

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA.



**“DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS AGRICOLAS
DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, HUAYLAS - ANCASH - 2020”.**

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

Presentado por:

Bach: RÓMULO PERCY SIFUENTES MAGUIÑA

Asesor:

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO

HUARAZ, PERÚ

2020





UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agronomía **SIFUENTES MAGUIÑA RÓMULO PERCY**, denominada: "**DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, HUAYLAS- ANCASH 2020**", Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 08 de Mayo de 2023.

Ph.D JUAN FRANCISCO BARRETO RODRÍGUEZ

PRESIDENTE

Mg.Sc. SANDRA ELIZABETH SORIA ALBINAGORTA

SECRETARIO

Ing. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN

VOCAL

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO

ASESOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).





UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYAN TELLEJAN 983 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERU



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada "DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, HUAYLAS-ANCASH 2020", presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomía SIFUENTES MAGUIÑA RÓMULO PERCY, y sustentada el día 08 de mayo del 2023, con Resolución Decanatural N° 196-2023 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 08 de mayo de 2023.

Ph.D JUAN FRANCISCO BARRETO RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

Mg. Sr. SANDRA ELIZABETH SORIA ALBINAGORTA
SECRETARIO

Ing. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN
VOCAL

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
ASÉSOR



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:
"DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE
PUEBLO LIBRE, HUAYLAS - ANCASH 2020"

Presentado por: Sifuentes Maguiña Romulo Percy

con DNI N°: 32380742

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

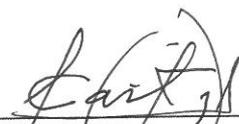
Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de :19%..... de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 08/02/2023


FIRMA
Apellidos y Nombres: Castillo Romero Guillermo
DNI N°: 31629724

Se adjunta:
1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

“DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS AGRICOLAS DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, HUAYLAS - ANCASH - 2020”.

AUTOR

RÓMULO PERCY SIFUENTES MAGUIÑA

RECUENTO DE PALABRAS

24372 Words

RECUENTO DE CARACTERES

115991 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 27, 2023 12:55 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 27, 2023 12:57 PM GMT-5

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

A dios por darme la vida y salud, a mi familia por ser mi apoyo en cada circunstancia de mi vida, a los docentes de la Facultad de Ciencia Agrarias por ser mis guías y compartir sus conocimientos durante mi formación como profesional, a mis amigos y compañeros de estudio por compartir muchas experiencias y conocimientos a lo largo de la etapa de estudio universitario.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo institución donde me forme profesionalmente y como persona, a los docentes, amigos y a toda comunidad de la Facultad de Ciencias Agrarias por haber sido parte de mi vida universitaria, a mi familia por su apoyo en cada momento y a mi patrocinador, el Dr. Guillermo Castillo

Romero por orientarme en la elaboración del trabajo de tesis.

LISTA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
LISTA DE CONTENIDO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE ANEXO.....	VII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
Antecedentes.....	3
Bases teóricos.....	5
Aspectos generales del suelo	5
Fertilidad del suelo	6
Diagnóstico de la fertilizacion.....	6
Tipos de fertilidad.....	7
Propiedades del suelo	8
Elementos esenciales en el suelo.....	16
Metodo para determinar la fertilidad de suelos	21
Definición de término.....	23
III. MATERIALES Y METODOS.....	24
Descripción general del área de estudio.....	24
Materiales.....	25
Método de estudios.....	29
Tipo de investigación	29
Diseño de la investigación.....	29
Parámetros evaluados.....	30
Procedimiento del trabajo de investigación	31
Etapa preliminares	31
Etapa de campo.....	31
Etapa de gabinete.....	32
Etapa final de gabinete	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
Resultados de los parámetros físicos.....	35
Color de los suelos agrícolas	35
Textura de los suelos agrícolas.....	37
Estructura de los suelos agrícolas.....	39
Densidad aparente de los suelos agrícolas.....	40

Densidad real de los suelos agrícolas	42
Porosidad de los suelos agrícolas.	42
Resultados de los parámetro quimicos.....	44
pH de los suelos agrícolas	44
Materia orgánica de los suelos agrícolas	46
Nitrógeno total de los suelos agrícolas	48
Fósforo de los suelos agrícolas.....	50
Potasio (K) de los suelos agrícolas.....	52
Conductividad eléctrica (C.E) de los suelos agrícolas	54
Capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos agrícolas	55
Aniones solubles.....	56
Análisis de los propiedades físicas y químicas por sectores	57
Resultado de fertilidad natural.....	60
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. RECOMENDACIONES.....	64
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	65
VIII. ANEXO.....	72

Índice de tabla

<i>Tabla 1 Clasificación de la porosidad del suelo.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2 Clasificación de la densidad real (Dr.)</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3 Parámetro de densidad aparente ideal para crecimiento de plantas.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 4 Parámetro de materia orgánica.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 5 Parámetro de pH.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 6 Parámetro de conductividad eléctrica.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 7 Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 8 Parámetro de fertilidad del fósforo</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 9 Parámetro de fertilidad del potasio.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 10 Cuadro metodológico.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 11 Parámetros de densidad aparente en relación a las texturas.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 12 Densidad aparente (Da) valor mínimo, máximo y promedio</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 13 Datos biométricos de color del suelo.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 14 Colores de suelos por sectores</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 15 Área de colores de suelos en % y ha.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 16 Datos biométricos de textura y estructura de suelos</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 17 Textura de suelos por sectores.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 18 Área de clases texturales de suelos en % y ha.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 19 Estructura de los suelos por sectores</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 20 Área de clases de estructurales de los suelos en % y ha</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 21 Datos biométricos de Da, Dr. y porosidad.....</i>	<i>78</i>

Tabla 22 Valores de densidad aparente.....	80
Tabla 23 Valores de densidad real.	80
Tabla 24 Clave de clasificación de porosidad.....	80
Tabla 25 Porosidad de los suelos por sectores.....	81
Tabla 26 Área de porosidad de los suelos en % y ha	81
Tabla 27 Datos biométricos de pH de los suelos.....	81
Tabla 28 Clave de clasificación de pH de los suelos.....	83
Tabla 29 pH de los suelos por sectores.....	83
Tabla 30 Área de pH de los suelos en % y ha.....	84
Tabla 31 Datos biométricos de MO, Nt, P, K y CE.	84
Tabla 32 Clave de clasificación de MO.	86
Tabla 33 MO de los suelos por sectores	86
Tabla 34 Área de MO de los suelos en % y ha	86
Tabla 35 Clave de clasificación de Nt.	87
Tabla 36 Nt. de los suelos por sectores.....	87
Tabla 37 Área de Nt. de los suelos en % y ha.....	88
Tabla 38 Clave de clasificación del fósforo.....	88
Tabla 39 Fósforo de los suelos por sectores.....	88
Tabla 40 Área de fósforo de los suelos en % y ha	89
Tabla 41 Clave de clasificación del potasio	89
Tabla 42 Potasio de los suelos por sectores	89
Tabla 43 Área de potasio de los suelos en % y ha.....	90
Tabla 44 Clave de clasificación de la conductividad eléctrica	90
Tabla 45 Valores de CE de los suelos.....	90
Tabla 46 Datos biométricos de CIC.....	91
Tabla 47 Clave de clasificación del CIC.	92
Tabla 48 CIC de los suelos por sectores.....	93
Tabla 49 Área de CIC de los suelos en % y ha.....	93
Tabla 50 Datos biométricos de aniones.....	93

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama textural de USDA.....	9
Figura 2 Ubicación del área de estudio	24
Figura 3 Colores de los suelos agrícolas por sector.....	35
Figura 4 Colores de los suelos agrícolas del área total.....	36
Figura 5 Textura de los suelos agrícolas por sectores.....	37
Figura 6 Textura de los suelos agrícolas del área total.....	38
Figura 7 Estructura de los suelos agrícolas por sectores	39
Figura 8 Tipo de estructura de los suelos agrícolas del área total.....	40
Figura 9 Densidad real (D_r) de los suelos agrícolas	42
Figura 10 Porosidad (%) de las áreas agrícolas por sectores.....	43
Figura 11 Porosidad (%) de los suelos agrícolas en el área total.....	44
Figura 12 pH de los suelos agrícolas por sectores	45
Figura 13 pH de los suelos agrícolas del área total.....	46
Figura 14 Materia orgánica de los suelos agrícolas por sectores.....	47

Figura 15 Materia orgánica de los suelos agrícolas del área total	48
Figura 16 Nitrógeno total (Nt) de los suelos agrícolas por sectores	49
Figura 17 Nitrógeno total (Nt) de los suelos agrícolas del área total	50
Figura 18 Fósforo (ppm) de los suelos agrícolas por sectores	51
Figura 19 Fósforo (ppm) de los suelos agrícolas del área total	52
Figura 20 Potasio (ppm) de los suelos agrícolas por sectores.....	53
Figura 21 Potasio(ppm) de suelos agrícolas del área total	54
Figura 22 Conductividad eléctrica (ds/m) de los suelos agrícolas del área total.....	54
Figura 23 CIC (meg/100g) de los suelos agrícolas por sectores	55
Figura 24 CIC (meg/100g) de los suelos agrícolas del área total	56
Figura 25 Valor de iones totales de los suelos agrícolas	57
Figura 26 Sectorización de la zona de estudio	58
Figura 27 Fertilidad natural por sectores.....	61
Figura 28 Fertilidad natural de los suelos agrícolas del área total	62
Figura 29 Clave de colores de suelos identificados	73
Figura 30 Texturas de suelos identificadas	76
Figura 31 Estructura de suelo identificadas.....	77
Figura 32 Valores de los iones de los suelos.....	95
Figura 33 Reconocimiento del área de estudio	102
Figura 34 Vista panorámica 1	102
Figura 35 Vista panorámica 2	102
Figura 37 Rotulado de muestra	103
Figura 36 Muestreo	103
Figura 38 Proceso de determinación de la textura	103
Figura 39 Pesado de muestras.....	103
Figura 41 Determinado el pH.....	104
Figura 40 Determinando el P	104
Figura 42 Área de estudio	104

Índice de anexo

Anexo 1. Datos biométricos y cálculos.....	72
Anexo 2. Resultado de laboratorios del análisis de suelos	96
Anexo 3. Panel fotográfico.....	102
Anexo 4. De mapas.....	104

RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en el distrito de Pueblo Libre, provincia de Huaylas - Ancash; con el objetivo de diagnosticar la fertilidad de los suelos agrícolas; siendo el área total de estudio 4648.71 hectáreas. El tipo de investigación es aplicada, a nivel descriptivo, con un diseño no experimental transversal ya que se busca solucionar los problemas de fertilidad, mediante el diagnóstico que consistió en describir las características físicas y químicas de las muestras de suelos recolectadas de los diferentes sectores. De donde se concluye que en el sector bajo los suelos son de textura franco arcilloso, pH ligeramente alcalino (4.18 a 7.749), MO de nivel medio (de 2 a 4 %), fósforo (P) de nivel alto (> a 14 ppm) y el CIC de nivel alto (12 a 20 meq/100g). En cuanto en el sector medio presenta suelos de texturas francos, pH moderadamente ácidos (5.58 a 6.28), MO de nivel bajo (< a 2 %), fósforo (P) de nivel alto y el CIC de nivel medio (8 a 12 meq/100g). Mientras el sector alto presenta suelos de textura franco arenoso arcilloso, pH moderadamente ácidos, MO de nivel bajo, fósforo (P) de nivel medio (de 7 a 14 ppm) y el CIC de nivel medio. En los tres sectores el potasio (K) se encuentra en niveles bajos (< a 100 ppm), el nitrógeno total (Nt.) es de nivel medio (0.096 a 0.126 %), la porosidad es baja (< a 2.4g/cm³), la conductividad eléctrica (CE) es baja (< a 0.2ds/m) considerada libre de salinidad, los iones solubles presentes son el cloruro (Cl⁻), sulfato (SO₄⁼) y los carbonatos (CO₃⁼) son casi nulos. Así mismo del diagnóstico de fertilidad natural se clasificó en dos grupos, el de nivel medio que abarca 271.87 ha; que representa el 5.8 % siendo la de menor área. Mientras el nivel bajo presenta 4376.85 ha siendo el de mayor área la cual representa el 94.2 % del área total.

Palabras clave: Diagnóstico, fertilidad y suelo agrícola.

ABSTRACT

The research work was carried out in the district of Pueblo Libre, province of Huaylas - Ancash; with the objective of diagnosing the fertility of agricultural soils; being the total study area 4648.71 hectares. The type of research is involved, at a descriptive applied, with a cross-sectional non-experimental design since it seeks to solve fertility problems, through the diagnosis that consisted of describing the physical and chemical characteristics of the soil samples collected from the different sectors. From where it is concluded that in the lower sector the soils have a clay loam texture, slightly alkaline pH (4.18 to 7.749), medium level MO (from 2 to 4 %), high level phosphorus (P) (> 14 ppm) and the CIC of high level (12 to 20 meq/100g). As for the middle sector, it presents soils with loamy textures, moderately acidic pH (5.58 to 6.28), low level MO (< 2 %), high level phosphorus (P) and medium level CIC (8 to 12 meq /100g). While the upper sector presents soils with a clayey sandy loam texture, moderately acidic pH, low level MO, medium level phosphorus (P) (from 7 to 14 ppm) and medium level CIC. In the three sectors, potassium (K) is at low levels (< 100 ppm), total nitrogen (Nt.) is medium (0.096 to 0.126 %), porosity is low (< 2.4g/cm³), the electrical conductivity (CE) is low (< 0.2ds/m) considered free of salinity, the soluble ions present are chloride (CL⁻), sulfate (SO₄⁼) and carbonates (CO₃⁼) are almost nil. Likewise, the diagnosis of natural fertility was classified into two groups, the medium level that covers 271.87 ha; which represents 5.8 % being the one with the smallest area. While the lower level presents 4376.85 ha, being the one with the largest area, which represents 94.2 % of the total area.

Key word: Diagnosis, fertility and agricultural soil

I. INTRODUCCIÓN

Los altos rendimientos en la agricultura son el resultado de múltiples factores, siendo el suelo uno de los más relevantes, lugar donde ocurren muchos procesos físicos, químicos y biológicos de la cual depende la actividad productiva.

Es así que el diagnóstico de fertilidad cobra importancia dentro del proceso productivo, ya que nos permite saber la situación en la que se encuentra los suelos con fines agrícolas. Mediante la cual se puede conocer las características del suelo entre ellos las propiedades físicas (estructura, textura, color densidad, etc.), químicas (pH, materia orgánica (MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE), etc.) y biológicas (organismos vivos del suelo); las cuales tienen una estrecha relación con la fertilidad del suelo.

El uso constante de los suelos agrícolas y de manera convencional, vienen generando el desgaste de los suelos. Así mismo el aporte de nutrientes naturales vienen disminuyendo progresivamente, en muchos de los casos no cubren las necesidades de los cultivos en consecuencia se obtiene bajos rendimientos. Es por ello que para suplir la necesidad del cultivo el agricultor viene incorporando la fertilización sintética; sin embargo, su eficiencia depende de las propiedades del suelo las que no se toman en cuenta o se desconoce. esto a su vez ocasiona el incremento del costo de producción, además contribuye a la degradación de los suelos mediante la erosión.

Ante los problemas detalladas previamente el diagnóstico de fertilidad es una herramienta que se emplea en solucionar problemas de deficiencias de nutrientes del suelo; para mejorar el manejo de los suelos y los rendimientos de cosechas. Además, nos permite generar información para evaluar y efectuar la instalación de un cultivo según las características que tiene el suelo.

En tal sentido la finalidad del presente trabajo de investigación realizado en las áreas agrícolas del distrito de Pueblo Libre, es de diagnosticar la fertilidad de los suelos, la cual proporciona información que permite mejorar las condiciones nutricionales del suelo mediante el manejo, el uso según su fin y de manera indirecta mejora los rendimientos de cultivos, ingresos económicos del agricultor. Además, permite disminuir la degradación de los suelos y el impacto ambiental.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas del distrito de Pueblo Libre, Huaylas – Ancash 2020.

Objetivos Específicos

- Calificar el nivel de fertilidad del suelo del ámbito de intervención.
- Interpretar mediante gráficos los resultados de análisis de suelos.
- Realizar el mapa de fertilidad del área de estudio.

II. REVISION DE LITERATURA

Antecedentes

Dentro de la actividad agrícola es importante diagnosticar la fertilidad de los suelos tanto para mejorar su manejo y por ende obtener mayores beneficios en las cosechas. Es así que muchos investigadores vienen desarrollan trabajos relacionadas a la fertilidad del suelo tal como se presenta en lo siguiente:

En el trabajo denominado “Diagnostico de la fertilidad de los suelos con fines agricolas de la comunidad campesina de Pampacancha-distrito y provincia de Recuay-Ancash”. Ardiles (2019) llegó concluir lo siguiente:

Que en los 13 sectores estudiados presentaron una fertilidad baja, donde las clases texturales predominantes encontradas son los Franco Arenosa, el contenido de materia orgánica baja en promedio de 1.522 %; el fósforo (P) disponible aun nivel bajo en promedio de 7.00 ppm, en caso del potasio (K) el promedio es de 71.037 ppm considerado bajo y el pH considerado acido en promedio de 4.65. (p. 59).

En el distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas - Región Ancash, los elementos mayores disponibles de los suelos se encuentran en promedio de la zona alta, media y baja: % Nitrogeno (N) total: 0.11.06, fósforo (P) disponible (ppm): 17.11, potasio(K) y los cationes cambiabiles: calcio (Ca) (meq / 100 g): 7.53 y magnesio (Mg) meq / 100 g): 1.15. (Cotos, 2018, p. 88).

En la caracterización de la fertilidad de los suelos con fines agrícolas del distrito de Huata provincia de Huaylas.

La textura de los suelos predominantes son las textura franco arcillo arenoso; así mismo presentan una textura ligera consideradas franco a franco arenoso como el caso de los suelos de Huata medio, Huata bajo y Ranca bajo. Los suelos en general tienen un pH ligeramente alcalian a neutro, por otro lado la materia orgánica (MO) y el rango de nitrógeno total se encuentran a un nivel bajo o pobre. En en cuanto fósforo (P) disponible los niveles son intermedios y en algunos casos son ricos, mientras el potasio (K) va desde pobre a medianamente rico, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) se encuentran a niveles medianamente altos lo cual indica una relativa fertilidad potencial, en cuanto al catión calcio presenta niveles que van de medios a altos y el magnesio también se encuentra a niveles medios. (Alba 2016, p. 37).

En el trabajo denominado “Evaluación del Índice de disponibilidad de elementos nutritivos a diferentes niveles de altitud en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash”. Mendoza (2017) determino lo siguiente:

Los suelos de tres sectores de la altitud, donde la fertilidad física es adecuado, presentaron texturas franco arcillo arenoso y franco arenoso, los valores de densidad aparente son bajos indicador que los suelos ligeros.

En cuanto las propiedades químicas se determinó que en relación al pH los suelos son ligeramente ácidos y neutros, el contenido de Materia Orgánica son muy bajos; mientras el contenido de nitrógeno y potasio en los tre sectores es bajo y el caso del macronutriente fósforo el contenidos más elevados es en el intermedio por encima de la altitud alta y baja. (p. 60).

Los suelos pertenecientes a la serie Huaylas están localizados entre los 2,900 y 3,200 m.s.n.m; químicamente, son suelos de naturaleza fuertemente acida variando a ligeramente acida (pH 5.1 - 6.5), los niveles de materia orgánica en la porción superior del perfil varían entre media y alta , el nitrógeno se encuentra medianamente expresado. El fósforo es el macronutriente que se encuentra en niveles bajas; en cambio, el potasio aparece en cantidades muy altas. (ONERN 1973, p. 67).

Bases teóricas

Aspectos generales del suelo

El estudio de los suelos y la definición de ella son fundamentales para llegar a comprender sus funciones e interacciones en el ecosistema por lo que se detalla lo siguiente:

El suelo. Silva y Correa (2009) consideran que el “suelo es un componente importante del ambiente donde se desarrolla la vida, es degradable, su recuperación es difícil y toma mucho tiempo para formarse por lo que se considera un recurso natural no renovable”. (p. 15).

Se aplica el término suelo al conjunto de sedimentos “suelos” (no compactos), también conocidos tierras, que se encuentran en la litósfera seca. Y como parte de las actividades agrícolas y medio para la nutrición vegetal, el suelo es un receptor, acumulador y dispensador de nutrientes para las plantas. En este caso los suelos comprendidos por materias biológicas y suelo son de mayor interés. (García et al., 2004, p. 4).

Formación del suelo. Según Dorronsoro (s.f), el “suelo proviene de la roca madre, la cual se altera por la acción de los factores ambientales y en su formación se desarrollan una serie de procesos que transforman el material original hasta darle una morfología y propiedades propias”. (p.2).

De acuerdo López (2005), el suelo es un "ente natural organizado e independiente, con unos constituyentes, propiedades y génesis que son el resultado de la actuación de una serie de factores activos (clima, organismos, relieve y tiempo) sobre un material pasivo (la roca madre)".

