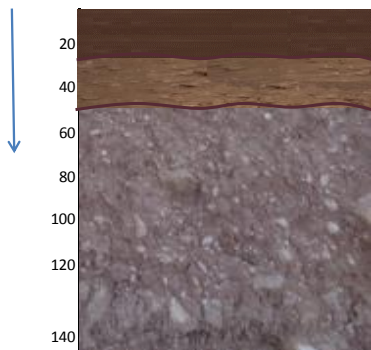
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Escunto**

Perfil N° : **04**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raices	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	28	Gradual	Ondulada	7.5 YR (4/2)	7.5 YR (4/3)	granular	media	media	liger. duro	friable	<i>modera adhesivo</i>	---	abundante	moderado	no	si	<i>fasiculada pivotante</i>	no
B	23	Gradual	Ondulada	10 YR (6/3)	10 YR (4/4)	granular	 fina	media	medio	friable	<i>no adhesivo</i>	---	abundante	abundante	no	si	pivotantes	no
C	> 51																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones:	
Horizonte C: de origen caliza	
Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA	
Fecha	11/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	05	Nombre del suelo:	Chacca	Serie:	Chacca	Fase:	PENDIENTE INCLINADO
------------	-----------	-------------------	---------------	--------	---------------	-------	----------------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:
				T° prom. Anual 15 Precipitación 650

Vegetación	Cultivos: Alfalfa, maíz, cebada, trigo, arveja, frijol Natural
------------	---

Material madre:	Caliza
-----------------	--------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	2860	18L	605261	8484031
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	30	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado		
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agrícola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

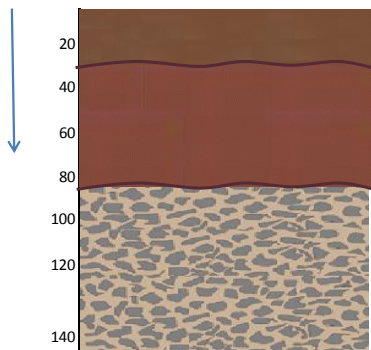
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Chacca**

Perfil N° : **05**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	34	gradual	ondulada	5YR (5/3)	5YR (4/2)	granular	fino	fuerte	liger. duro	friable	adhesivo	---	abundante	no	no	no	escasa raíz fasciculada	no
B	50	gradual	ondulada	2.5YR (5/4)	5YR (3/3)	granular	grueso	media	muy dura	dura	muy adhesivo	---	abundante	escasa	no	escasa	escasa raíz pivotante	no
C	> 84																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones:

Se observan rocas de tipo granito, areas agricolas parceladas, terrenos abandonados, cuenta con abastecimiento de agua entubada para riego.

Horizonte C: de origen caliza

Nombre del prospectador: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA

Fecha 11/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	06	Nombre del suelo:	Ccotamarca	Serie:	Ccotamarca	Fase:	PENDIENTE INCLINADO
------------	-----------	-------------------	-------------------	--------	-------------------	-------	----------------------------

Clasificación: Capacidad de uso mayor: Agrícola - frutal	Soil Taxonomy: Inceptisol
---	----------------------------------

Ubicación:	Clima:
Departamento: AYACUCHO Provincia: VICTOR FAJARDO Distrito: COLCA	T° prom. Anual 15 Precipitación 650

Vegetación: Frutales: durazno, palpa, paca, naranja	
Cultivos: Alfalfa, maíz, cebada, trigo, quinua, quiwicha	Natural: Molle, huarango, cabuya, tuna, cactaceas, sunchu

Material madre: Muy profundo

Fisiografía:	
Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado	

Altitud(msnm): 2916 18L 605261 8484031
--

Napa freatica: muy profunda

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escorrentamiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4		Cobertura vegetal (%)	30	Distrib de la humedad	seco Uniforme	fresco	Humedo	Mojado	No uniforme
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3			Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

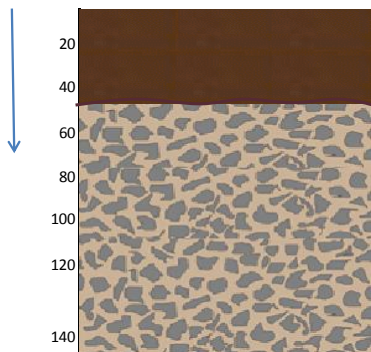
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Ccotamarca**