Composición del suelo. El suelo está compuesto principalmente por una parte sólida, a ésta se le conoce fase sólida del suelo y está compuesta por arcillas y la otra fracción es de materia orgánica. La fase sólida comprende el 50% del total de suelo. Mientras el 25 % del suelo está ocupado por gases y el 25% restante por agua sobre todo del tipo capilar e higroscópica. (Pereira, 2011, p. 21).

Así mismo Ingaramo et al. (2007) consideran que "el suelo es un sistema abierto, dinámico y onstituido por tres fases. La fase sólida está formada por compuestos inorgánicos (fracción mineral) y orgánicos (materia orgánica,MO) que dejan un espacio de huecos donde se encuentran las fases líquida y gaseosa". (p. 128).

El suelo en la producción agrícola. El suelo en la agricultura es considerada la capa superficial fértil, la cual es aprovechada por las plantas y cumplen la función de sostén y medio donde las plantas crecen y se desarrollan.

Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es el aporte de nutrientes para sustentar el crecimiento de las plantas y este suelo depende de tres los factores fundaménteles que son físico, químico y biológico; todos ellos son de igual de importantes para obtener el nivel de nutrientes necesarios para el cultivo. Cherlinka (2022)

Diagnóstico de la fertilizacion

El manejo de la fertilidad del suelo depende en gran medida de la aplicación de un programa de diagnóstico del estado nutricional. Para los cultivos anuales el diagnóstico se realiza midiendo el potencial del suelo para proveer de nutrientes a las plantas; en

caso de cultivos permanentes el diagnóstico comprende la observación del estado nutrimental de la planta, pero también incluye el suelo y su potencial. El diagnóstico químico de la fertilidad consta en recopilar información del suelo y su potencial para suplir en tiempo y en la forma química de nutrientes que sean aprovechable por el cultivo. (Zhunaula, 2016, p. 14).

Tipos de fertilidad

Fertilidad natural. De acuerdo Calliri (2021), la fertilidad natural es “la riqueza de los suelos vírgenes se percibe como aquella donde existe una sinergia entre la tierra y la vegetación que sustenta, aportando agua y complementos fundamentales para su desarrollo”. (p. 7).

Fertilidad adquirida. “Se considera a los modificación de la fertilidad natural de los suelos de manera momentánea, en la actividad agrícola del hombre donde busca incrementar los rendimientos a través la incorporación de abonos, enmiendas o alguna otra práctica”. (Romero, 2008).

Fertilidad actual. Hace referencia a la fertilidad del suelo en un momento determinado, esta puede ser una fertilidad adquirida o natural.

Fertilidad potencial. Es la capacidad del suelo para mantener su fertilidad natural. Cuando un suelo presenta elevadas cantidades de minerales alterables su fertilidad potencial está asegurada, mientras que la ausencia de ellos pone en riesgo el mantenimiento de la misma. En general, los suelos jóvenes tienen una baja fertilidad actual y una elevada fertilidad potencial, la cual permite el crecimiento y desarrollo de la vegetación e incluso su incremento, mientras que en los suelos viejos ocurre todo lo contrario. (Solís, 2011, p. 28).

Fertilidad física. Se refiere al aporte edafológica que el suelo acondiciona a las raíces de las plantas en relación a las necesidades para crecer, extraer agua, nutrientes y para

que los cultivos expresen su máxima capacidad genética. Así mismo la fertilidad física es natural o puede ser desarrollada por el manejo adecuadas del suelos; relacionados con labranza, riego, drenaje y control de salinidad. (Amézquita, 2004, p. 1).

Fertilidad química. Está relacionado con las reacciones del suelo, como la conductividad eléctrica, la capacidad de intercambio catiónico y entre otros procesos que en función a ellos se debe la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Estas propiedades pueden modificarse para realizar una fertilidad. (Felles, 2014, p. 2).

Fertilidad biológica. Es el componente biológico del suelo que influyen sobre el, desde plantas u hongos, hasta bacterias y protozoos, considerando seres vivos de mayor tamaño como, insectos o lombrices. Siendo lo más representativo las microorganismos, son responsables del transporte de agua y nutrientes, así como de reciclar lo que ya no vale. (Cherlinka, 2022).

Propiedades del suelo

Las propiedades hacen referencia a la composición de los suelos. Según Acosta (2007): La identidad de los suelos está dada por las proporciones de los componentes de sus propiedades. Existen muchos tipos de suelo las que son clasificadas taxonómicamente por diferentes investigadores del mundo, basándose principalmente en las características y propiedades de los mismos. Las propiedades se dividen en físicas, químicas y biológicas. (p. 56).

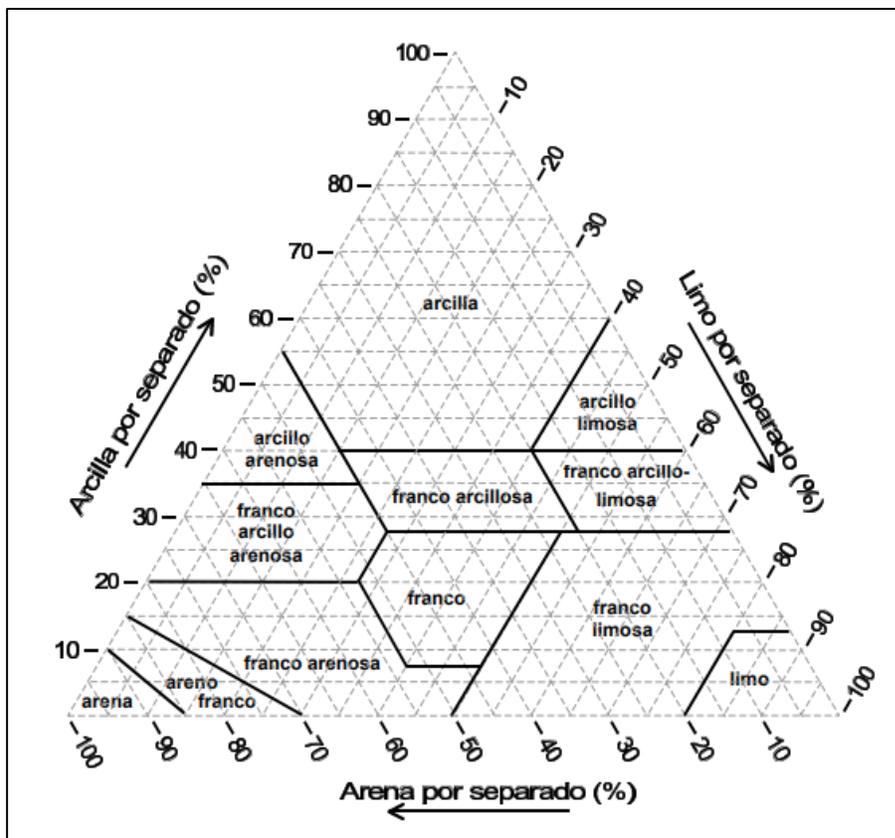
Propiedades físicas del suelo.

Textura. La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula en un volumen de suelo dado y se describe como una clase textural de suelo. De acuerdo al sistema utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se basa a las clases de tamaños de partículas. Así mismo existen muchos

sistemas que describen el tamaño de partículas y las clases texturales usan nombres parecidos pero diferentes fracciones de partículas de arena, limo y arcilla. (FAO, 2009, p. 26).

Figura 1

Diagrama textural de USDA



Fuente: (USDA, 1999)

Estructura. Esta relacionada a la agrupación de las partículas. Noellemeyer et al. (2021): precisan que una buena estructura del suelo reduce la susceptibilidad a la compactación, facilita las labranzas, la siembra y cosecha. Su clasificación se da según el tamaño, la forma, la firmeza, la porosidad y la abundancia relativa de agregados de distintos tamaños. Una buena estructura se caracteriza por presentar friables, finos y porosos; además tienen agregados migajosos, granulares o subangulares y en la estructura pobre

tienen agregados grandes, densos, muy firmes, angulares o laminares, que encajan y empaquetan muy juntos y tienen muy alta resistencia (penetrómetro), además en ella existen escasa presencia de raíces en el interior de los agregados. (p. 24).

Porosidad. Se considera al espacio poroso donde se pueden distinguir macroporos y microporos. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo el medio donde se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macroporos y microporos. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo. (Rucks, et al., 2004, p. 10).

Tabla 1

Clasificación de la porosidad del suelo

Clasificación	Porosidad en %
Muy bajo	< 40
Bajo	40 - 45
Medio	45 - 55
Alto	55 - 65
Muy alta	> 65

Fuente: (Cairo, 1995).

Color. Es una de las características fáciles de determinar, del color del se puede inferir información relacionadas a otras características. También el color se considera como una medida indirecta de otras características o particularidades del suelo, para describir y examinar el suelo se deben considerar el color del perfil completo, así como los horizontes pueden presentar color uniforme o bien variados. (Valdés, 1962, p. 13).

Densidad real. Corresponde a la densidad media de la fase sólida o de las partículas. Para un determinado horizonte, sus valores son constante a lo largo del tiempo por ser independiente de la estructura y la variación de las propiedades de las partículas es insignificante. Para su determinación se utiliza Los valores más frecuentes son los siguientes: Para determinar la densidad real se utiliza el picnómetro, los resultados se da en unidades S.I. expresada en kg m^{-3} . La orientación de las moléculas de agua alrededor de las partículas de arcilla hace que se obtengan valores superiores para ρ_s , se utiliza el agua cuando se trabaja con líquidos no polares. La fase líquida tiene una densidad $\rho_w = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ y la fase gaseosa $\rho_a = 1,3 \text{ kg m}^{-3}$. (Porta et al., 2003, p. 291).

Los valores que toman la densidad real del suelo, varían fuertemente dependiendo de su composición mineralógica, se asume su valor de 2.65 Mg m^{-3} . Sin embargo, la presencia de micas o el óxido de hierro pueden elevar los niveles densidad, alcanzado valores de 2.8 Mg m^{-3} . Mientras el contenido de materia orgánica elevada puede disminuir la densidad real del suelo hasta niveles de 2.2 Mg m^{-3} (Sandoval et al., 2011, p. 48).

Tabla 2

Clasificación de la densidad real (Dr.)

Clasificación	Densidad real (g/cm³)
Muy bajo	< 2.4
Bajo	2.4 - 2.60
Medio	2.60 - 2.80
Alto	> 2.80

Fuente: (Cairo, 1995).

Densidad aparente. La densidad aparente (ρ_b) se define como la masa por unidad de volumen. Este volumen es el que ocupa la muestra en el campo. La densidad aparente

tiene la importancia en cuanto al manejo del suelo, ya que proporciona información sobre la compactación de cada horizonte, y permite inferir las dificultades que se presenta, el enraizamiento y la circulación del agua y el aire. La ρ_b está relacionada con la estructura de una manera directamente y por ello depende de los mismos factores de control. El conocimiento del valor de la densidad aparente es importante para relacionar, un volumen de suelo en el campo y los resultados de los análisis de laboratorio. (Porta et al., 2003, p. 291).

Tabla 3

Parámetro de densidad aparente ideal para crecimiento de plantas

textura	Densidad aparente ideal para crecimiento de raíces (gr/cm³)	Densidad que afecta el crecimiento (gr/cm³)
Arenoso, franco arenoso	<1.6	>1.80
Franco	<1.4	>1.80
Franco arcillo arenoso, franco arcilloso	<1.4	>1.75
Limoso, franco limoso	<1.4	>1.75
Franco arcilloso limoso	<1.4	>1.65
Arcillo arenoso, arcillo limoso, franco arcilloso	<1.4	>1.58
Arcilloso (> 45% arcilla)	<1.1	>1.47

Fuente: (USDA, 2015).

Propiedades químicas del suelo.

Materia orgánica. Está constituida por compuestos que provienen de restos de organismos, ya sea plantas y animales, y sus productos de desecho. La materia orgánica del suelo químicamente es conformada por una serie de compuestos complejos y variables por la constante transformación, desde los restos de seres vivos incorporados

al suelo, hasta la compleja estructura del humus que éstas a su vez sufren procesos de transformación periodos muy extensos. (Céspedes y Millas, 2015, p. 30).

Tabla 4

Parámetro de materia orgánica

MATERIA ORGÁNICA (MO)	
Clasificación	Rango %
Pobre	< 2
Medio	2 a 4
Alto	> 4

Fuente: adaptado de (MIDAGRI, 2022. p. 47).

pH. Es una propiedad química que mide el grado de acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas. Por definición se considera que el pH es el logaritmo negativo de la actividad de los protones (H⁺) en una solución acuosa. ($\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$). El pH es importante porque mide que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, que en función de ello las raíces y los microorganismos toman sus nutrientes del suelo. (Osorio, 2012, p. 1).

Al pH también se lo conoce como “reacción del suelo”, por indicar acidez o alcalinidad del suelo cuando está en contacto con el agua; indicador que se genera en la solución suelo, y condicionado por las reacciones ocurridas por la interacción químicas y biológicas del suelo. Este parámetro mide la concentración del ion Hidrógeno en la solución suelo; con una escala específico que va del 0 al 14 (a mayor valor, menor concentración). Cuando un suelo tiene un pH de 7 se lo considera neutro, con valores mayores (7 a 14) se lo considera alcalino y con valores menores (7 a 0), se lo denomina suelo ácido. (Cremona y Enriquez, 2020, p. 1).

Tabla 5*Parámetro de pH*

Rangos	Clase
Menos de 3.5	Ultra ácida
3.6 - 4.4	Extremadamente ácido
4.5 - 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1 - 5.5	Fuertemente ácido
5.6 - 6.0	Moderadamente ácido
6.1 - 6.5	Ligeramente ácido
6.6 - 7.3	Neutro
7.4 - 7.8	Ligeramente alcalino
7.9 - 8.4	Moderadamente alcalino
8.5 - 9.0	Fuertemente alcalino
Mas de 9.0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: (MIDAGRI, 2022. p. 45).

Conductividad eléctrica. Indica la cantidad de sales presente en el suelo. Las sales son indispensables para las plantas a niveles tolerantes se encuentran en los suelos en cantidades variadas. Sin embargo, un exceso de sales inhibe el crecimiento al afectar el equilibrio suelo y agua. La salinidad de los suelos aparece naturalmente y como resultado del uso y manejo del suelo; las mediciones de conductividad eléctrica detectan la cantidad de cationes o aniones (sales) en solución. Cuanto mayor es la cantidad de aniones o cationes es mayor la lectura de la conductividad eléctrica. Los iones generalmente asociados con salinidad son Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , H^+ (cationes) ó NO_3^- , SO_4^- , Cl^- , HCO_3^- y OH^- (aniones). (USDA, 1999, p. 59).

“La respuesta de la planta a la alta CE, va a depender de la edad, ambiente, manejo y características de la especie”. (Barbaro et al., 2014, p. 8).

Tabla 6*Parámetro de conductividad eléctrica*

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

Fuente: (USDA, 1999)

Capacidad de intercambio catiónico. Es la propiedad química responsable en gran medida de la fertilidad de los suelos. Es el lugar donde se conservan los nutrientes indispensables para las plantas. Esta constituidos por elementos como el potasio, magnesio, calcio, nitrógeno, etc.; estos se solubilizan para formar la solución suelo, manera de donde las plantas lo absorben. Cuantos más sitios de intercambio, mayor será la capacidad de almacenaje de cationes y mayor su disponibilidad para las plantas. (Bueno, 2019, p. 9).

Tabla 7*Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico*

Clasificación	Rango de la CIC (meq/100 g).
Muy bajo	< 4
Bajo	4 - 8
Medio	8 - 12
Alto	12 - 20
Muy alta	> 20

Fuente: (ORNER, 1973).

Propiedades biológicas del suelo.

Esta propiedad está relacionada a todo organismo viviente sobre el suelo. Según Ramírez (1997):

La biología del suelo es la ciencia que se ocupa del estudio de los organismos que de una u otra forma actúan sobre el suelo modificando su composición, su estructura y su funcionamiento. La clasificación de los microorganismos es de acuerdo a su tamaño, macrofauna conformado por organismos visibles efectúan cambios físicos y químicos, está relacionado directamente al suelo; el mesofauna son organismos (ejemplo nematodos) que producen cambios físicos y químicos y el microfauna son los encargados de las transformaciones químicas y físicas, como en el caso de los procesos de mineralización y humificación de la materia orgánica en su mayoría son heterótrofas, saprofitas y algunos autótrofas. (pp. 14 - 15).

Elementos esenciales en el suelo

Macronutrientes. Está formado por macroelementos primarios son los que necesita la planta en cantidades elevadas y cuyo aporte del suelo no son suficiente para satisfacer las necesidades; en este grupo se encuentra el nitrógeno, fósforo y potasio. Así mismo los macroelementos secundarios. Es requerida por las plantas a niveles altas en este caso el aporte del suelo suele ser suficientes para cubrir la demanda; este grupo está conformado por el calcio, azufre y magnesio. (Lopez y Minano, 1998, p. 5).

Nitrógeno (N). Es un elemento nutritivo se presenta de diferentes maneras en el suelo, la forma de absorción por las plantas y microorganismos es como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). El nitrógeno en el suelo se encuentra en los microorganismos bacterias, hongos o nematodos que lo habitan, aunque la cantidad de este es muy baja para la gran cantidad que consumen los cultivos. El nitrógeno es importante para el crecimiento de las plantas,

vigor y da la coloración verde de las hojas. En exceso de este nutriente en un cultivo puede afectar a la maduración, baja la calidad y además debilitar la planta favoreciendo la incidencia de diferentes enfermedades y plagas, son más vulnerables a las lluvias, etc. La deficiencia del mismo se manifiesta con una coloración verde pálido en las hojas y afecta directamente al crecimiento de la planta. (FERTIBOX, 2019)

Fósforo (P). Interbiene en el crecimiento de la planta, considerado como uno de los 17 nutrientes esenciales. Sus funciones no pueden ser cubiertas por ningún otro nutriente y las plantas requieren un nivel adecuado para crecer y para una producción óptima. El fósforo (P) es considerado como nutriente primario, los cultivos requieren cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 % y la forma como las plantas lo toma es como ion orto fosfato primario ($H_2PO_4^-$) y ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}). (Múnera, 2014, p. 4).

Tabla 8

Parámetro de fertilidad del fósforo

FÓSFORO (P)	
Clasificación	Rango (ppm)
Pobre	< 7
Medio	7 a 14
Alto	> 14

Fuente: adaptado de (MIDAGRI, 2022. p. 47).

Potasio (K). Es considerado como macroelemento esencial, su deficiencia en las plantas se manifiesta rápidamente, debido a que las plantas requieren grandes cantidades casi cuatro veces más que el P y casi a la par que el N; también se le considera primario

por intervenir en las funciones primarias de la planta. La forma absorbida por la planta es como ion K^+ , aunque en el suelo y los fertilizantes se expresan en K_2O . Su movilidad en el suelo es medio y en la planta su movilidad es alta. Por lo tanto se lava en suelos arenosos con baja capacidad de intercambio catiónico. (Larriva, 2003, p. 23).

Tabla 9

Parámetro de fertilidad del potasio

POTASIO (K)	
Clasificación	Rango (ppm)
Pobre	< 100
Medio	100 a 240
Alto	> 240

Fuente: adaptado de (MIDAGRI, 2022. p. 47).

Calcio (Ca). Este elemento esencial se almacena en los tejidos como pectato de calcio siendo el mayor constituyente de la laminilla media. interviene en la elongación y división celular, permeabilidad de las membranas y activación de algunas enzimas críticas para el desarrollo. Las dicotiledóneas requieren más que las monocotiledoneas, los contenidos registrados constituyen 0.5 - 2 % de materia seca y de 0.15 -0.5 % respectivamente; el calcio es un catión poco móvil en la planta los síntomas de deficiencia se expresan en los puntos de crecimiento (meristemas). Cuando el nivel de calcio es crítico aumenta en la solución del suelo la concentración de metales como Mg, Mn, Zn llegando a valores tóxicos que también impiden el crecimiento de las plantas. (Andina, 2012, p. 1).

Azufre (S). Su exigencia de azufre por algunos cultivos es alto como el caso de las leguminosas, las crucíferas, etc. Su absorción es a través de las raíces y por las hojas. El

azufre se encuentra en el suelo formando parte de la materia orgánica siendo la más abundante y de ciertos minerales. La transformación del azufre es semejante a la del nitrógeno orgánico. Su deficiencia está relacionada con la carencia del otro; Un buen nivel de calcio en el suelo favorece la descomposición de la materia orgánica y, como consecuencia de ello, la asimilación del azufre. (Cerisola, 2015, pp. 37-38).

Magnesio (Mg). En las plantas se encuentra en niveles inferiores al de Ca (0.15-0.75% de materia seca). Esta nutriente conforma parte de la molécula de clorofila por la que participa en los procesos fotosintéticos. Cumple la función de síntesis de aceites y proteínas y la actividad de enzimática del metabolismo energético. Su deficiencia de Mg es más común que la de Ca, la sintomatología de deficiencia más resaltante es clorosis internerval en las hojas viejas, al ser un elemento móvil en la planta a diferencia del calcio. Es muy común la deficiencia de Mg en suelos arenosos o suelos de baja CIC. (Andina, 2012, p. 1).

En cuanto las funciones enzimáticas el magnesio es parte de los procesos fisiológicos de la planta interviniendo en la fotosíntesis, respiración y síntesis de ADN y ARN y constituyen la molécula de clorofila.

Micronutrientes

Los micronutrientes cumplen funciones complejas en el desarrollo y el aspecto fitosanitario de las plantas. Estos roles incluyen fotosíntesis, síntesis de clorofila, respiración, funciones de las enzimas, formación de hormonas, procesos metabólicos y reducción de nitratos a formas utilizables, división celular y desarrollo y regulan la absorción del agua. Además promueven el crecimiento constante de las plantas, aumentan la producción y la calidad de la cosecha, permite aprovechar al máximo el potencial genético. Así mismo interviene en el desarrollo radicular, en la formación de

frutos, el interior del grano, la viabilidad de la semilla, el vigor y la sanidad de la planta. (Cooper, 2019, p.1).

Los micronutrientes constituyen parte de los nutrientes esenciales, las cuales influyen en procesos enzimáticos y sus requerimientos son en cantidades pequeñas. Entre los micronutrientes importantes se encuentra el boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn). El inadecuado suministro de micronutrientes en el suelo, puede limitar el crecimiento y rendimiento. (Vistoso y Martínez, 2019).

Boro (B). Es esencial para el desarrollo de las plantas. Juega un papel fundamental en la formación del tubo polínico y en la fertilidad del polen. Participa en la síntesis de proteínas y transporte de azúcares. Fortalece la pared celular para dar mayor protección fitosanitaria a la planta. Además, promueve el desarrollo apical en tallo y raíz con la síntesis y regulación de hormonas como las auxinas. Aunque el Boro está presente en un amplio rango de pH del suelo, las cuales causan reducciones importantes en el rendimiento de los cultivos. (Castellanos, 2014, p. 4).

Cobre. Su principal función del cobre en las plantas es intervenir como coenzima en varios sistemas enzimáticos involucrados en formar y convertir aminoácidos. Su movilidad en la planta es media. Su contenido en planta varía de 6 a 25 ppm. Las deficiencias de Cu se dan en suelos con altos contenidos de materia orgánica, donde el Cu es adsorbido con gran intensidad; en suelos muy arenosos es propenso al lavado; en suelos alcalinos, la sobredosificación de cal lo hace deficiente de cobre; y en condiciones de altos niveles de N, P, Mn o Zn. (Castellanos et al., 2005, p. 37).

Hierro. El hierro es un elemento necesario en la síntesis de clorofila, forma parte esencial de la fotosíntesis y la respiración y sirve como un catalizador en la división celular y en los procesos de crecimiento. Forma parte esencial de la ferredoxina, de la

nitrorreductasa, de la nitrogenasa, y es además un activador de muchas otras enzimas. (Castellanos et al., 2005, p. 35).

Manganeso. De acuerdo Álvarez et al. (2003) el “maganeso participa como activador de diferentes enzimas interviniendo en la fotosíntesis y en la reducción de los nitratos”. (p.614).

Asi mismo interviene en el proceso metabólico del ácido orgánico, del fósforo, del nitrógeno y en la síntesis de proteínas y aminoácidos.

Molibdeno. El Molibdeno a niveles adecuados y disponibles influyen en el proceso de fijación ocurrida en el suelo. Tiene una doble función, importante para la planta y para la fijación biológica del nitrógeno, esta ligada a la formación de enzimas que intervienen en las reacciones de formación de la nitrogenasa y nitrato reductasa, responsables de la ruptura del triple enlace $N \equiv N$, y de la asimilación en la fijación. (Melgar, 2011, p. 26).

Zinc. Es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las cantidades de zinc que necesitan las plantas son pequeñas: oscila entre 15 y 20 mg por 1 kg de tejido seco; por tal razón, el zinc es clasificado como un micronutriente. Su función no puede ser suplida por otro elemento ya que participa en el metabolismo de células y partículas. (Amezcuza y Flores, 2017, p. 30).

Metodo para determinar la fertilidad de suelos

El análisis de fertilidad del suelo. Es una técnica aplicada para determinar la composición de los suelos mediante la cual se cualifica y cuantifica. Y dándole valores a los parámetros en estudio.

El análisis de fertilidad de suelo es una práctica donde en una muestra representativa de un terreno se emplea el análisis químico. Esto se lleva a cabo en los laboratorios especializadas donde se obtiene datos de niveles de cada elemento; indicador de la

cantidad de nutrientes disponibles en el suelo para el desarrollo de las plantas. (Schweizer, 2011, p. 7).

Bernier (2000) indica que para la “interpretación del análisis químico con fines de diagnóstico está en función de la disponibilidad de nutrientes. Además, requiere otras informaciones adicionales como los resultados analíticos, el rendimiento y en respuesta aplicar una fertilización de acuerdo a ello”. (p. 7).

Muestreo. Las muestras deben ser tomadas de la siguiente manera:

Para un análisis completo de suelos es suficiente 1 kilogramo de tierra por muestra, pero en algunos casos puede ser menor cantidad siempre en cuando esté libre de piedras. Luego de la recolección de las muestras deben colocarse en bolsas limpias y deben ser etiquetadas. (Garrido, 1994, p. 15).

“En cultivos anuales de 0-20 cm; para forrajes, de 0-15 cm y en caso de frutales o forestales se proponen dos profundidades de muestreo, por la profundidad de sus raíces: de 0-20 cm y de 20-40 cm”. (Schweizer, 2011, p. 13).

El momento y frecuencia de la toma de muestra dependerá según el objetivo que se tenga

Pautasso y Melchiori (2020) precisan si el “objetivo es fertilizar un cultivo, el muestreo deberá realizarse anticipadamente antes de la siembra; pero si el objetivo es conocer la evolución de la fertilidad de un terreno, el muestreo deberá en la misma fecha del año”. (p. 59).

Definición de término

Diagnóstico del suelo. es un procedimiento mediante la cual se genera información detallado sobre el estado situacional de las propiedades del suelo.

Fertilidad del suelo: viene ser la capacidad del suelo en reunir condiciones para sostener y nutrir a las plantas

Suelo agrícola: se le conoce a la superficie de suelos que se caracterizan por poseer buenas propiedades, donde los cultivos crecen y se desarrollen sin dificultades.

Propiedades del suelo: es la forma como está compuesta el suelo, por la propiedades físicas, químicas y biológicas.

III. MATERIALES Y METODOS

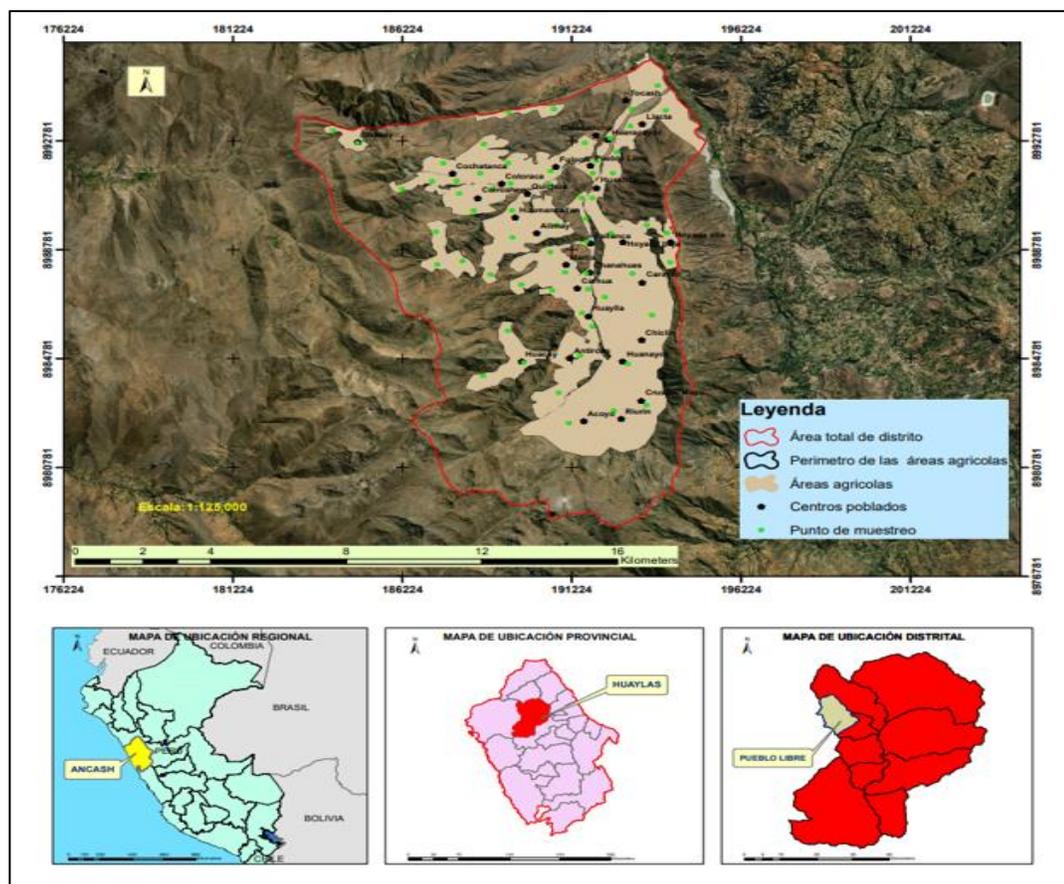
Descripción general del área de estudio

Ubicación del lugar de estudio

El área de estudio se encuentra situado, en el distrito de Pueblo Libre, provincia de Huaylas del departamento de Ancash. (observar mapa de ubicación)

Figura 2

Ubicación del área de estudio



Geográficamente se encuentra ubicado en la latitud: 9° 6' 38" Sur, longitud: 77° 48' 7" Oeste. Tiene como colindantes los distritos de, Huata, Caraz, Pamparomas, la provincia de Yungay y el distrito Matacoto.

La altitud de las áreas de estudios se encuentra entre 2 246 m.s.n.m. siendo la más baja y 4275 m.s.n.m. siendo la parte más alta del área de estudio.

El área de estudio está comprende una superficie de 4648.71 hectáreas (ha), las cuales son para fines agrícolas.

Condición climática.

Las temperaturas. Oscilan entre los 5 a 22 C° teniendo una media de 17 C°.

La precipitación. Anual puede llegar a los 800 mm.

La humedad relativa. En promedio es de 65 % y puede subir en temporada de lluvias.

Vegetación

En el lugar de estudio se cultiva lo siguiente:

Gramíneas. Trigo, cebada y maíz.

Leguminosas. Frijoles, alverja, vainita, habas, holantao y tarwi

Frutales. Palto, arándanos, cítricos

Tuberosas. Papa y oca

Pastos. Alfalfa y chala

Hortalizas: Zanahorias, apio, cilantro, espinaca, etc.

Entre las especies no cultivables se encuentran. El huarango, magueyes, marco, retama, chilca, molle, sauco, sauce, eucaliptos, tunas, cactus, etc.

Materiales

Materiales de campo

- Pico

- Wincha
- Lampa recta
- Barreta
- Bolsas de polietileno
- Costal
- Cinta de seguridad
- Tablero de campo
- Marcador
- Cartel
- Libreta de campo

Equipos de campo

- Cámara fotográfica
- GPS

Materiales, equipos, reactivos e insumos de laboratorio

Materiales

- Embudos
- Tamiz
- Papel filtro
- Matraces Erlenmeyer
- Vasos de precipitación.
- Espátulas
- Baguetas
- Bolsa para muestras

- Molienda para la preparación
- Fiolas de vidrio
- Pipetas
- Probetas
- Tubos de ensayo
- Picetas
- Soporte universal

Equipos

- Balanza analítica
- Espectrofotómetro
- Agitador eléctrico
- Cocina eléctrica
- Absorción atómica
- Dispersador de muestras
- Hidrómetro de Bouyucos.
- Potenciometro
- Destilador de agua
- Estufa
- Desionizador
- Mufla
- Termómetro
- Conductímetro
- Titulador digital

Reactivos

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- Acetato de sodio (CH_3COONa).
- Ácido clorhídrico (HCl).
- Ácido nítrico (HNO_3).
- Ácido acético. ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)
- Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)
- Cloruro de bario ($\text{BaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Cloruro de potasio (KCl)
- Cloruro de estaño ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Cromato de potasio (K_2CrO_4)
- Dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)
- Fenolftaleína
- Rojo de metileno
- Fluoruro de amonio (NH_4F)
- Hidróxido de sodio al 5%
- Hidróxido de amonio (NH_4OH)
- Molibdato de amonio ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$)
- Nitrato de plata (AgNO_3).
- Oxalato de sodio al 4%.
- Pirofosfato de sodio al 5%
- Sulfato ferroso amoniacal ($\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2$)
- Sulfato de potasio (K_2SO_4)

Insumos

- Muestras de suelo
- Agua destilada
- Agua desionizada

Materiales de oficina

- Impresora
- Computadora
- Software ArGis
- Útiles de escritorio

Método de estudios

Tipo de investigación

La investigación planteada es del tipo aplicada al nivel descriptivo.

Aplicada porque busca solucionar los problemas relacionados con la fertilidad de los suelos mediante el diagnóstico de las áreas agrícolas del distrito de Pueblo Libre.

Descriptivo porque se orienta a describir las características físicas y químicas de las diferentes muestras de suelos procedentes de las áreas agrícolas del distrito de Pueblo Libre, tal como son en la realidad.

Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño no experimental transversal, porque se orienta a describir los hechos tal como se encuentran en los diferentes sectores del ámbito de estudio. Además, se dice que es transversal porque los datos se han tomado en un solo periodo de tiempo.

Población o universo

Se considera a las áreas con fines agrícolas del distrito de pueblo libre que abarca 4678.71 ha de extensión que se sitúan entre 2 246 a 4275 m.s.n.m.

Unidad de análisis y muestra

Se considera la unidad de análisis a cada punto de muestreo, de donde se obtuvo 1 kg de suelo y muestra es los 62 puntos de muestreo, las que se obtuvieron de las distintas zonas agrícolas del distrito.

Parámetros evaluados.

Propiedades físicas

Textura: % Arcilla + % Limo + % Arc.

Color

Estructura

Densidad aparente (Da)

Densidad real (Dr)

Porosidad

Propiedades químicas

pH: acidez y alcalinidad

Materia orgánica M.O (%)

Nitrógeno Total Nt (%)

Fósforo P (ppm)

Potasio K (ppm)

Conductividad eléctrica CE (ds/m)

Capacidad de intercambio catiónico CIC (meq /100g)

Aniones (meq / 100g)

Procedimiento del trabajo de investigación

Consistió en cuatro fases la fase preliminar, fase de campo, fase de laboratorio y fase de gabinete. Tal como se puede detallar en el cuadro metodológico.

Tabla 10

Cuadro metodológico

Etapa preliminar	Etapa de campo	Etapa de laboratorio	Etapa de gabinete
Recopilación de información.	Ubicación de punto de muestreo.		Procesamiento de datos.
Elaboración de mapa cartográfico de ubicación y punto de muestreo.	Recolección de muestras por sector. Etiquetado de muestras	Análisis de fertilidad	Elaboración de gráficos. Elaboración de mapas temáticos de propiedades físicas y químicas.

Fuente: propia

Etapa preliminares

Antes de salir a campo se delimito el área de estudio haciendo uso del Software ArcGis donde se identificaron los sectores, las áreas agrícolas y ubicó los puntos de muestreo.

Etapa de campo

Los trabajos en campo consistieron en lo siguiente:

Reconocimiento del lugar. Consistió en reconocer las áreas agrícolas que comprenden los diferentes sectores del distrito.

Ubicación de los puntos de muestreo. Consistió en ubicar los puntos de acuerdo a los sectores y a las coordenadas establecidas en la delimitación de áreas.

Muestreo del suelo. Se acondiciono el lugar de muestreó que consistió en la limpieza de la parte superficial eliminado piedras y restos de cosecha. Seguido se apertura un hoyo a una

profundidad de 20 a 25 cm; de donde de uno de los lados se tomó una tajada uniforme de suelo desde la superficie hasta el fondo del hoyo, la muestra fue depositado en una bolsa.

Recolección de muestras. Para ello se efectuó el muestreo de suelos considerando la distribución de los puntos en los distintos sectores. De donde se adquirió 1 kg de muestra para su respectivo análisis de fertilidad; las cuales fueron rotuladas de acuerdo al lugar de procedencia.

Etapas de gabinete

Consistió en llevar las muestras de suelo, procedentes del campo al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo “UNASAM”, donde se realizaron las siguientes acciones:

Secado de muestra. Se realizó secado de muestras en un lugar con sombra, para evitar cambios químicos.

Tamizado y molido. Las muestras se pasaron por un tamiz de 2 mm; las partículas de grava, rocas, raíces u otras impurezas se eliminaron, consiguiendo una uniformidad de la muestra. Los agregados del suelo o terrones que no pasaron por el tamiz, se molieron en los rodillos con morteros y luego tamizarse nuevamente, hasta que pase toda la muestra.

Determinación de las propiedades físicas

Color. Para la determinación se utilizó la tabla de Munsell, donde se contrastó y identificó. (La muestra se encontró seca).

Estructura. Mediante la observación de las formas de las partículas del suelo.

Textura. Consistió en la aplicación del método del hidrómetro de Bouyoucos, y luego se determinó el % Arcilla, % Limo y % Arena y luego se utilizó el triángulo textural para clasificarlo.

Densidad aparente (D_a). Se determinó por el método de la probeta donde se considera la masa del material seco (M_s) por unidad de volumen total (V_t) de donde se obtuvo el resultado aplicado la formula $\rho_d = M_s / V_t$.

Densidad real (D_r). Se determinó por el método de la fiola donde se consideró la masa de material seco (M_s) por unidad de volumen de la parte sólida del suelo (V_s), es decir, el volumen después de ser excluidos sus espacios vacíos; de donde se obtuvo el resultado aplicado la formula $\rho_s = M_s / V_s$.

La porosidad. Se determinó haciendo uso de los datos de densidad aparente y real y con la aplicación de la siguiente formula: $P\% = (1 - D_a/D_r) \times 100$.

Ph. Se determinó en función a la concentración de iones de hidrogeno (H^+) que se encuentran en una solución acuosa del suelo, mediante el uso del potenciómetro la cual se interpretó en los parámetros acidez y alcalinidad.

Materia orgánica M.O (%). Se utilizó el Método de Walkey and Black.

Nitrógeno Total NT (%). Se estimó del 5% de M.O.

Fosforo P (ppm). Se determinó por el Método de Olsen - modificado, extracción con $NaHCO_3$ 0.5 M, pH: 8.5.

Potasio K (ppm). Mediante la extracción con acetato de amonio ($CH_3 - COONH_4$) N pH: 7.0.

Conductividad eléctrica CE (ds/m). Haciendo uso del conductivímetro.

Cationes cambiables (maq / 100g). Extracción con acetato amonio 1N relación (1:5) dilución con óxido de lantano a Ca y Mg, lectura en absorción atómica, K cationes solubles: extracción con agua destilada y Na relación (1:5) diluido con óxido de lantano (0.1%) 9 ml de muestra por 1ml de lantano a Ca y Mg lectura en absorción atómica. K y Na.

Capacidad de intercambio catiónico CIC (maq /100g). Por la suma de los cationes cambiables.

Aniones solubles:

Cloruros Cl. Método de titulación volumétrica con nitrato de plata.

Sulfatos SO_4^{2-} . Extracción con acetato de amonio 1N, lectura en el equipo de Absorción Atómica.

Etapa final de gabinete

En esta etapa se interpretó y proceso los datos cuantitativos generados en el laboratorio con respecto al parámetro evaluados.

Se elaboró esquemas, cuadros temáticos.

Se realizó mapas temáticos de fertilidad.