Perfil N° : **06**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	48	gradual	ondulada	7.5YR (4/3)	5YR (3/2)	granular	fina	fuerte	duro	firme	ligeramente adhesivo	---	no	no	no	no	fasciculada y pivotante escasa	no
AC	>60																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones: Horizonte A: presencia de material consolidado, escasa con diámetros hasta de 3 cm Horizonte AC: con presencia de material tipo granito con diámetros > 5cm _____ _____
Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha 12/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	07	Nombre del suelo:	Achalla	Serie:	Achalla	Fase:	Llano
------------	-----------	-------------------	----------------	--------	----------------	-------	--------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:
				T° prom. Anual 15 Precipitación 650

Vegetación	Cultivos: Maiz, quinua, durazno, palta, paca, naranja	Natural: Molle, huarango, cabuya, tuna, cactus
------------	--	---

Material madre:	Muy profundo
-----------------	---------------------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	2649	18L	605123	8486198
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	50	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado	No uniforme	
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

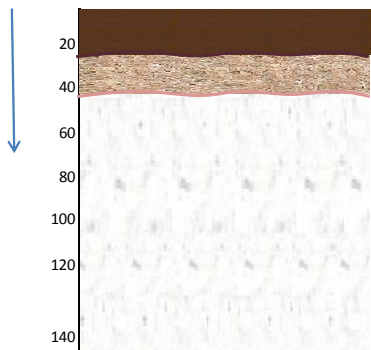
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Achalla**

Perfil N° : **07**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	20	gradual	ondulada	7.5YR (4/3)	5YR (3/3)	granular	fina	ligeramente duro	duro	friable	ligeramente adhesivo	---	no	escasa	no	no	fasciculada y pivotante escasa	no
C	> 20																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones: No cuenta con abastecimiento de agua de riego Horizonte C: de origen silíceo _____ _____
Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha 12/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	08	Nombre del suelo:	Chococcoro	Serie:	Chococcoro	Fase:	Ligeramente inclinado
------------	-----------	-------------------	-------------------	--------	-------------------	-------	------------------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola- frutal	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:
				T° prom. Anual 15 Precipitación 650

Vegetación	Cultivos: Maiz, quinua, trigo, cebada, haba, arveja, Hortalizas, palta, durazno, paca
	Natural: Molle, huarango, cabuya, tuna, cactus

Material madre:	Muy profundo
-----------------	---------------------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	2811	18L	605706	8484522
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4			Cobertura vegetal (%)	30	Distrib de la humedad	seco Uniforme	fresco	Humedo	Mojado No uniforme
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3			Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

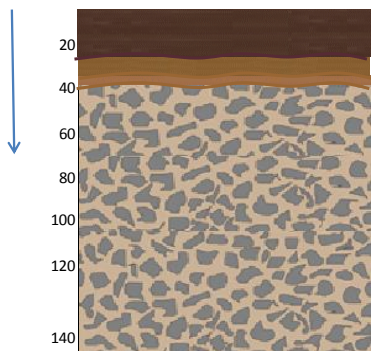
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Chocococoro**

Perfil N° : **08**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raices	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	25	gradual	ondulada	7.5YR (4/2)	7.5YR (3/3)	granular	finas	duro	moderado	friable	adhesivo	---	no	no	no	no	fasciculada abundante	no
AB	10	gradual	ondulada	10YR (5/4)	10YR (6/3)	granular	finas	debil	debil	friable	poco adhesivo	---	moderado	no	no	si, escaso	pivotante escasa	no
B	8	gradual	ondulada	7.5 YR (6/4)	7.5 YR (3/3)	granular	finas	debil	debil	friable	adhesivo	---	abundante	moderado	no	no	pivotante escasa	no
C	> 43																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones:	
Horizonte A : incrustaciones de otro material	_____
Abonamiento natural con estiércol de animales	_____
Suelos de uso en secano	_____
Horizonte C: de origen caliza	_____
Nombre del prospector:	NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha	12/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	09	Nombre del suelo:	Paraccpampa	Serie:	Paraccpampa	Fase:	Ligeramente inclinado
------------	-----------	-------------------	--------------------	--------	--------------------	-------	------------------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:
				T° prom. Anual 15 Precipitación 650

Vegetación	Cultivos: Quinua, quiwicha, tuna
	Natural: Molle, huarango, cactus, cabuya, gramíneas.