Se elaboró el informe final.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

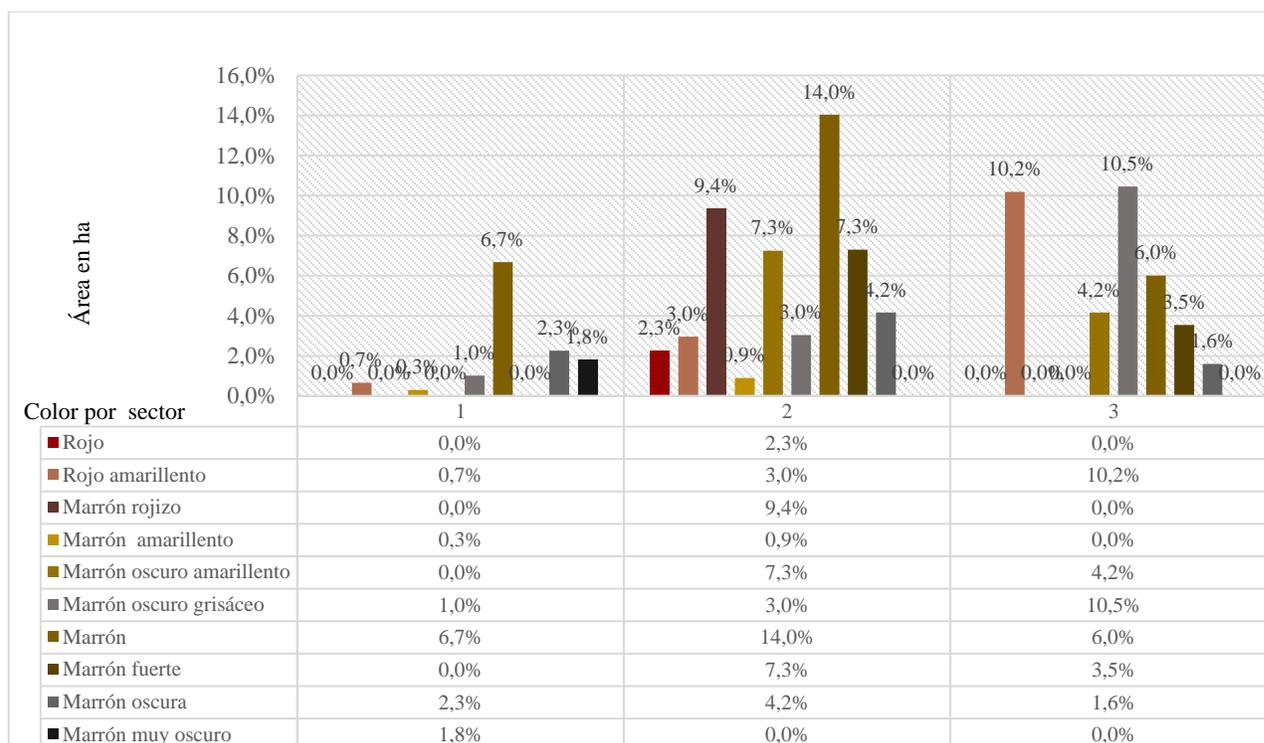
Resultados de los parámetros físicos

Color de los suelos agrícolas

Los colores de suelos identificados son el rojo, rojo amarillento, marrón rojizo, marrón amarillento, marrón oscuro amarillento, marrón oscuro grisáceo, marrón, marrón fuerte, marrón oscura y marrón muy oscuro. Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 3

Colores de los suelos agrícolas por sector



Donde en el sector bajo el color que predomina es el marrón, seguido del marrón oscuro grisáceo y va disminuyendo el área para los otros colores.

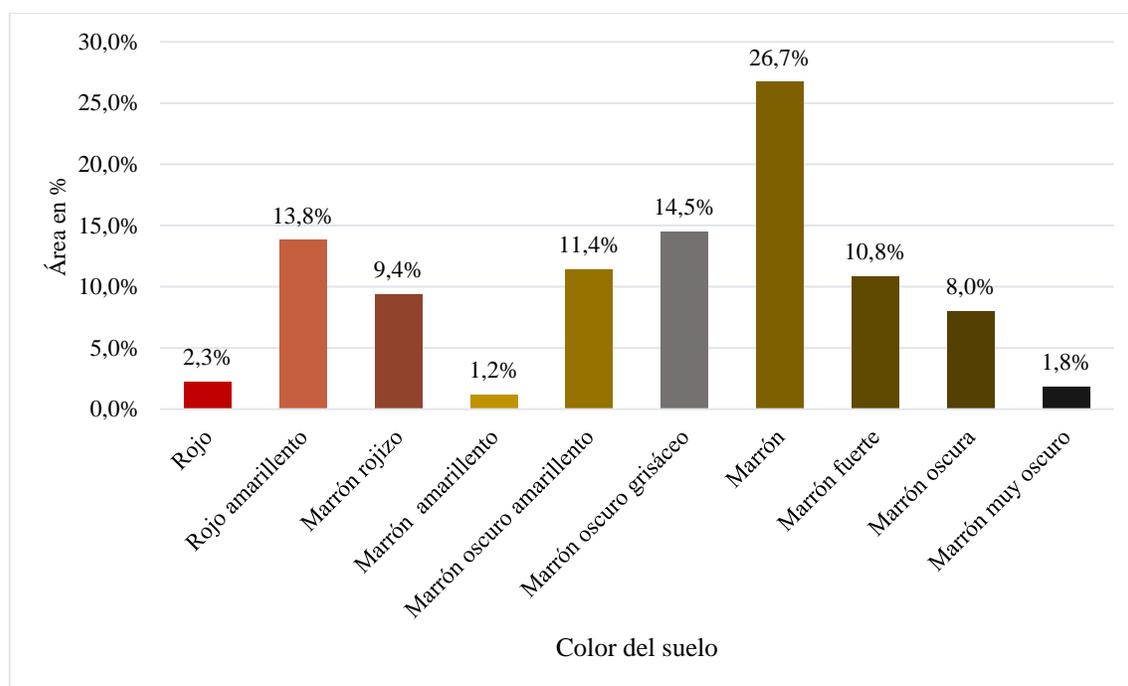
En el sector medio el color predominante fue el marrón, marrón rojizo, seguido del marrón amarillento, marrón fuerte y va disminuyendo el área para los otros colores.

Y en el sector alto los colores predominantes fueron marrón oscuro grisáceo y rojo amarillento y va disminuyendo el área para los otros colores.

La distribución de los colores en el área total de los suelos agrícolas fue de la siguiente manera:

Figura 4

Colores de los suelos agrícolas del área total



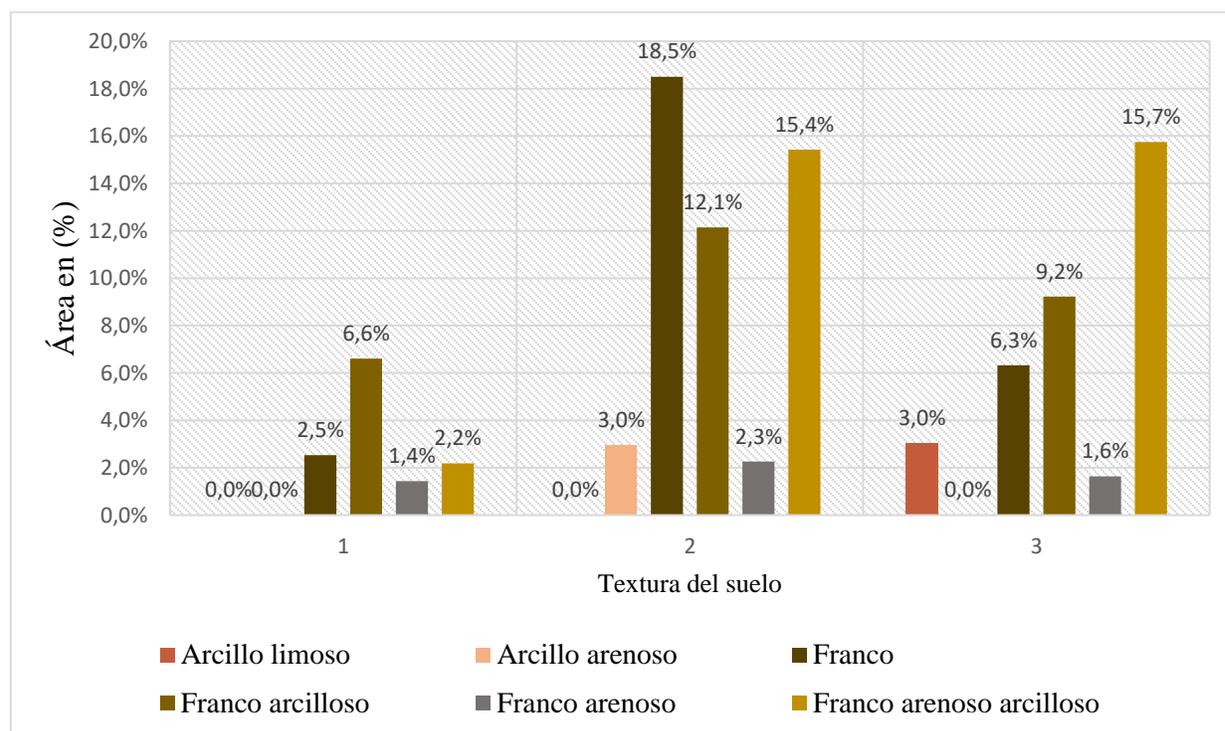
Donde el color marrón es el que abarca mayor área con 1242.33 ha siendo el 26.7 %, seguido del marrón oscuro grisáceo con 674.53 ha siendo el 14.5 % y disminuyendo el área para los otros colores, siendo el marrón amarillento el de menor área con 56 ha la cual es el 1.2 % del área total.

Textura de los suelos agrícolas

Los suelos agrícolas de la zona de estudio están constituidos por las texturas; arcilloso limoso, arcillo arenoso, franco, franco arcilloso, franco arenoso y franco arenoso arcilloso. Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5

Textura de los suelos agrícolas por sectores



Donde el sector bajo la textura del suelo franco arcilloso abarca mayor área siendo 6.6 %, seguido del franco, franco arenoso arcilloso y los suelos franco arenoso son la de menor área con 1.4 % del área total.

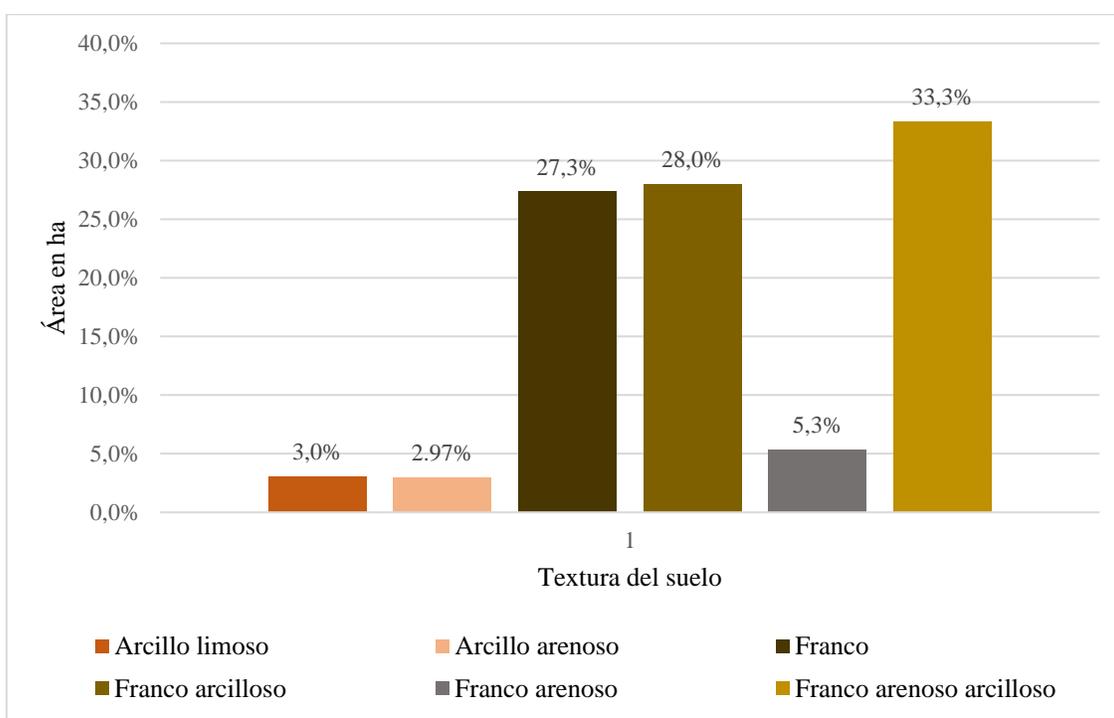
En el sector medio la textura que presenta mayor área son los suelos francos con 18.5 %, seguido del franco arenoso arcilloso, franco arcilloso, arcillo arenoso y la que cuenta con menor área los suelos franco arenoso con 2.3 %.

En el sector alto los suelos franco arenoso arcilloso son las que abarcan mayor área con 15.7 % seguido de los francos arcillosos, franco, arcillo limoso y el de menor área los suelos francos arenosos con 1.6 %.

La distribución de las clases textura en el área total de los suelos agrícolas fueron de la siguiente manera:

Figura 6

Textura de los suelos agrícolas del área total



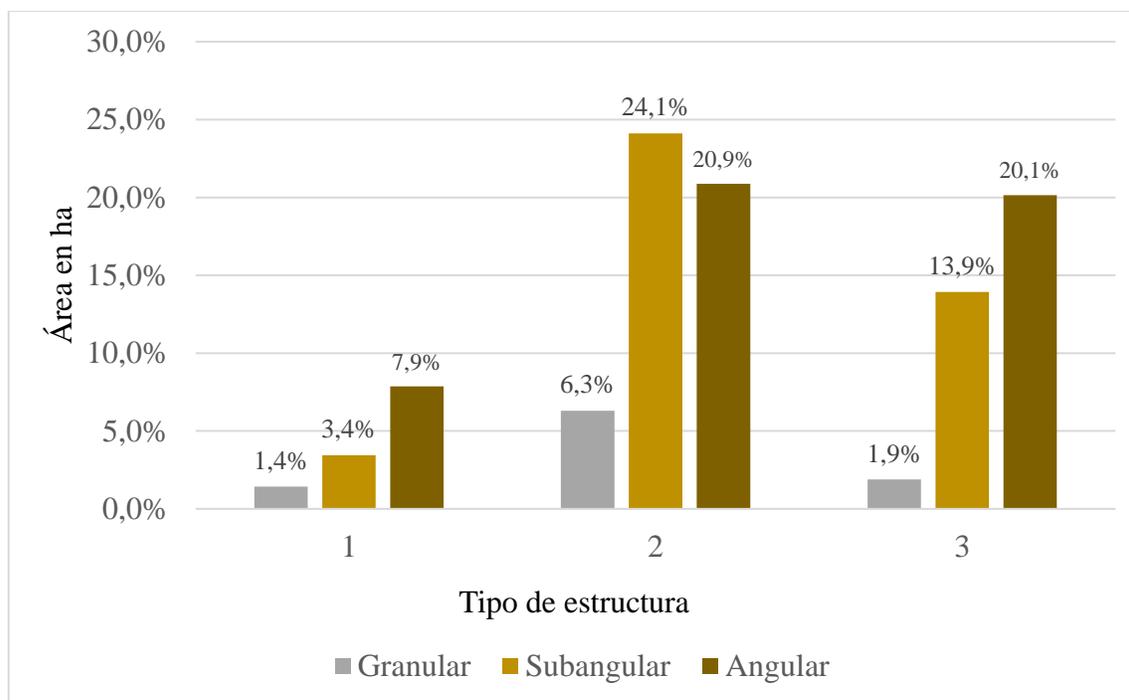
La textura de suelo que presta mayor área son los suelos franco arenoso arcilloso con 1550.14 ha siendo el 33.3 %, seguido de los francos arcillosos con 1299.82 ha siendo el 28.0 %, francos con 1271.37 ha siendo el 27.3 %, franco arenoso con 247.73 ha siendo el 5.3 %, arcillo limoso con 141.62 ha siendo el 3.0 % y los suelos arcillo arenoso son los de menor área con 138.02 ha siendo el 2.97 % del área total.

Estructura de los suelos agrícolas

En el área de estudio se identificó tres tipos de estructuras granular, subangular y angular. Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 7

Estructura de los suelos agrícolas por sectores



La estructura de los suelos en el sector bajo la predominante fue la angular con 7.9 %, seguido del subangular con 3.4 % y el de menor área fueron los suelos de estructura granular con 1.4 % respecto al área total.

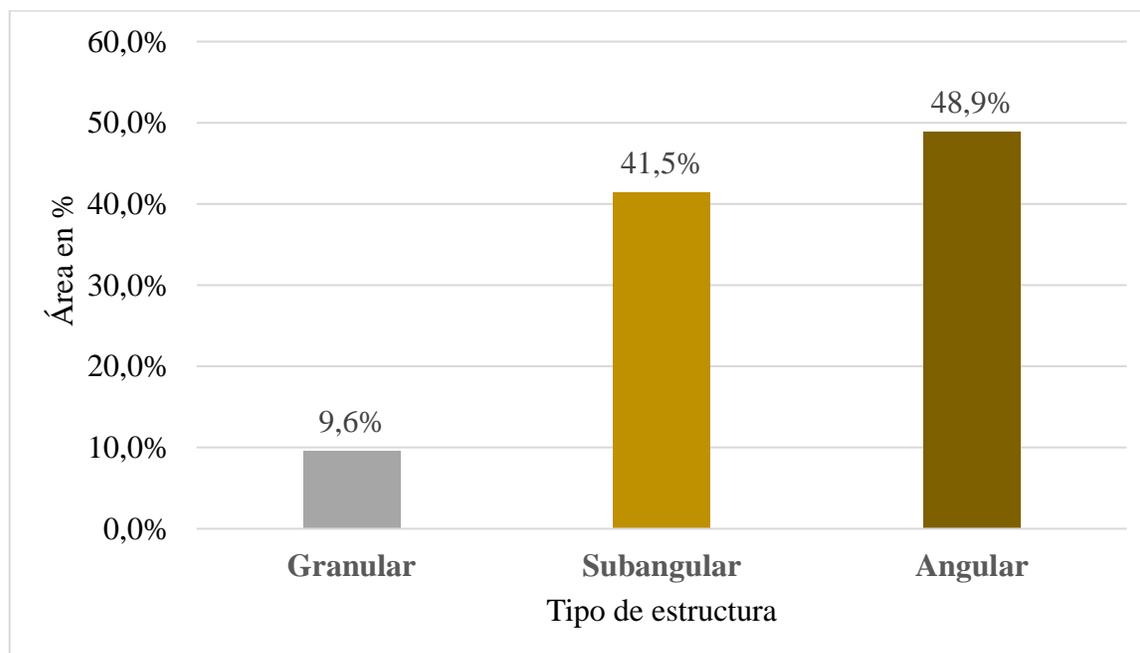
En el sector medio los suelos de estructura subangular son los que presentan mayor área con 24.1 %, seguido de las angulares con 20.9 %, y la de menor área son los suelos de estructura granular con 6.3 %.

En el sector alto la estructura de mayor extensión son los angulares con 20.1 %, seguido de los suelos subangulares con 13.9 % y el de menor área los granulares con 1.9 %.

La distribución de las clases de estructuras en el área total de los suelos agrícolas fue de la siguiente manera:

Figura 8

Tipo de estructura de los suelos agrícolas del área total



De la figura se puede afirmar que la estructura de suelos que abarca mayor área son los angulares con 2272.61 ha siendo el 48.9 %, seguido la estructura subangular con 1928.79 ha y el de menor área las granulares con 447.30 ha siendo el 9.6%.

Densidad aparente de los suelos agrícolas

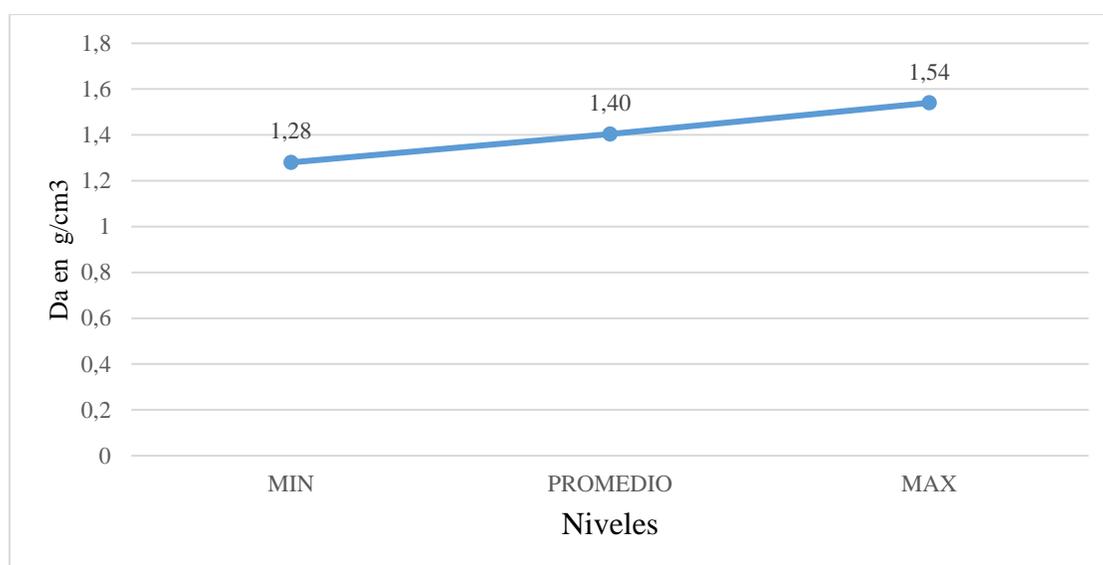
De acuerdo a las clases texturales encontradas en el área de estudio, la densidad aparente se encuentra entre los valores ideales y son menores a los valores que pueda dificultar el crecimiento de las plantas.