Material madre:	Muy profundo
-----------------	---------------------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	2813	18L	606275	8484534
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	10	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado		
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agrícola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

FICHA EDAFOLÓGICA

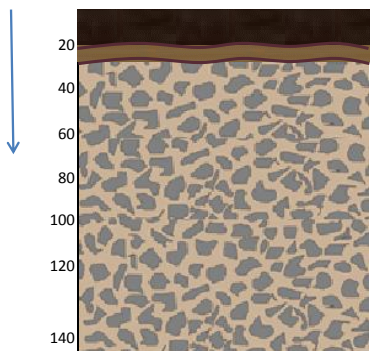
Nombre del suelo: **Paraccpampa**

Perfil N° : **09**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	18	gradual	ondulada	10YR (2/2)	10YR (2/1)	blocosa	media	fuerte	duro	friable	no adhesivo	---	si, escasa	si	si, escasa	no	fasciculada abundante	no
B	13	gradual	ondulada	10YR (5/3)	10YR (4/2)	blocosa	media	moderado	duro	friable	poco adhesivo	---	si, abunda	si, abunda	no	no	pivotante escasa	no
C	> 31																	

cm

Diagrama de perfil



Observaciones:

Poca Cobertura vegetal; zona abundante tuna "natural"

Agua de riego permanentemente ; areas comunales Produccion de pastos.

Horizonte C: de origen caliza

Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA

Fecha 12/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	10	Nombre del suelo:	Lasarayaq	Serie:	Lasarayaq	Fase:	inclinado
------------	-----------	-------------------	------------------	--------	------------------	-------	------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola- forestal	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:	T° prom. Anual 15	Precipitación 650
------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------	--------	--------------------------	--------------------------

Vegetación	Cultivos: trigo, cebada, maiz, quinua	Natural	Molle, cabuya, tuna, abranca, cactus, sunchu, gramíneas, muña
------------	--	---------	---

Material madre:	Muy profundo
-----------------	--------------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	3109	18L	602823	8485109
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freática:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	20	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado	No uniforme	
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

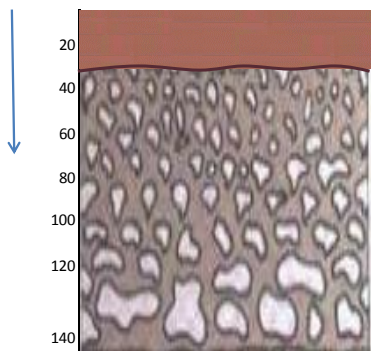
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Lasarayaq**

Perfil N° : **10**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	24	abrupta	ondulada	2.5 Y (6/4)	10YR (3/3)	granular	media	moderado	suave	suelto	no Adhesivo	---	no	no	no	no	fasiculada abundante	no
Material pedregozo																		

cm Diagrama de perfil



Observaciones:	<u>Insertaciones de material cuarcefero en el horizonte A</u> <u>Presencia de material consolidado de tipo cuarcefero con Profundidades de 60 cm.</u> <u>Suelos con predonderancia de tipo coluvial</u> <u>Pedregosidad superficial media, pendiente, profundidad</u>
Nombre del prospector:	NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha	12/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	11	Nombre del suelo:	Acrapampa	Serie:	Acrapampa	Fase:	Ligeramente inclinado
------------	-----------	-------------------	------------------	--------	------------------	-------	------------------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola- forestal	Soil Taxonomy: oxisol
----------------	---	------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:	T° prom. Anual 15	Precipitación 650
------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------	--------	--------------------------	--------------------------

Vegetación	Cultivos: Avena, trigo, cebada, eucalipto	Natural	Molle, tara, cabuya, suncho, cactus, chamana, ambrancay
------------	--	---------	---

Material madre:	Muy profundo
-----------------	--------------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	3093	18L	602428	8484910
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	40	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado	No uniforme	
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

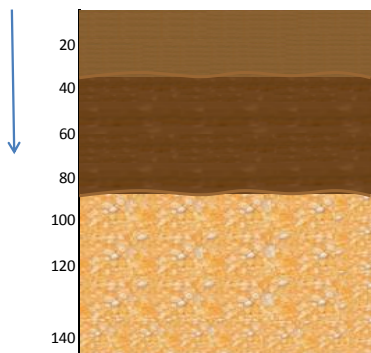
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Acrapampa**