Tabla 11*Parámetros de densidad aparente en relación a las texturas*

Textura de los suelos de estudio	Densidad aparente ideal para crecimiento (gr/cm ³)	Densidad que afecta el crecimiento (gr/cm ³)
Arcillo limoso	<1.4	>1.58
Arcillo arenoso	<1.4	>1.58
Franco	<1.4	>1.80
Franco arcilloso	<1.4	>1.75
Franco arenoso	<1.4	>1.80
Franco arenoso arcilloso	< 1.6	>1.75

Fuente: adaptada (USDA, 2015).

La densidad aparente registradas en los suelos agrícolas se clasifican como medio y alta, se encuentra entre los rangos tal como se muestra en la siguiente figura:

Tabla 12*Densidad aparente (Da) valor mínimo, máximo y promedio*

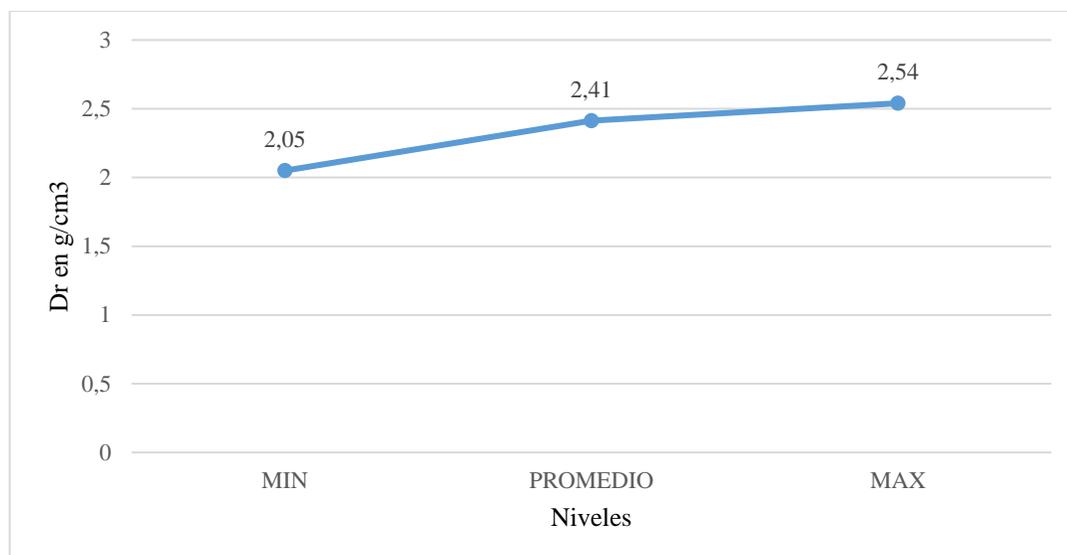
Donde el valor mínimo es de 1.28 g/cm³ y el promedio de 1.40 g/cm³ las cuales se consideran de nivel medio y el valor máximo es de 1.54 g/cm³ considerada alto.

Densidad real de los suelos agrícolas

La densidad real de los suelos agrícolas se considera como muy bajas (< a 2.4 g/cm³) y baja (2.4 a 2.6 g/cm³). Se encuentran entre el siguiente rango tal como se muestra en la figura:

Figura 9

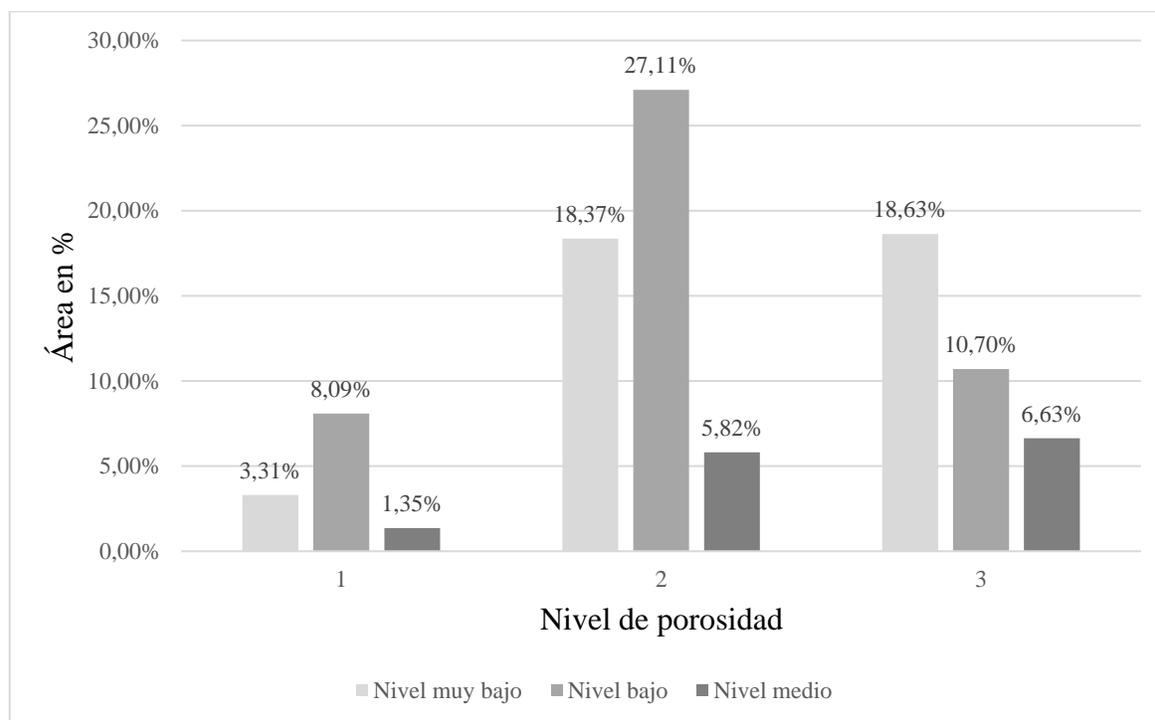
Densidad real (Dr) de los suelos agrícolas



Siendo el valor mínimo de 2.05 g/cm³ considerada muy baja, el promedio es de 2.41 g/cm³ y valor máximo de 2.54 g/cm³ considerado bajos.

Porosidad de los suelos agrícolas.

De acuerdo a los cálculos de porosidad, teniendo en cuenta los datos de densidad aparente y real se obtuvo tres clases consideradas muy baja (< a 40%), baja (40 a 45 %) y media (45 a 55%). Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 10*Porosidad (%) de las áreas agrícolas por sectores*

En el sector bajo, los suelos, de porosidad de nivel bajo abarca la mayor área con 8.09 %, seguido la de nivel muy bajo con 3.31 % y el de menor área es el nivel de porosidad medio con 1.35 %.

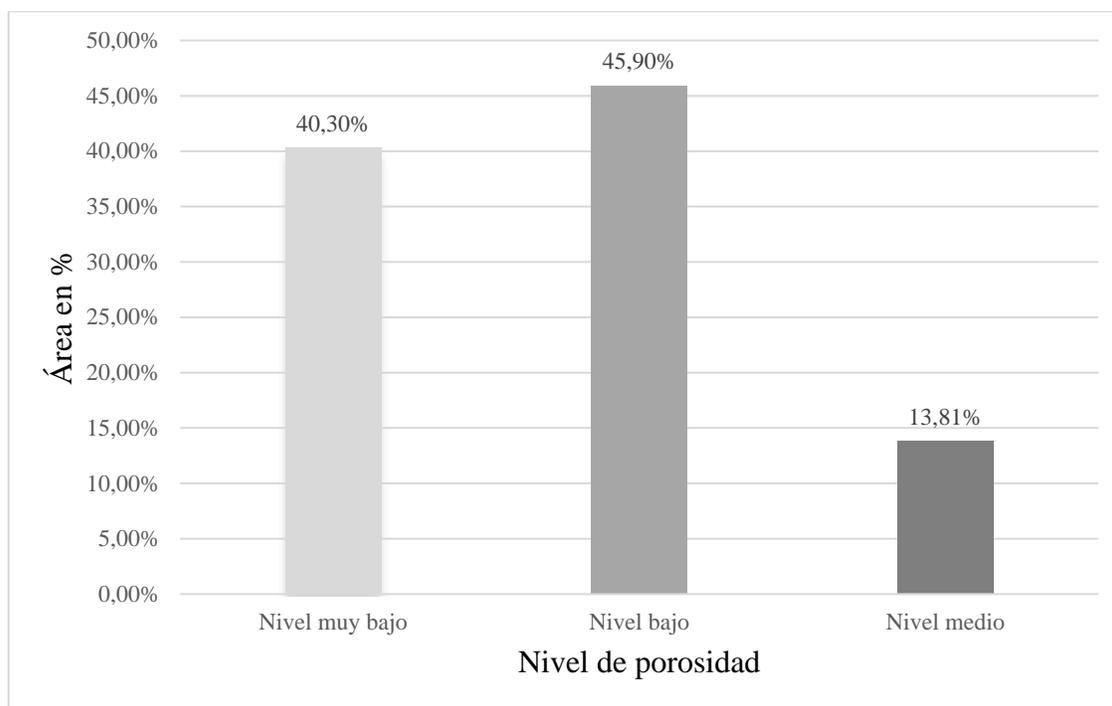
En el sector medio los suelos de porosidad de nivel bajan abarca la mayor área con 27.11 %, seguido las de nivel muy bajo con 18.37 % y el de menor área son los suelos de porosidad de nivel medio con 5.82 %.

En caso del sector alto los suelos de porosidad de nivel muy bajo abarcan la mayor área con 18.63 %, seguido del nivel bajo con 10.70% y el de menor área son los suelos de porosidad de nivel medio con 6.63 %.

Los niveles de porosidad en el área total se encuentran distribuidos tal como se puede aprecia en la siguiente figura:

Figura 11

Porosidad (%) de los suelos agrícolas en el área total

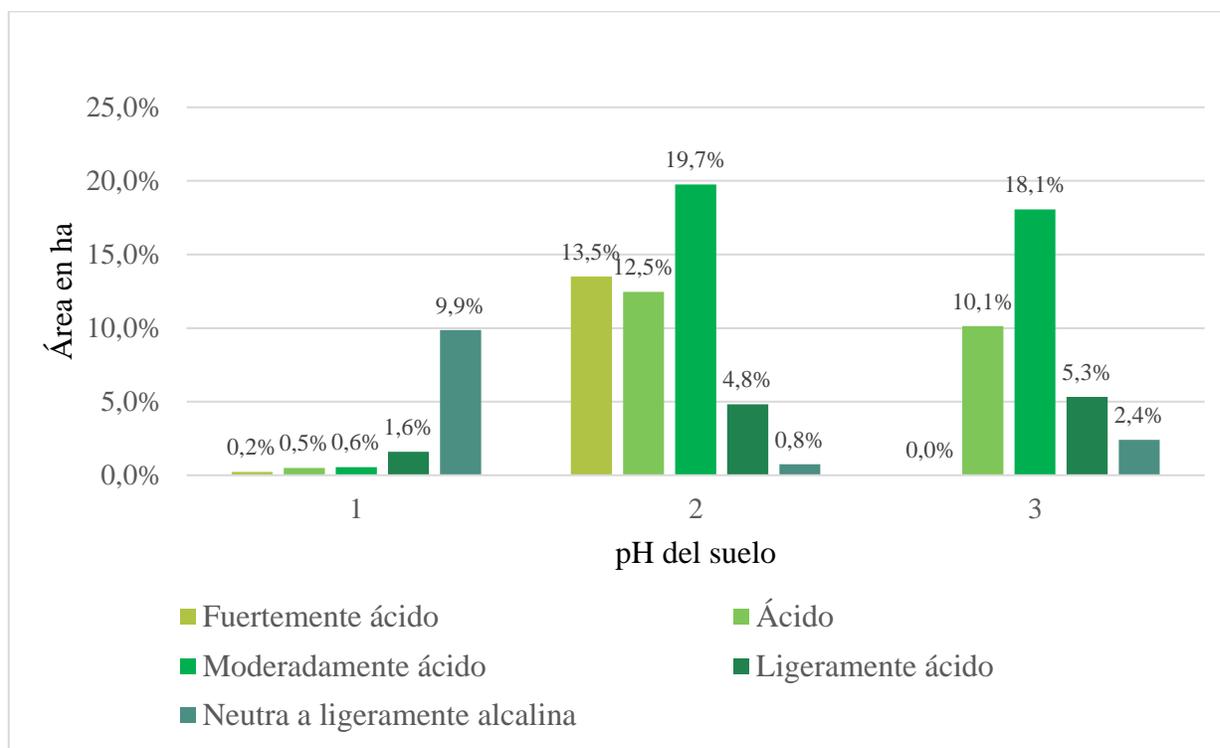


De la figura se tiene que los suelos de porosidad de nivel bajo abarcan la mayor extensión de tierras con 2133.59 ha la cual es 45.90 %, seguido del nivel muy bajo con 1873.29 ha siendo el 40.30 % y el de menor área los suelos de porosidad de nivel medio con 641.84 ha siendo el 13.81 % del área total.

Resultados de los parámetro químicos

pH de los suelos agrícolas

De acuerdo a los resultados del análisis químico, se clasificaron cinco clases de pH que van desde fuertemente ácido (4.18 a 4.88), ácido (4.88 a 5.58), moderadamente ácido (5.58 a 6.28), ligeramente ácido (6.28 a 6.84) y neutra a ligeramente alcalina (6.84 a 7.74). Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

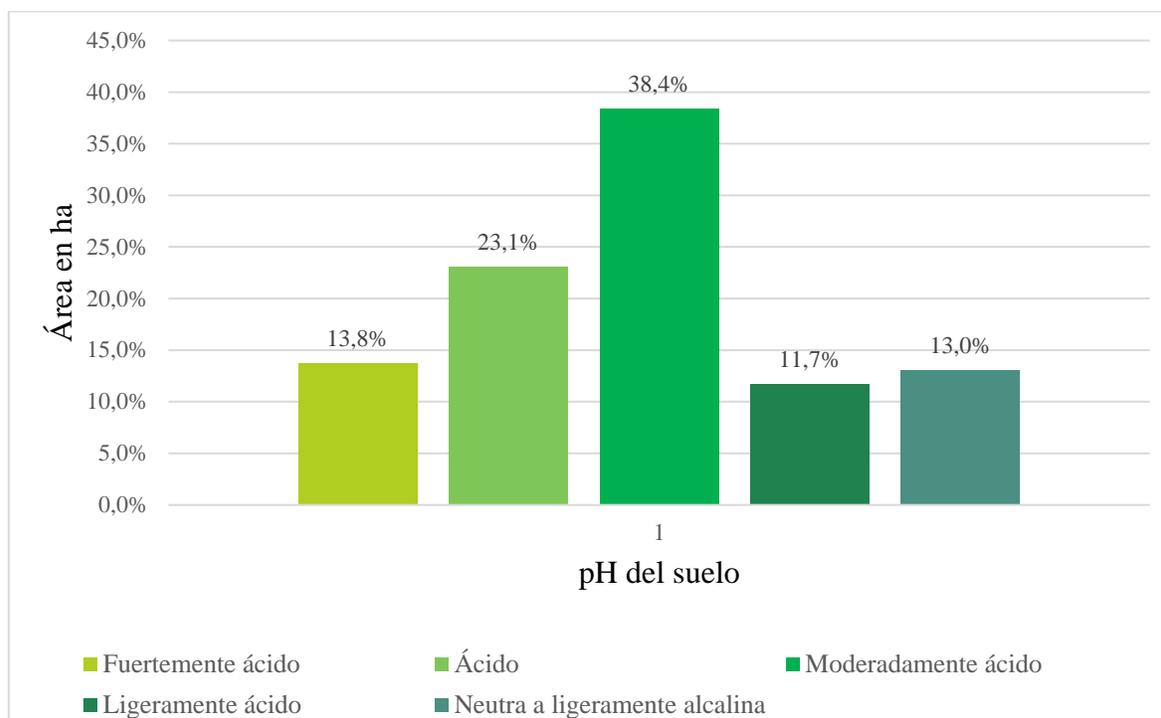
Figura 12*pH de los suelos agrícolas por sectores*

Donde el pH de los suelos en el sector bajo la predominante fue la neutra a ligeramente alcalina 9.9 %, seguido pH ligeramente ácido con 1.6 %, moderadamente ácido, ácido y la de menor área los suelos fuertemente ácidos con 0.2 %.

En el sector medio los suelos con pH moderadamente ácido es la que cuenta con mayor área con 19.7 %, seguido de los suelos ácidos con 13.5 %, continuado de las fuertemente ácidos, ligeramente ácida y la de menor áreas son los suelos neutros a ligeramente alcalina con 0.8 %.

En caso del sector alto los suelos de pH moderadamente ácidos son las que predomina con 18.1 %, seguido de los ácidos, ligeramente ácidos y el de menor área son los suelos de reacción neutras a ligeramente alcalina con 2.4 %.

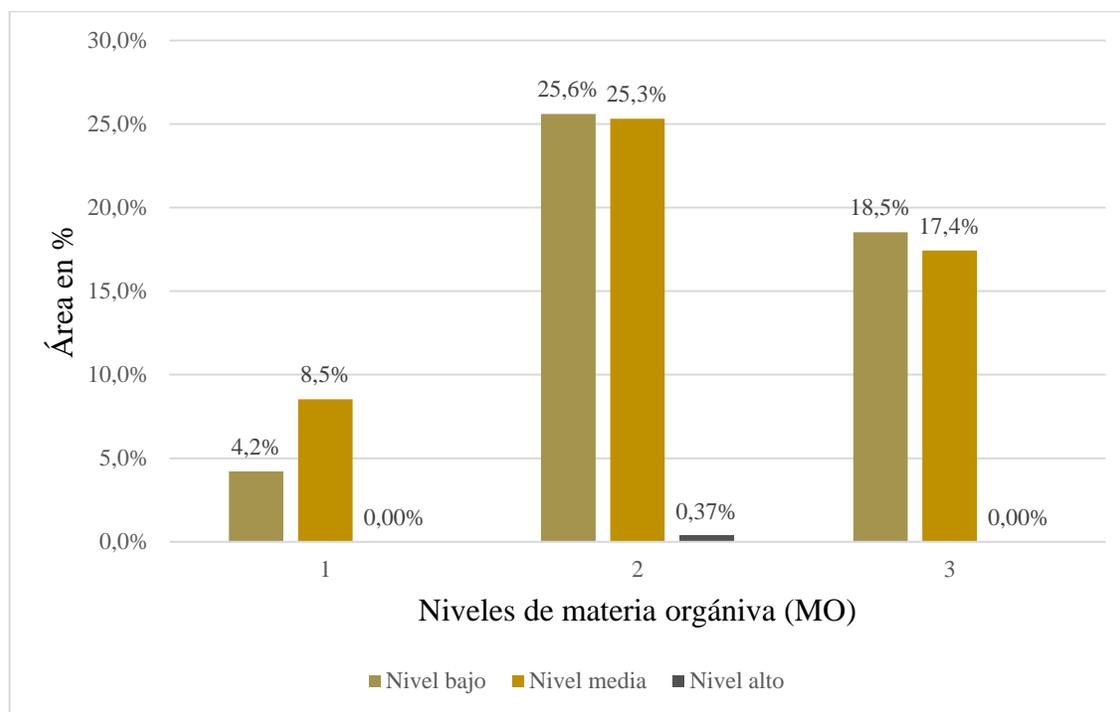
La distribución de pH en el área total de los suelos agrícolas fue de la siguiente manera:

Figura 13*pH de los suelos agrícolas del área total*

De la figura se puede afirmar que suelos de pH moderadamente ácidos son los predominante con 1783.62 ha que representan el 38.4 %, seguido de los ácidos con 1073.91 ha siendo el 23.1 %, fuertemente ácido con 640.07 ha siendo 13.8 %, neutra a ligeramente alcalina con 605.44 ha la cual es 13 % y la de menor extensión los suelos de pH ligeramente ácidos con 545.66 ha siendo el 11.7 %.

Materia orgánica de los suelos agrícolas

De acuerdo a los resultados del análisis se encontraron tres niveles de materia orgánica (MO) el nivel bajo (< a 2%), el medio (2 a 4 %) y alto (> a 4%). Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 14*Materia orgánica de los suelos agrícolas por sectores*

Los suelos agrícolas del sector bajo se registraron, el nivel materia orgánica media es la que presenta mayor área con 8.5 %, y el de menor extensión los suelos de MO de nivel bajo con 4.2%.

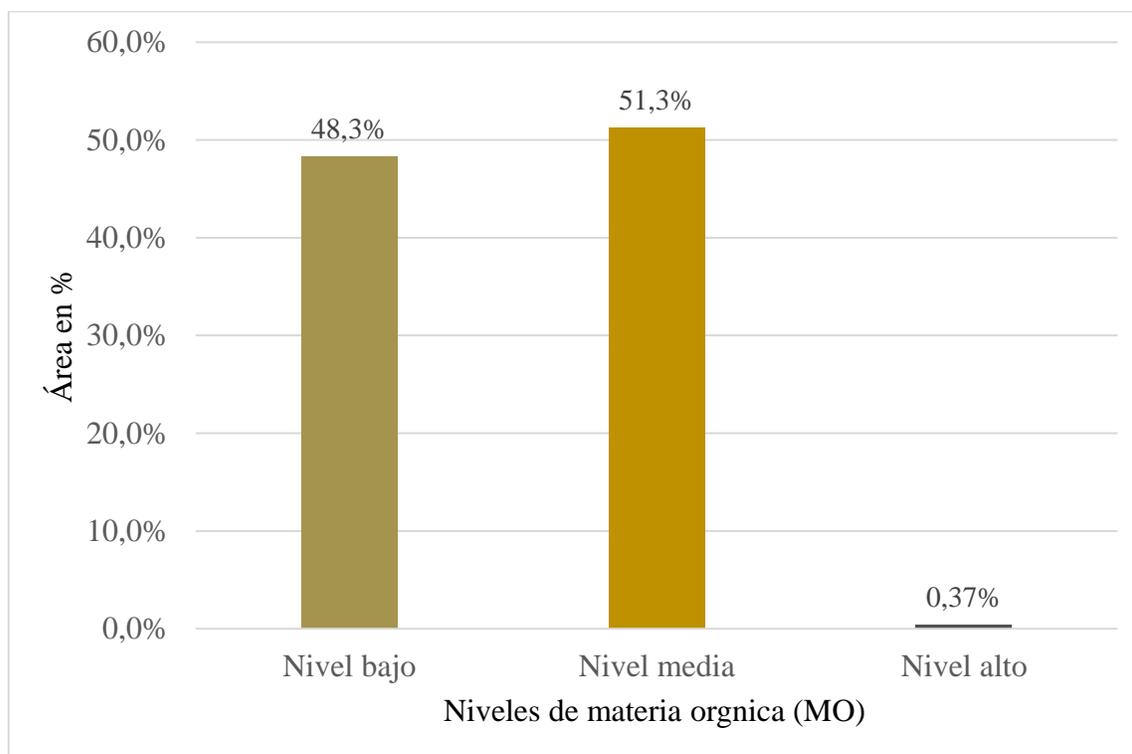
En el sector medio los suelos de nivel de MO bajo es la que presenta mayor área con 25.6 %, seguido del nivel media con 25.3 % y el de nivel alto de MO son las de menor área con 0.37 %.

En caso del sector alto los suelos de nivel de MO bajo abarcan la mayor área con 18.5 % y el de nivel medio de MO con 17.5% de extensión.

Los niveles de materia orgánica en el área total se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Figura 15

Materia orgánica de los suelos agrícolas del área total



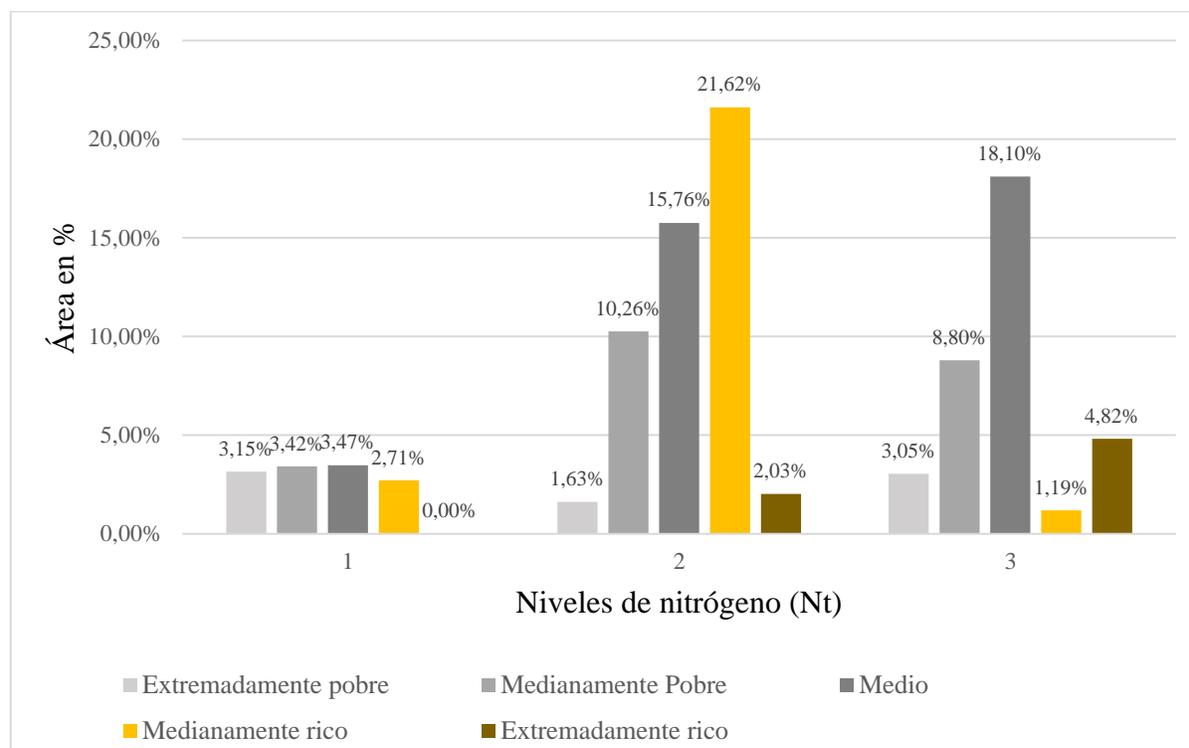
Los suelos de materia orgánica de nivel media son los que abarca mayor extensión con 2384.53 ha la cual es 51.3 %, seguido del nivel bajo con 2247.14 ha siendo el 48.3 % y el de menor área son los suelos de nivel alto con 17.04 ha siendo el 0.37 %.

Nitrógeno total de los suelos agrícolas

De acuerdo a los resultados del análisis se identificó cinco niveles de nitrógeno total las cuales son: extremadamente pobre (< a 0.032 %), medianamente pobre (0.064 a 0.095 %), medio (0.096 a 0.126 %), medianamente rico (0.127 a 0.158 %), extremadamente rico (> a 0.221 %). Cabe resaltar que no se llegó registro el nivel pobre y rico de Nt. Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 16

Nitrógeno total (Nt) de los suelos agrícolas por sectores



En el sector bajo, el nivel de nitrógeno total (Nt) medio es la que abarca la mayor área con 3.47 %, seguido del nivel medianamente pobre, extremadamente pobre y el de menor área es el nivel Nt medianamente rico con 2.71 %.

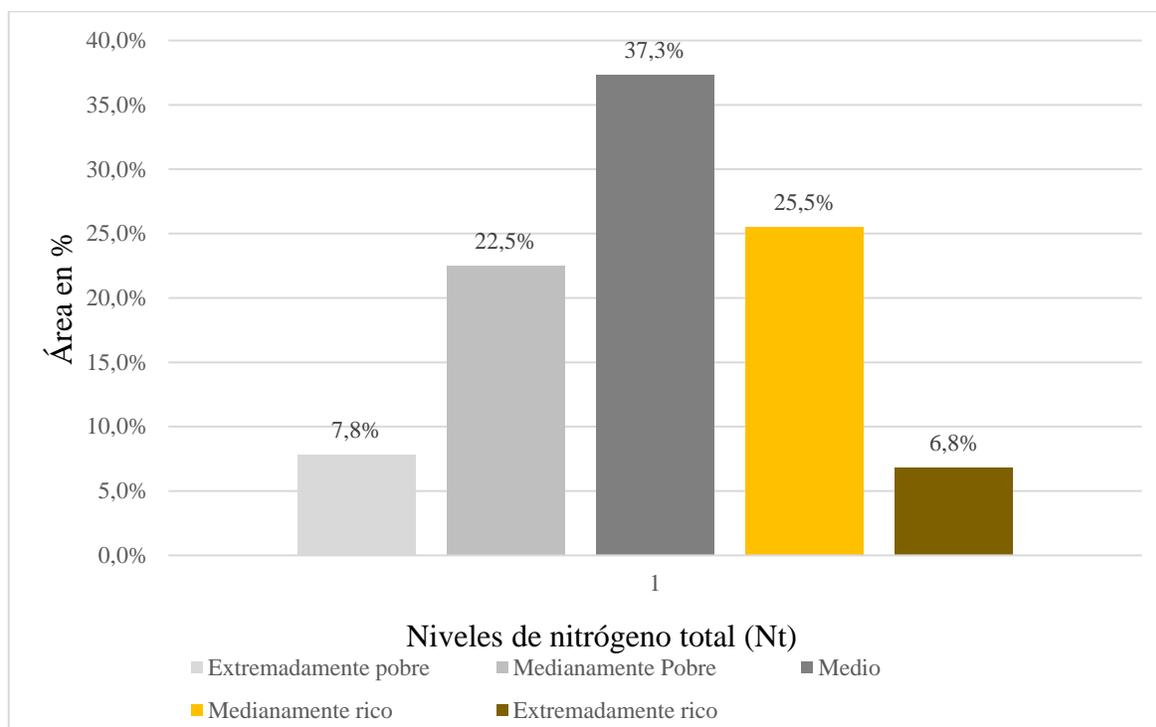
En el sector medio el nivel Nt medianamente rico es la que cuenta con mayor área la cual es el 21.62 %, seguido del nivel medio, medianamente pobre, extremadamente rico y la de menor área es el nivel extremadamente pobre con 1.63 %.

En caso del sector alto el nivel de Nt medio es la que cuenta con mayor área con 18.10 %, seguido la del nivel medianamente pobre, extremadamente rico, extremadamente pobre y la de menor área el nivel de Nt medianamente rico con 1.19 %.

Los niveles de nitrógeno total (Nt) en el área total se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Figura 17

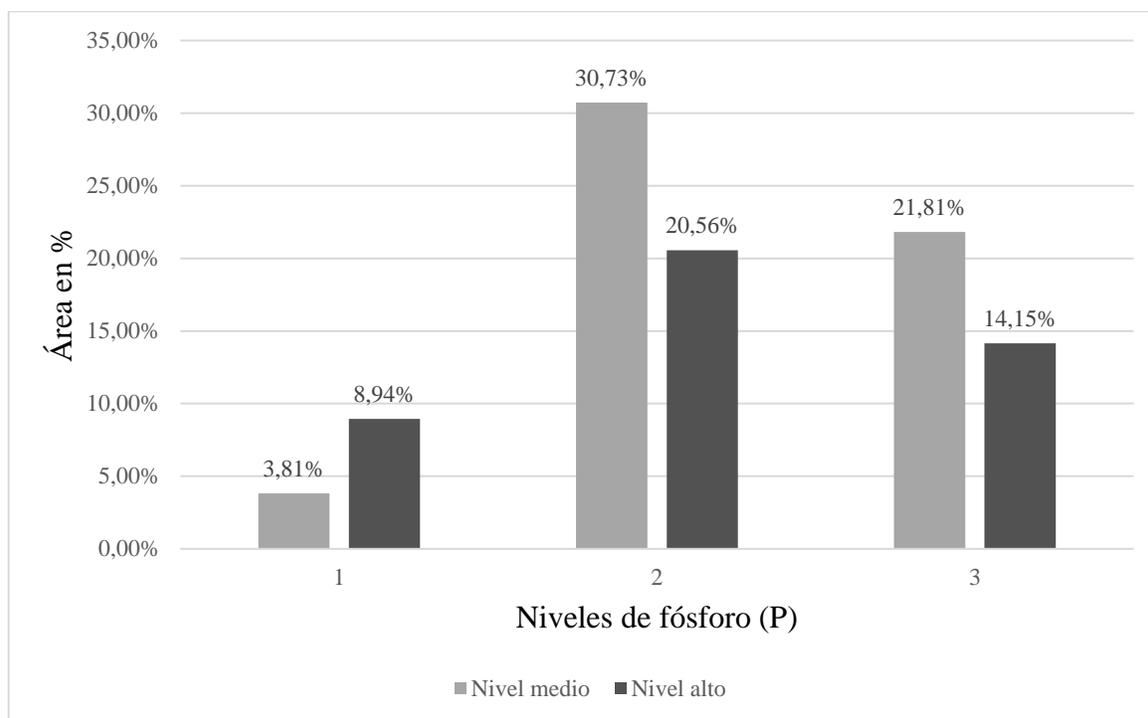
Nitrógeno total (Nt) de los suelos agrícolas del área total



El nivel de Nt media es la que abarca mayor extensión con 1735.63 ha la cual es 37.3 %, seguido del nivel bajo con 1186.28 ha siendo el 25.5 %, el nivel moderadamente pobre con 1044.79 ha siendo el 22.5 %, el nivel extremadamente pobre con 363.66 ha siendo el 7.8 % y de menor área los suelos de Nt de nivel extremadamente rico con 318.34 ha siendo el 6.48 %.

Fósforo de los suelos agrícolas

De acuerdo a los resultados del análisis de fósforo se clasificó en dos grupos los de nivel medio (7 a 14 ppm) y alto (> 14 ppm). Cabe resaltar que no se llegó registro el nivel bajo (< a 7 ppm). Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 18*Fósforo (ppm) de los suelos agrícolas por sectores*

Los suelos agrícolas del sector bajo son donde, el nivel de fósforo (P) alto presento mayor área con 8.94 %, y el de menor área son los suelos de nivel de fósforo medio con 3.81 % respecto al área total.

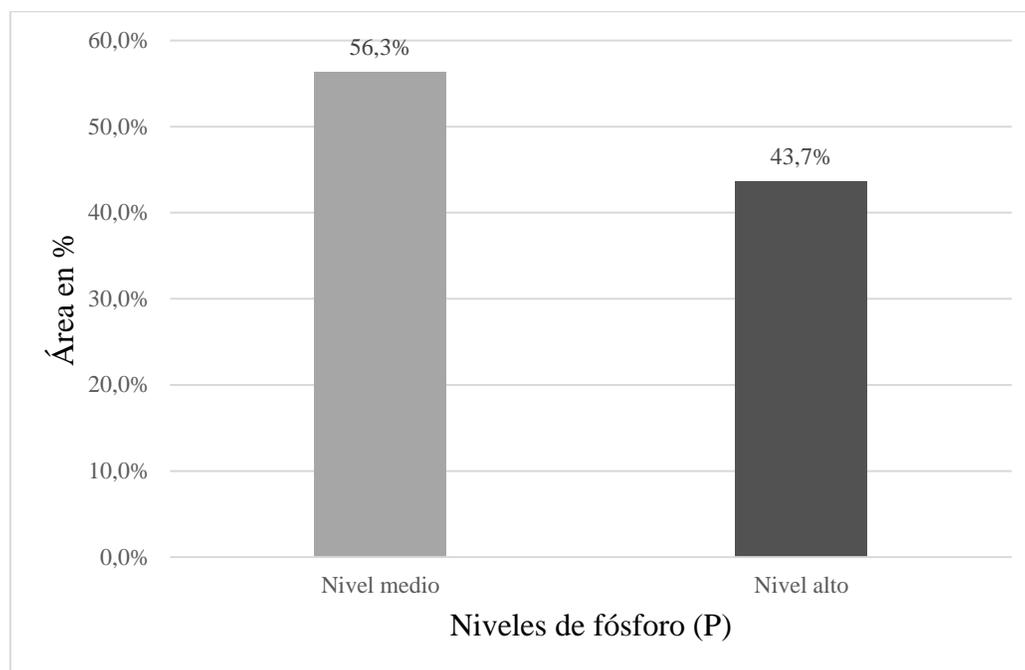
Y en el sector medio los suelos de nivel de fósforo medio son los de mayor extensión de tierras con 30.73 % y el de menor área son los suelos de nivel de fósforo alta con 20.56 %.

En caso del sector alto los suelos de nivel de fosforo medio es la que cuenta con mayor área con 21.81 %, y la de menor área el nivel fósforo alto con 14.15 %.

Los niveles de fósforo (P) en el área total se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Figura 19

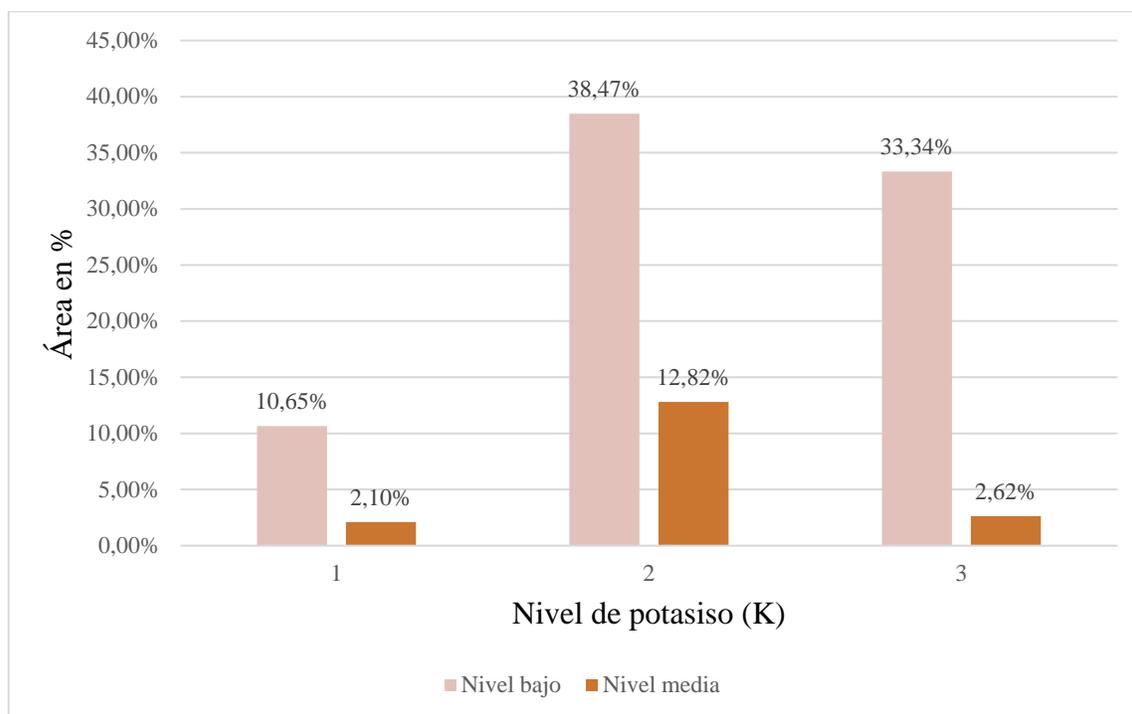
Fósforo (ppm) de los suelos agrícolas del área total



Los suelos de nivel de fósforo medio abarcan la mayor extensión con 2619.50 ha la cual es 56.3 % y el nivel alto de fósforo presenta una extensión menor con 2029.21 ha siendo el 43.7 % del área total.

Potasio (K) de los suelos agrícolas

De acuerdo a los resultados del análisis el potasio se clasificó en dos grupos nivel bajo (< a 100 ppm) y medio (100 a 240 ppm). Cabe resaltar que no se registró el nivel alto (> 240 ppm). Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 20*Potasio (ppm) de los suelos agrícolas por sectores*

En los suelos del sector bajo, el nivel de potasio bajo es el que abarca la mayor área con 10.65 %, y el de menor área es el de nivel de potasio medio con 2.10 %.

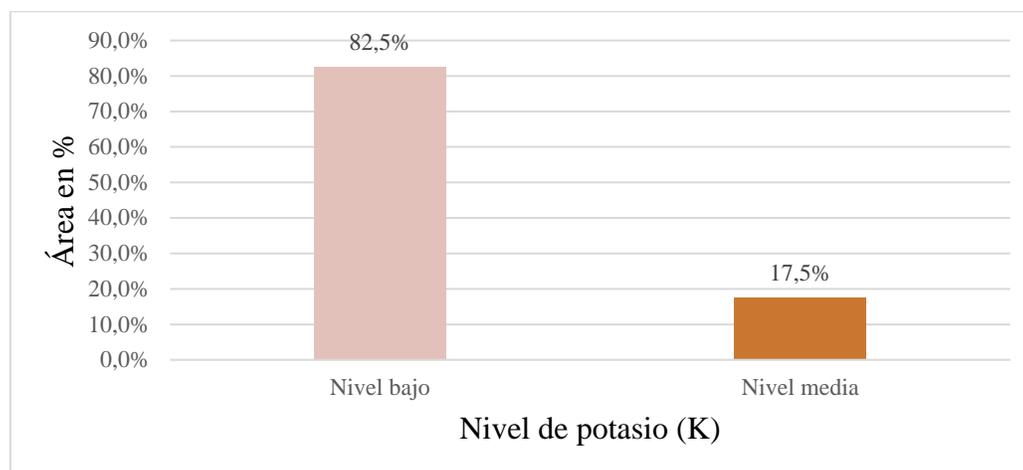
En el sector medio el nivel de potasio bajo es el de mayor área con 38.47 % y el de menor área la de nivel de potasio media con 12.82 %.

En caso del sector alto el nivel de potasio bajo es el de mayor área con 33.34 %, y el de menor área el nivel de potasio medio con 2.62 %.

Los niveles de potasio en el área total se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Figura 21

Potasio(ppm) de suelos agrícolas del área total



Los suelos de nivel de potasio bajo abarcan la mayor extensión con 3833.63 ha la cual es 82.5 % y el nivel de potasio medio con 815.08 ha siendo el 17.5 %.