Perfil N° : **11**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raices	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	35	gradual	ondulada	10YR (5/4)	10YR (3/3)	granular	media	moderado	ligeramente duro	friable	no adhesivo	---	no	no	no	no	fasciculada escasa	no
B	>60	gradual	ondulada	10YR (4/4)	10YR (3/6)	prismatica	gruesa	fuerte	duro	firme	adhesivo	---	no	no	no	si	pivotante escasa	galerias
C	muy profundo																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones: Horizonte B: moteados de color grisáceo y amarillento. _____ _____ _____
Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha 12/08/2016

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	12	Nombre del suelo:	Llinkapata	Serie:	Llinkapata	Fase:	Inclinado
------------	-----------	-------------------	-------------------	--------	-------------------	-------	------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola- forestal	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Clima:
Departamento: AYACUCHO Provincia: VICTOR FAJARDO Distrito: COLCA	T° prom. Anual 15 Precipitación 650

Vegetación	Cultivos: Miaz, trigo, cevada, quinua, eucalipto Natural Molle, tuna, huarango, chamana, retama, cabuya, dodonea, cactus, gramíneas.
------------	--

Material madre:	Muy profundo
-----------------	--------------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	---

Altitud(msnm):	2934	18L	601404	8485300
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	50	Distrib de la humedad	seco	fresco Uniforme	Humedo	Mojado	No uniforme	
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

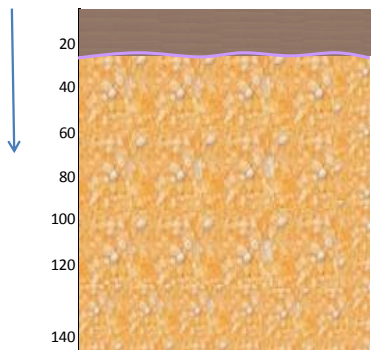
FICHA EDAFOLOGICA

Nombre del suelo: **Llinkapata**

Perfil N° : **12**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raices	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	25	abrupta	ondulada	7.5YR (6/2)	7.5YR (3/4)	granular	fina	debil	suelto	suelto	no adhesivo	---	escasa	sedimento de suelo coluvial	no	no	fasiculada abundante	no
C	> 25																	

cm Diagrama de perfil



<p>Observaciones:</p> <p>Por debajo de los 25 cm de profundidad, suelo con sedimento grueso por considerarse suelo coluvial. No es un Horizonte.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Nombre del prospector: NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA</p>
<p>Fecha 12/08/2016</p>

TARJETA DE CAMPO

N° Perfil:	13	Nombre del suelo:	Nampallqariq	Serie:	Nampallqariq	Fase:	Inclinado
------------	-----------	-------------------	---------------------	--------	---------------------	-------	------------------

Clasificación:	Capacidad de uso mayor: Agrícola- forestal	Soil Taxonomy: Inceptisol
----------------	---	----------------------------------

Ubicación:	Departamento: AYACUCHO	Provincia: VICTOR FAJARDO	Distrito: COLCA	Clima:	T° prom. Anual 15	Precipitación 650
------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------	--------	--------------------------	--------------------------

Vegetación	Cultivos: Miaz, palto, durazno	Natural: Tuna, huarango, cabuya, molle, cactus
------------	---------------------------------------	---

Material madre:	Muy profundo
-----------------	--------------

Fisiografía:	Relieve: Normal Subnormal pronunciado Concavo Ligeramente inclinado
--------------	--

Altitud(msnm):	2609	18L	599825	8486001
----------------	------	-----	--------	---------