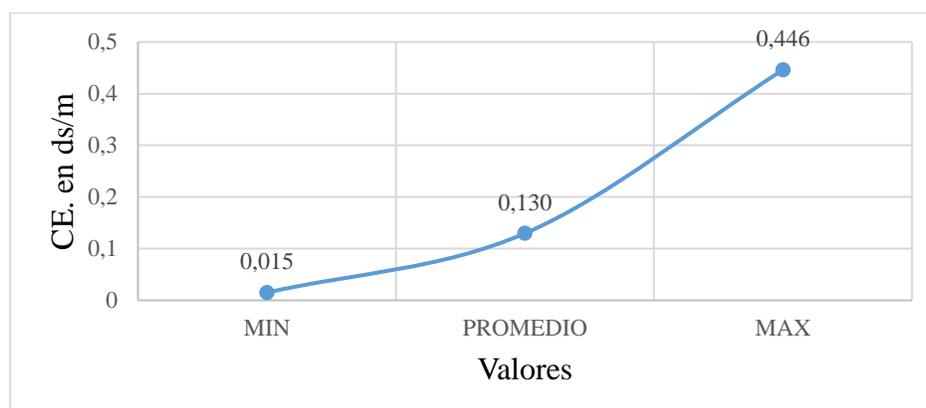
Conductividad eléctrica (C.E) de los suelos agrícolas

La conductividad eléctrica en general de toda el área comprendida de los suelos agrícolas se encuentra en el rango de 0 a 2 dS/m considerada libres de salinidad.

El valor mínimo de C. E es de 0.015 dS/m, el valor promedio 0.130 dS/m y el valor máximo de 0.446 dS/m. Tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 22

Conductividad eléctrica (ds/m) de los suelos agrícolas del área total

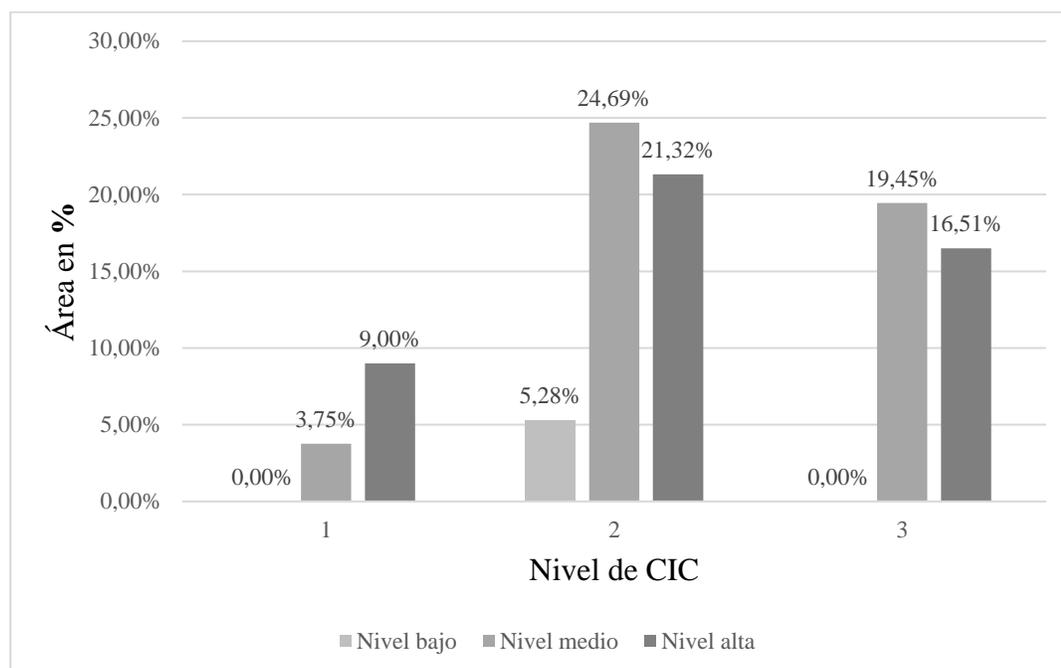


Capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos agrícolas

De acuerdo al análisis se identificó tres niveles de CIC que son el nivel bajo (4 a 8 meq/100g), medio (8 a 12 meq/100g) y alto (12 a 20 meq/100g). Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 23

CIC (meq/100g) de los suelos agrícolas por sectores



En los suelos del sector bajo, el nivel de CIC alto es la que abarca la mayor área con 9.0 % y el nivel medio con 3.75 % siendo el de menor área. En este sector no se registró el nivel bajo.

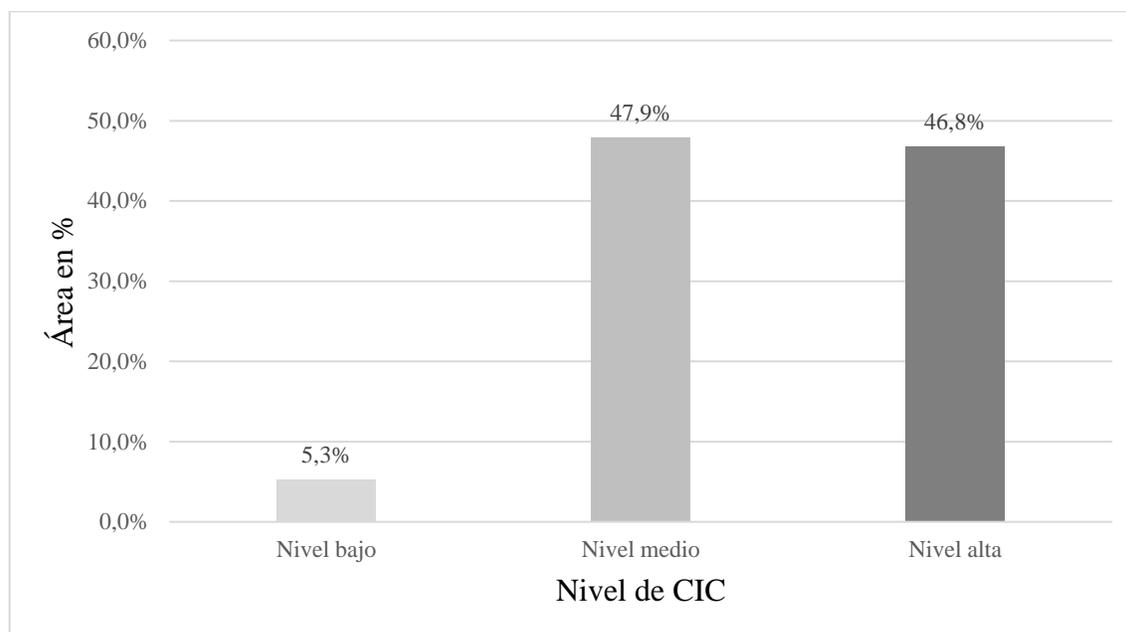
En caso del sector medio el nivel de CIC medio comprende la mayor área con 24.69 %, seguido del nivel alto con 21.32 % y el de menor área el nivel de CIC medio con 5.28 %.

En el sector alto el nivel CIC medio es la de mayor área con 19.45 % y la de menor área la de nivel de CIC alto con 16.51 %. En este sector no se registró el nivel bajo.

Los niveles de CIC en el área total se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Figura 24

CIC (meg/100g) de los suelos agrícolas del área total



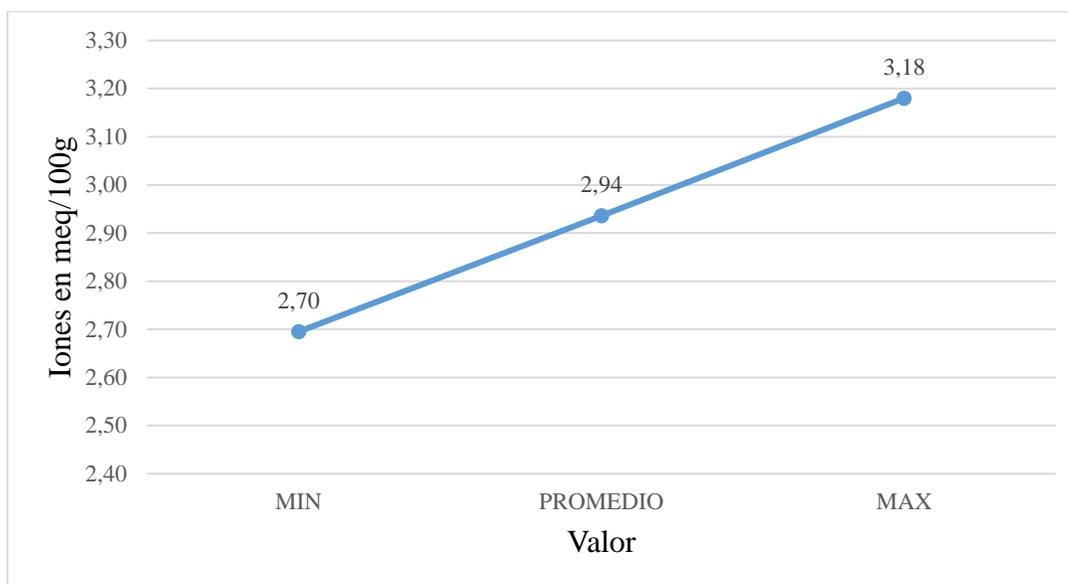
Los suelos de nivel de CIC media abarca la mayor extensión con 2226.70 ha la cual es 47.9 %, seguida del nivel alto con 2176.56 ha siendo 46.8 % y el nivel bajo es la de menor extensión con 245.46 ha siendo el 5.3 % del área total.

Aniones solubles

El contenido de iones como carbonato (CO_3^-), sulfato (SO_4^-) y cloruro (CL^-) se encuentra en niveles bajos, la cual indica que los suelos están libres de salinidad. Donde los valores registrados de iones es lo siguiente: valor mínimo es de 2.70 meq/100g, el promedio 2.94 meq/100g y el valor máximo 3.18 meq/100g.

Figura 25

Valor de iones totales de los suelos agrícolas



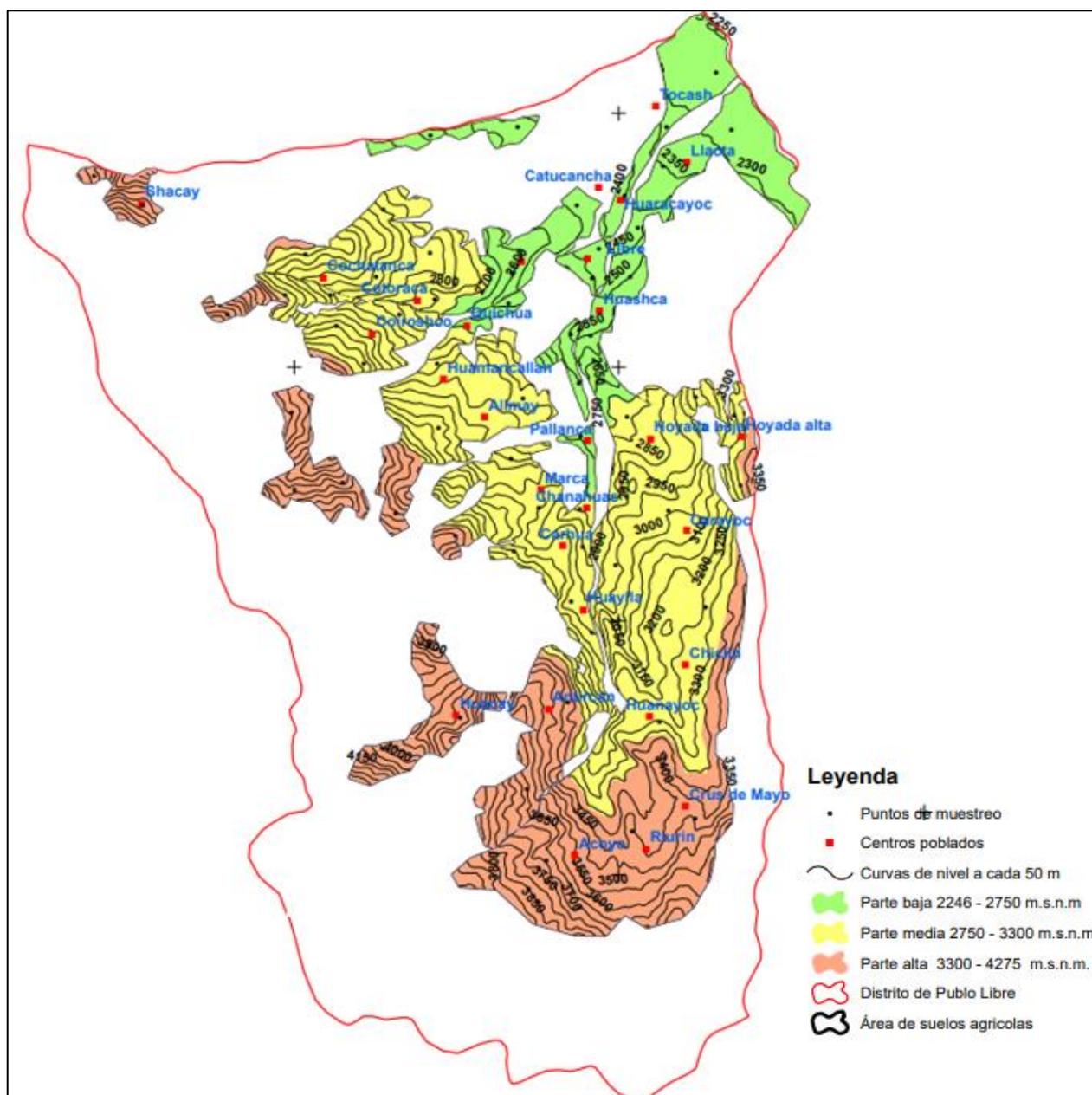
Cabe resaltar que el valor de los carbonatos ($\text{CO}_3^{=}$) es nulo, en caso del sulfato ($\text{SO}_4^{=}$) el valor máximo es de 0,64 meq/100g y los que se encontraron a niveles más alto fueron los cloruro (CL^-) teniendo como máximo valor de 2,96 meq/100g.

Análisis de las propiedades físicas y químicas por sectores

El área de estudio consta de 4648,71 ha la cual se sectorizo en tres partes tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 26

Sectorización de la zona de estudio



El sector bajo ubicada entre los 2246 a 2750 m.s.n.m. la cual está constituida por los centros poblados de Lacta, Huashca, Pueblo Libre, Pallasca, Quichua y Tocash. Las cuales se caracterizan por presentar suelos de textura franco arcilloso la de mayor área, seguido de los francos, franco arenoso arcilloso y los suelos franco arenoso cuentan menor área; los suelos

presentan una porosidad de nivel bajo la cual abarca la mayor área, seguido del nivel muy bajo y el de menor área el nivel medio; los niveles de pH registrado son los suelos ligeramente alcalina a neutra la de mayor área, seguido de los ligeramente ácido, moderadamente ácido, ácido y el de menor área los fuertemente ácidos; el contenido de MO de nivel media presenta mayor área y el de menor área es el nivel bajo; el nivel de nitrógeno total (Nt.) medio es la que abarca mayor área, seguida medianamente pobre, extremadamente pobre y la de menor área es el nivel medianamente rico; en caso del fósforo (P) el nivel alto es la que abarca mayor área y el nivel medio es el menos extenso; el potasio (K) de nivel baja es la que cuenta mayor área y el de nivel medio es menor y el nivel de conductividad eléctrica (CE) bajo cuenta con mayor área y el de nivel medio es la de menor.

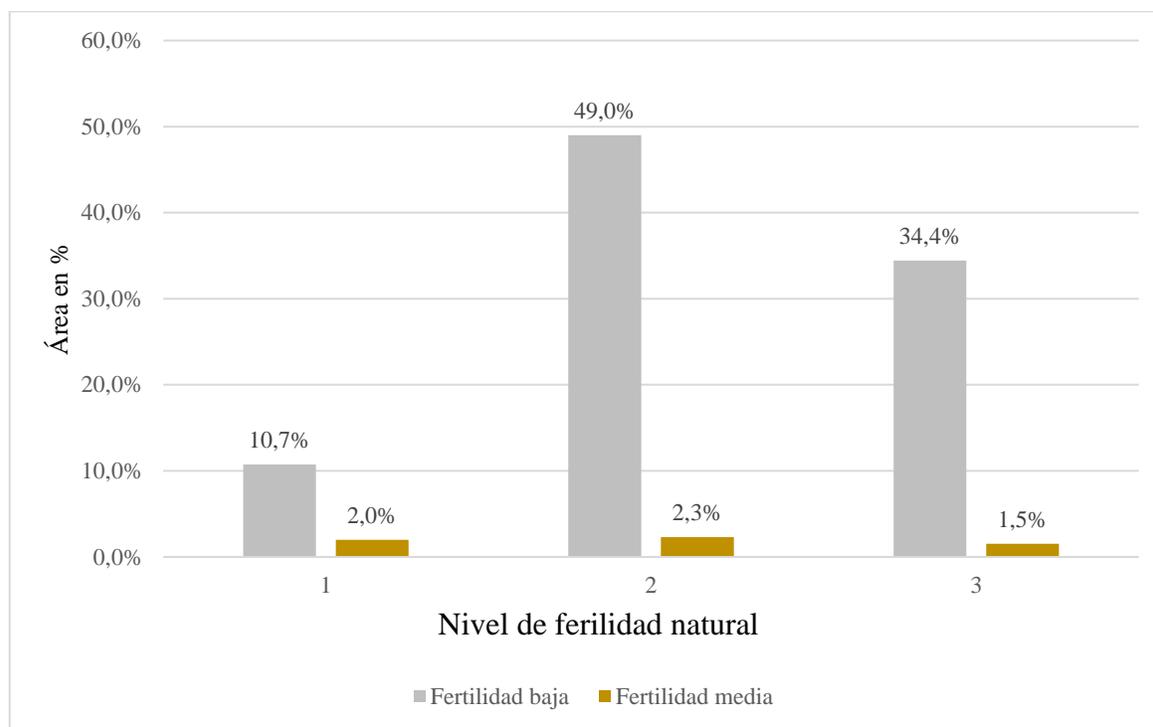
En el *sector medio* ubicado entre los 2750 a 3300 m.s.n.m. constituido por los centros poblados de Hoyada baja, Hoyada alta, Carayoc, Chiclin, Huanayoc, Carhua, Huaylla, Chanahuas, Marca, Allmay, Huamancallan, Coiroshco, Cotoraca y Cochatanca, presentan suelos de textura francos las que predomina, seguido del franco arenoso arcilloso, franco arcilloso, arcillo arenoso y la de menor área el franco arenoso; los suelos presentan una porosidad de nivel bajo siendo el de mayor atención, seguido del nivel muy bajo y el nivel medio es la de menor área; los niveles de pH registrados son los suelos moderadamente ácido siendo el de mayor área, seguido de los fuertemente ácidos, ácido, ligeramente ácido y el de menor área los ligeramente alcalina a neutra; el contenido de MO de nivel bajo presenta mayor área, seguido del nivel medio y el de menor área es el nivel alto; el nivel de nitrógeno total (Nt) medianamente rico es la que abarca mayor área, seguida del nivel medio, medianamente pobre, extremadamente rico y la de menor área es el nivel extremadamente pobre; en caso del fósforo (P) el nivel medio es la que abarca mayor área y el nivel alto es menos extenso; el potasio (K)

de nivel baja es la que cuenta con mayor área y el de nivel medio es menor y el nivel de conductividad eléctrica (CE) bajo cuenta con mayor área y el de nivel medio es menor.

El *sector alto* ubicado entre los 3300 a 4275 m.s.n.m. está constituida por los centros poblados de Cruz de Mayo, Riurin, Acoyo, Antircan, Huacay, Allmay alto, Huaracayoc, Catucancha, Fuipon, Coriushco alto, Marca alto, Cochatanca alto y Shacay; presentan suelos de textura franco arenoso la de mayor área, seguido de los francos arcillosos, franco, arcillo limoso y el de menor extensión los francos arenosos; los suelos presentan una porosidad de nivel bajo siendo el de mayor área, seguido del nivel muy bajo y el nivel medio es el de menor área; los niveles de pH registrados son la moderadamente ácido el de mayor área, seguido de los ácidos, ligeramente ácido y el de menor área los ligeramente alcalina a neutra; el contenido de MO de nivel bajo presenta mayor área, el de menor área es el nivel medio; mientras el nivel de nitrógeno total (Nt) medio es la que abarca mayor área, seguida del medianamente pobre, extremadamente rico, extremadamente pobre y la de menor área es el nivel medianamente rico; en caso del fósforo (P) el nivel medio es la que abarca mayor área y el nivel alto es menos extenso; el potasio (K) de nivel baja es la que cuenta con mayor área y el de nivel medio es menos extenso y el nivel de conductividad eléctrica (CE) bajo cuenta con mayor área y el de nivel medio es menor.