Napa freatica:	muy profunda
----------------	--------------

Pendiente (Clases)	1 Llano 0 - 2 %	2 Suavement inclinado 2 - 6 %	3 Inclinado 6 - 13 %	4 Moderadam escarpado 13 - 25%	5 Escarpado 25 - 55%	6 Muy escarpado > 45%	Drenaje (Clases)	G Muy pobre	F Pobre	E Imperfecto	D Moderado	C Bueno	B Algo excesivo	A Excesivo
Escurrimiento (Grados)	0 Estancado	1 Muy lento	2 Lento	3 Medio	4 Rapido	5 Muy rapido	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo 0	Inundacion ligera 1	Inundacion moderada 2	Inundacion severa 3	Inunacion extrema 4		
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre 0	Moderado 1	Pedregoso 2	Muy pedregoso 3	Extremad pedregoso 4	Cobertura vegetal (%)	50	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado	No uniforme	
Salinidad o sodicidad	Libre 0	Ligera 1	Moderada 2	Fuerte 3	Permeabilidad (Clase) cm/hora	menor a 0.125 Muy lento	0.125 - 0.5 Lento	0.5 - 2.0 Moder lento	2.0 - 6.25 Moderado	5.0 - 12.5 Moderada rápido	12.5 - 25.0 Rápido	Más de 25.0 Muy Rapido		
Erosion (Grado)	1 Muy ligera	2 Ligera	3 Moderada	4 Severa	5 Extrema	Uso de la tierra	A Agricola	P Pastos	F Forestal	B Bosque	S Silvicultura	M Miscelaneo	C Permanente	X Protección

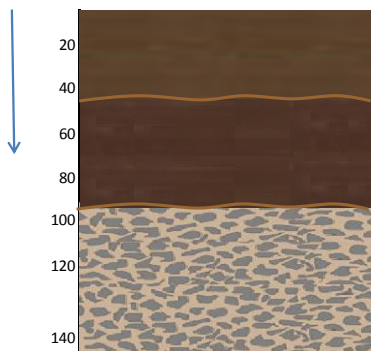
FICHA EDAFOLÓGICA

Nombre del suelo: **Nampallqariq**

Perfil N° : **13**

Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO ₃	Concreciones	Barnices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Tipo	Clase	Grado	Seco	Húmedo	Mojado							
A	45	gradual	ondulada	10YR (4/2)	7.5YR (3/2)	granular	gruesa	fuerte	duro	friable	no adhesivo	---	escasa	no	no	no	pivotante abundante	no
B	50	gradual	ondulada	7.5YR (4/2)	10YR (2/1)	blocosa	gruesa	fuerte	muy duro	firme	poco adhesivo	---	escasa	si abundante	no	no	pivotante escasa	no
C	muy profunda																	

cm Diagrama de perfil



Observaciones:	<hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>
Nombre del prospector:	NELSON ANIBAL VILCATOMA RIVERA
Fecha	12/08/2016

ANEXO 03.

Cuadro a.2. Rendimientos relativos (Rr) de materia seca en 13 zonas agrícolas de las localidades de Colca y Quilla

ZONA AGRÍCOLA 01

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.074	0.047	0.079	0.067	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.067	0.089	0.092	0.083	124.00
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.368	0.323	0.322	0.338	506.50
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.209	0.218	0.257	0.228	81.53
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.226	0.300	0.264	0.263	395.00
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.103	0.116	0.089	0.103	36.71
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.287	0.255	0.207	0.250	89.27
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.266	0.298	0.275	0.280	100.00

ZONA AGRÍCOLA 02

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.117	0.083	0.119	0.106	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.159	0.202	0.189	0.183	172.41
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.146	0.184	0.119	0.150	140.75
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.342	0.335	0.316	0.331	111.07
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.151	0.128	0.109	0.129	121.63
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.207	0.190	0.226	0.208	69.69
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.163	0.112	0.174	0.150	50.22
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.316	0.308	0.270	0.298	100.00

ZONA AGRÍCOLA 03

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.090	0.102	0.109	0.100	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.107	0.143	0.119	0.123	122.59
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.112	0.092	0.121	0.108	107.97
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.272	0.281	0.292	0.282	71.25
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.069	0.087	0.070	0.075	75.08
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.114	0.152	0.145	0.137	34.65
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.112	0.085	0.095	0.097	24.62
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.399	0.359	0.428	0.395	100.00

ZONA AGRÍCOLA 04

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.148	0.144	0.143	0.145	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.200	0.170	0.151	0.174	119.77
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.325	0.361	0.331	0.339	233.79
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.460	0.446	0.443	0.450	106.81
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.200	0.145	0.184	0.176	121.61
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.183	0.225	0.239	0.216	51.23
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.350	0.245	0.310	0.302	71.65
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.385	0.474	0.404	0.421	100.00

ZONA AGRÍCOLA 05

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.053	0.064	0.057	0.058	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.100	0.070	0.095	0.088	152.30
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.177	0.145	0.152	0.158	272.41
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.335	0.266	0.286	0.296	117.33
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.091	0.076	0.089	0.085	147.13
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.116	0.104	0.134	0.118	46.83
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.160	0.187	0.169	0.172	68.25
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.211	0.278	0.267	0.252	100.00

ZONA AGRÍCOLA 06

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.097	0.158	0.126	0.127	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.138	0.151	0.185	0.158	124.41
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.238	0.238	0.221	0.232	182.94
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.254	0.235	0.300	0.263	73.06
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.131	0.090	0.200	0.140	110.50
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.173	0.174	0.181	0.176	48.89
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.244	0.300	0.271	0.272	75.46
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.372	0.345	0.363	0.360	100.00

ZONA AGRÍCOLA 07

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.184	0.241	0.148	0.191	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.346	0.399	0.333	0.359	188.13
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.229	0.181	0.214	0.208	108.90
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.439	0.381	0.418	0.413	84.74
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.231	0.244	0.140	0.205	107.33
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.271	0.278	0.385	0.311	63.93
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.227	0.256	0.220	0.234	48.12
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.479	0.504	0.478	0.487	100.00

ZONA AGRÍCOLA 08

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.277	0.239	0.333	0.283	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.355	0.322	0.343	0.340	120.14
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.238	0.220	0.288	0.249	87.87
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.612	0.530	0.502	0.548	97.22
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.289	0.212	0.272	0.258	91.05
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.437	0.416	0.350	0.401	71.14
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.300	0.334	0.311	0.315	55.88
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.538	0.645	0.508	0.564	100.00

ZONA AGRÍCOLA 09

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.476	0.432	0.461	0.456	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.610	0.557	0.601	0.589	129.15
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.390	0.464	0.445	0.433	94.89
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.689	0.517	0.648	0.618	103.46
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.472	0.400	0.515	0.462	101.31
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.699	0.613	0.619	0.644	107.76
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.500	0.450	0.440	0.463	77.57
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.471	0.621	0.700	0.597	100.00

ZONA AGRÍCOLA 10

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.194	0.217	0.197	0.203	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.269	0.260	0.336	0.288	142.27
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.292	0.293	0.309	0.298	147.04
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.446	0.364	0.568	0.459	87.99
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.215	0.275	0.240	0.243	120.07
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.361	0.307	0.334	0.334	63.98
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.361	0.306	0.323	0.330	63.22
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.489	0.577	0.500	0.522	100.00

ZONA AGRÍCOLA 11

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.049	0.036	0.046	0.044	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.074	0.054	0.051	0.060	136.64
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.021	0.018	0.026	0.022	49.62
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.343	0.378	0.386	0.369	87.79
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.034	0.028	0.027	0.030	67.94
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.072	0.063	0.035	0.057	13.48
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.059	0.096	0.051	0.069	16.34
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.442	0.390	0.429	0.420	100.00

ZONA AGRÍCOLA 12

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.069	0.079	0.083	0.077	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.224	0.267	0.169	0.220	285.71
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.103	0.111	0.126	0.113	147.19
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.297	0.329	0.320	0.315	69.41
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.069	0.109	0.073	0.084	108.66
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.215	0.200	0.202	0.206	45.27
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.092	0.084	0.150	0.109	23.92
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.468	0.437	0.458	0.454	100.00

ZONA AGRÍCOLA 13

Tratam.	Factores			Descrip.	Nivel de Fertilización (kg.ha ⁻¹)			Rendimiento materia seca (g)				Rend. Relativo (%)
	X1	X2	X3		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	r1	r2	r3	Prom.	
T1	-2	-2	-2	T	0	0	0	0.220	0.219	0.222	0.220	100.00
T2	2	-2	-2	+N	300	0	0	0.392	0.347	0.382	0.374	169.59
T3	-2	2	-2	+P	0	250	0	0.322	0.248	0.190	0.253	114.98
T4	2	2	-2	-K	300	250	0	0.496	0.490	0.522	0.503	99.21
T5	-2	-2	2	+K	0	0	200	0.214	0.187	0.147	0.183	82.90
T6	2	-2	2	-P	300	0	200	0.384	0.297	0.410	0.364	71.78
T7	-2	2	2	-N	0	250	200	0.263	0.312	0.300	0.292	57.57
T8	2	2	2	C	300	250	200	0.497	0.474	0.549	0.507	100.00