Resultado de fertilidad natural

El nivel de fertilidad natural se clasificó en dos grupos los de nivel bajo y medio. Se considera fertilidad media cuando el suelo presenta alguno de los contenidos de materia orgánico, fosforo o potasio tenga un nivel alto y los otros medios y la fertilidad natural de bajo esta dada cuando el suelo presenta al menos uno de los contenidos de MO, P o K se encuentren en niveles bajos. Su distribución por sectores es tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 27*Fertilidad natural por sectores*

En los suelos del sector bajo, la fertilidad natural bajo comprende la mayor área con 10.7 %, y el nivel fertilidad media es la de menor área con 2.0 %.

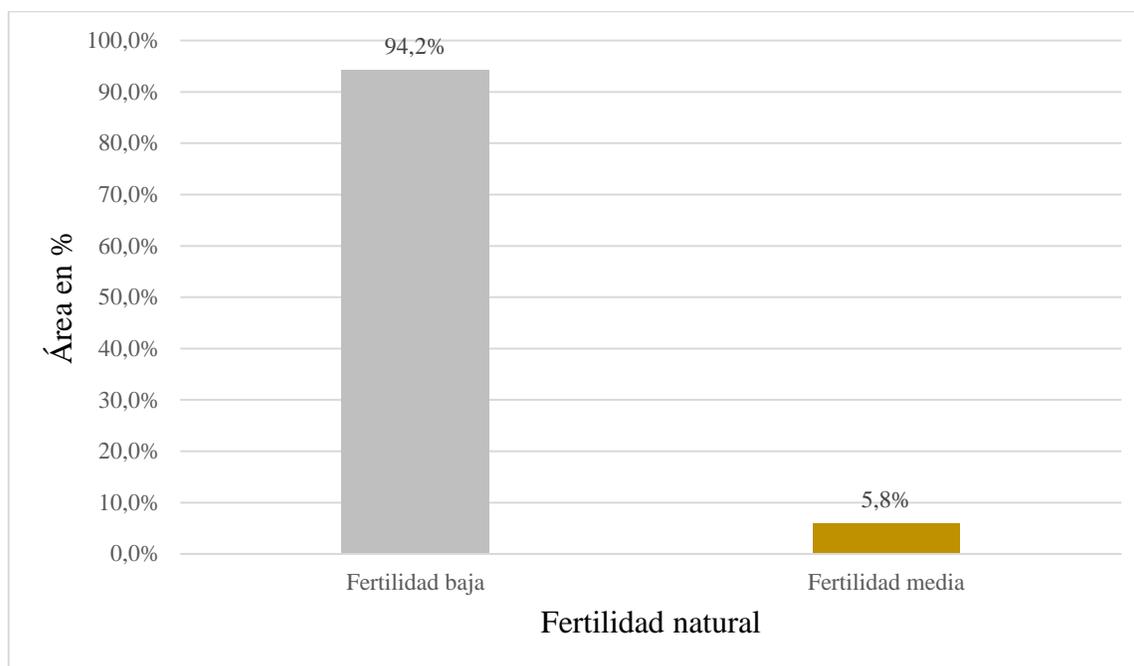
Así mismo en el sector medio los suelos de fertilidad natural baja comprenden la mayor área con 49.0 % y el nivel fertilidad media es la de menor área con 2.3 %.

En caso del sector alta los suelos de fertilidad natural baja presentan mayor área con 34.4 %, y el nivel fertilidad media es la de menor área con 1.5 %.

La fertilidad natural en el área total se encuentra distribuidos de la siguiente manera:

Figura 28

Fertilidad natural de los suelos agrícolas del área total



De acuerdo al diagnóstico de fertilidad natural, el nivel bajo es el que abarca mayor área con 4376.85 ha la cual es el 94.2 % y las tierras de fertilidad natural media cuenta con 271.87 ha siendo el 5.8 % respecto al área total.

V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al estudio realizado se concluye que las áreas agrícolas del distrito de Pueblo Libre se caracterizan por presentar lo siguiente: en el *sector bajo* los suelos son de textura franco arcilloso, pH ligeramente alcalino (4.18 a 7.749), MO de nivel media (de 2 a 4 %), fósforo (P) de nivel alto (> a 14 ppm) y el CIC de nivel alto (12 a 20 meq/100g). En cuanto en el *sector medio* presenta suelos de texturas francos, pH moderadamente acidas (5.58 a 6.28), MO de nivel baja (< a 2 %), fósforo (P) de nivel alto y el CIC de nivel medio (8 a 12 meq/100g). Mientras el *sector alto* presenta suelos de textura franco arenoso arcilloso, pH moderadamente acidas, MO de nivel baja, fósforo (P) de nivel medio (de 7 a 14 ppm) y el CIC de nivel medio. En los tres sectores el potasio (K) se encuentra en niveles bajas (< a 100 ppm), el nitrógeno total (Nt.) es de nivel medio (0.096 a 0.126 %), la porosidad es baja (< a 2.4g/cm³), la conductividad eléctrica (CE) es baja (< a 0.2ds/m) considerada libre de salinidad, los iones solubles presentes son el cloruro (CL⁻), sulfato (SO₄⁼) y los carbonatos (CO₃⁼) es casi nulo.
2. El diagnóstico de fertilidad natural se clasifico en dos grupos, el de nivel medio considerado los suelos que presenten alguno de los contenidos de MO, fosforo o potasio tenga un nivel alto y los otros medios; la cual representa la menor área con 5.8 %. Mientras para el nivel de fertilidad baja se consideró los suelos que presentan al menos uno de los contenidos de MO, P o K en niveles bajos; la cual fue el 94.2 % del área total.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas se recomienda aplicar materias orgánicas, ya que los niveles se encuentran en niveles bajos en su gran mayoría.
2. Así mismo para complementar la deficiencia nutricional, se recomienda la aplicación de la fertilización sintética para mejorar los rendimientos.
3. Efectuar las buenas prácticas agronómicas para evitar la degradación de los suelos, mediante la rotación de cultivos y el uso adecuados de insumos sintéticos; en caso de los suelos ácidos las que se sitúan en el sector medio, se recomienda la incorporar enmiendas como cal para neutralizar la ácidos; la cual favorecerá la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de los cultivos.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acosta, C. (2007). *El suelo agrícola, un ser vivo*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2540941>
- Alba Gutierrez, M. (2016). *Caracterización de la fertilidad de los suelos con fines agrícolas del distrito de Huata provincia de Huaylas departamento de Ancash*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2258>
- Álvarez Álvarez, J. M., Novillo Carmona, J., & Rico Selas, M. I. (2003). Los micronutrientes un factor importante en muchos cultivos. 614. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=722800>
- Amezcu Romero, J. C., & Lara Flores, M. (Julio-septiembre de 2017). El zinc en las plantas. *Ciencia*, 68(3), 3o. Obtenido de <https://pdfslide.tips/documents/n-n-nnn-n-n-el-zinc-en-las-plantas-revista-2017-07-27-de-los-carbohidratos.html>
- Amézquita C., E. (2004). *La fertilidad física del suelo*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29045>

- Andina Guevara, D. (2012). Calcio y Magnesio del Suelo. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/view/16473391/calcio-y-magnesio-del-suelo-edafologia>
- Ardiles Villanueva, R. C. (2019). *Diagnostico de la fertilidad de los suelos con fines agricolas de la comunidad campesina de Pampacancha-Distrito y Provincia de Recuay-Ancash*. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3493>
- Barbaro, L. A., Karlanian, M., & Mata, D. A. (2014). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 8. Obtenido de <https://inta.gob.ar/documentos/importancia-del-ph-y-la-conductividad-electrica-ce-en-los-sustratos-para-plantas#:~:text=Importancia%20del%20pH%20y%20la,problemas%20nutricionales%20y%20se%20estresen.>
- Bernier Villarroe, R. (2000). *Tecnica de diagnostico de Fertilidad del Suelo, Fertilizacion de Praderas, Cultivos y Mejoramiento de Praderas*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. doi:ISSN 07-17-4810
- Bueno Buelvas, R., & Fernández Lizarazo, J. C. (2019). La capacidad de intercambio catiónico del suelo: una bóveda de La capacidad de intercambio catiónico del suelo: una bóveda de nutrición clave en la producción de alimentos. *Ámbito Investigativo.*, 4, 9. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/ai/vol4/iss1/2/>
- Cairo, p. (1995). *La Fertilidad Física de suelo y la Agricultura Orgánica en el Trópico*. Managua., Nicaragua: UNA.
- Calliri Ahuashi, M. S. (2021). *Indicadores físicos químicos y biológicos del suelo en tres sistemas de uso centro poblado menor Huarisca Grande, Distrito Ahuac, Provincia*

Chupaca - Junín. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María , Perú.

Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2212>

Castellanos Ramos, J. Z., Cueto Wong, J. A., Macías Cervantes, J., & Salinas García, J. R.

(2005). *Estudios de Nutrición Vegetal de los Principales Cultivos Básicos de México*.

Celaya, Guanajuato, México.

Castellanos, J. Z. (2014). El Boro (B), en la Nutrición de los Cultivos. . *Hojas Técnicas de*

Fertilab, 4. Obtenido de <https://agroalimentando.com/nota/860>

Cerisola, A. C. (2015). *Fertilidad Química Fertilización Mineral*.

Céspedes, C., & Millas, P. (Mayo de 2015). Relevancia de la Materia Orgánica del Suelo.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación

Quilamapu, 30. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7858>

Cherlinka, V. (2022). *Fertilidad Del Suelo: Cómo Mantenerla Y Recuperarla*. Obtenido de

EOS Data Analytics. : <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>

Cherlinka, V. (2022). *Fertilidad Del Suelo: Cómo Mantenerla Y Recuperarla*. Obtenido de

EOS Data Analytics.: <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>

Cooper, L. (22 de Junio de 2019). *Los micronutrientes son la clave para mejorar la*

producción. Obtenido de Huma Gro: [tps://humagro.com/los-micronutrientes-son-la-clave-para-mejorar-la-produccion-2/](https://humagro.com/los-micronutrientes-son-la-clave-para-mejorar-la-produccion-2/)

Cotos Guzman, F. A. (2018). *Caracterización del estado nutricional de los suelos del distrito*

de santa cruz provincia de Huaylas –Región Ancash de la cuenca del santa mediante

el método de exclusión. Universidad Nacional “Santiago Antunez de Mayolo”, Huaraz,

Perú. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2516>



- Cremona, M. V., & Enriquez, A. S. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. 1. Obtenido de <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/7709>
- Dorronsor, C. (s.f). Introducción a la Edafología. En D. d. Universidad de Granada (Ed.). Obtenido de <http://www.edafologia.net/introeda/tema00/progr.htm>
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (Cuarta edición ed.). Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/publications/card/en/c/0f070cdd-1b6d-53fa-add1-5c972fb299d2/>
- Felles Leandro, D. (2014). *Fertilidad de los Suelos*. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, Huacho. Obtenido de <https://es.slideshare.net/MichelRodriguez1/fertilidad-de-suelos-40092341>
- FERTIBOX. (2019). *Macronutrientes del Suelo*. (Á. G.J, Productor) Obtenido de Fertibox.: <https://www.fertibox.net/single-post/macronutrientes-del-suelo>
- García Martín, T., Storch de Gracia, J. M., & Asensio. (2004). Introducción a la edafología: origen, evolución, especies minerales, clasificación y reconocimiento de suelos. (J. M. tecnologia@uax.es, Ed.) *Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente* , 2, 4. Obtenido de https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/509
- Garrido Valero, S. (1994). *Interpretacion de Análisis de Suelos*. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, Madrid. doi:LS.B.N.: 84-341-0810-0
- Ingaramo, O., Paz González, A., Mirás Avalos, J. M., & Vidal Vázquez, E. (2007). Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, 32, 128. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2527757>
- Larriva Coronel, N. (2003). Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y plantas. 2(1), 23. Obtenido de <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/2.2003.09>

- Lopez Galan, E., & Minano Fernandez, F. (1998). *Metodos rapidos de analisis de suelos*.
- López, A. J. (2005). *Manual de Edafología*. Universidad de Sevilla, Sevilla, España. Obtenido de <https://docplayer.es/15622146-Manual-de-edafologia-por-antonio-jordan-lopez.html>
- Melgar, R. (2011). Molibdeno y Cobalto: Dos micronutrientes esenciales en la producción de soja. *INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.*, 26. Obtenido de <https://fertilizar.org.ar/molibdeno-y-cobalto-dos-micronutrientes-esenciales-en-la-produccion-de-soja/>
- Mendoza Sánchez , E. T. (2017). *Evaluación del índice de disponibilidad de elementos nutritivos a diferentes niveles de altitud en el distrito de Jangas, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancas*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo., Huaraz, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1998>
- MIDAGRI, D. S.-2. (2022). *Reglamento de Calificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayo*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/midagri/normas-legales/2979424-0005-2022-midagri>
- Múnera Vélez, G. A. (2014). *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11059/5248>
- Noellemeyer, E., Quiroga, A. R., Fernández, R., Frasier, I., Álvarez, C., Álvarez, L., & Leizica, E. y. (2021). *Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo*. Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/10338>
- ONERN. (1973). Estudio de suelos del callejón de Huaylas (Semidetallado). Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12543/1012>

- Osorio , N. W. (2012). pH del Suelo y Disponibilidad de Nutrientes. *Universidad Nacional de Colombia*, 1(4), 1.
- Pautasso J., M., & Melchiori R. (2020). *Pasos para el “éxito” en el diagnóstico de fertilidad*. Serie Extensión INTA, Paraná. doi:ISSN 0325 - 8874.
- Pereira Morales, C. A. (2011). *Edafología I*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua , Nicaragua. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/>
- Porta, J., & López-Acevedo, M. y. (2003). *Edafología para La Agricultura y El Medio Ambiente*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. doi:ISBN: 1-4492-8686-0
- Ramírez Carvajal, R. (Septiembre de 1997). Factores Formadores de Suelos; Fases del Suelo; Ph; Capacidad de Intercambio Catiónico. 14-15. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11348/6636>
- Romero C. (2008). *Fertilidad Natural*.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León., J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo* . Universidad de la República, Montevideo-Uruguay. Obtenido de <https://es.readkong.com/page/propiedades-fisicas-del-suelo-7074084>
- Sandoval Estrada, M., Dörner Fernández, J., Seguel Seguel, O., & Cuevas Becerra, J. y. (2011). *Métodos de Análisis Físico de Suelos*. Universidad de Concepción, Chillán, Chile. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/59208>
- Schweizer Lassaga, S. (2011). *Muestreo y Análisis de Suelos para Diagnóstico de Fertilidad*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). doi:ISBN 978-9968-586-08-5
- Silva Arroyave, S. M., & Correa Restrepo, J. F. (2009). Análisis de la Contaminación del Suelo: Revisión de la Normativa y Posibilidades de Regulación Económica. *12(23)*,

15. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-63462009000100002

Solis Aulestia, M. J. (2011). *Levantamiento edafológico y agrológico con fines de planificación agropecuaria de la Hacienda Bernabé Pedro Vicente Maldonado Ecuador*. Sangolquí, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3274>

USDA. (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Obtenido de <https://tysmagazine.com/guia-la-evaluacion-la-calidad-salud-del-suelo/>

Valdes Fabres, A. (1962). *Guia para Descripcion de los Sulos*.

Vistoso Gacitúa, E. M., & Martínez Lagos, J. (2019). Los Micronutrientes del Suelo. *INIA Remehue*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66900>

Zhunaula Angamarca, W. G. (2016). *Evaluación química y biológica de la fertilidad actual de un suelo, desarrollado sobre andesita en el sistema de riego la Era, cantón Catamayo*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10313>

VIII. ANEXO

Anexo 1. Datos biométricos y cálculos

Tabla 13

Datos biométricos de color del suelo

Orden	Lugar de muestreo	Sector	Color	Código de color	Área en ha
1	Hoyada alta (M1)	Media	Marrón	7.5 YR 4/3	33.89
2	Hoyada alta (M2)	Media	Marrón oscuro amarillento	10 YR 4/4	34.88
3	Carayoc (M1)	Media	Marrón fuerte	7.5 YR 4/3	24.48
4	Llacta (M1)	Baja	Marrón	7.5 YR 4/2	140.36
5	Llacta (M2)	Baja	Marrón muy oscuro	10 YR 2/2	69.27
6	Huashca (M1)	Baja	Marrón	10 YR 4/3	26.66
7	Huashca (M2)	Baja	Marrón	7.5 YR 4/2	48.93
8	Huashca (M2)	Baja	Marrón oscuro grisáceo	10 YR 4/2	28.79
9	Hoyada baja (M1)	Media	Marrón rojizo	5 YR 4/3	130.80
10	Carayoc (M2)	Media	Marrón oscuro amarillento	10 YR 4/4	208.06
11	Chiclin (M1)	Media	Marrón fuerte	7.5 YR 4/6	296.65
12	Chiclin (M2)	Media	Marrón oscura	7.5 YR 3/4	156.67
13	Huanayoc (M1)	Media	Marrón	10 YR 5/3	227.77
14	Cruz de mayo (M1)	Alta	Marrón grisáceo	10 YR 5/2	338.47
15	Riurin (M1)	Alta	Marrón oscuro amarillento	10 YR 4/4	181.87
16	Acoyo (M1)	Alta	Rojo amarillento	5 YR 5/6	303.73
17	Pueblo Libre (M1)	Baja	Marrón amarillento	10 YR 5/6	14.04
18	Pueblo Libre (M2)	Baja	Marrón oscuro grisáceo	10 YR 4/2	18.48
19	Pallanca (M1)	Baja	Marrón oscura	10 YR 5/4	18.37
20	Pallanca (M2)	Baja	Marrón	7.5 YR 4/4	11.82
21	Pallanca (M3)	Baja	Marrón	10 YR 4/3	15.54
22	Chanahuas (M1)	Media	Marrón fuerte	7.5 YR 5/8	18.40
23	Carhua (M1)	Media	Marrón	2.5 YR	25.77
24	Carhua (M2)	Media	Marrón	10 YR 4/3	62.42
25	Carhua (M3)	Media	Marrón grisáceo	2.5 Y 5/2	23.23
26	Huaylla (M1)	Media	Marrón oscura	7.5 YR 3/2	36.84
27	Antircan (M1)	Alta	Rojo amarillento	5 YR 4/6	124.40
28	Antircan (M2)	Alta	Marrón fuerte	7.5 YR 4/6	141.62
29	Huacay (M1)	Alta	Marrón	7.5 YR 4/3	72.26
30	Huacay (M2)	Alta	Marrón	7.5 YR 4/4	39.53
31	Huacay (M3)	Alta	Marrón	7.5 YR 4/2	63.54
32	Marca (M1)	Media	Marrón oscuro amarillento	10 YR 4/4	94.30

33	Marca (M2)	Media	Marrón oscuro rojizo	5 YR	3/3	67.00
34	Marca (M3)	Alta	Rojo amarillento	5 YR	5/6	45.57
35	Marca (M4)	Alta	Marrón	10 YR	4/3	23.71
36	Quichua (M1)	Baja	Marrón	10 YR	5/3	27.01
37	Huamancallan (M1)	Media	Marrón	10 YR	4/3	108.77
38	Allmay (M1)	Media	Marrón rojizo	5 YR	4/3	138.02
39	Allmay (M2)	Media	Marrón rojizo	5 YR	4/4	99.61
40	Allmay (M3)	Alta	Marrón	10 YR	5/3	50.03
41	Allmay (M4)	Alta	Marrón oscura	7.5 YR	3/2	32.08
42	Coiroshco (M1)	Media	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/2	59.91
43	Coiroshco (M2)	Media	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/2	58.29
44	Coiroshco (M3)	Media	Marrón amarillento	10 YR	5/4	41.97
45	Coiroshco (M4)	Alta	Marrón grisáceo	2.5 YR	5/2	46.49
46	Tocash (M1)	Baja	Marrón oscura	7.5 YR	3/4	86.93
47	Tocash (M2)	Baja	Marrón	7.5 YR	5/4	40.05
48	Huaracayoc (M1)	Alta	Marrón	10 YR	4/3	30.43
49	CatucanCHA (M1)	Alta	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/2	54.41
50	Fuipon (M1)	Alta	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/4	46.48
51	Cotoraca (M1)	Media	Marrón	10 YR	5/3	46.45
52	Cotoraca (M2)	Media	Rojo amarillento	5 YR	4/6	73.44
53	Cotoraca (M3)	Media	Rojo	2.5 YR	4/8	105.02
54	Cotoraca (M4)	Media	Rojo amarillento	5 YR	5/6	64.35
55	Cochatanca (M1)	Media	Marrón	7.5 YR	4/3	96.11
56	Cochatanca (M2)	Media	Marrón	7.5 YR	4/3	17.70
57	Cochatanca (M3)	Media	Marrón	10 YR	4/3	33.59
58	Cochatanca (M4)	Alta	Marrón fuerte	7.5 YR	4/6	23.23
59	Cotoraca (M5)	Baja	Rojo amarillento	5 YR	4/6	30.76
60	Cotoraca (M6)	Baja	Marrón muy oscuro	10 YR	2/2	15.70
61	Shacay (M1)	Alta	Marrón oscuro	7.5 YR	3/2	42.17
62	Shacay (M2)	Alta	Marrón oscuro amarillento	10 YR	4/4	11.60

Figura 29

Clave de colores de suelos identificados

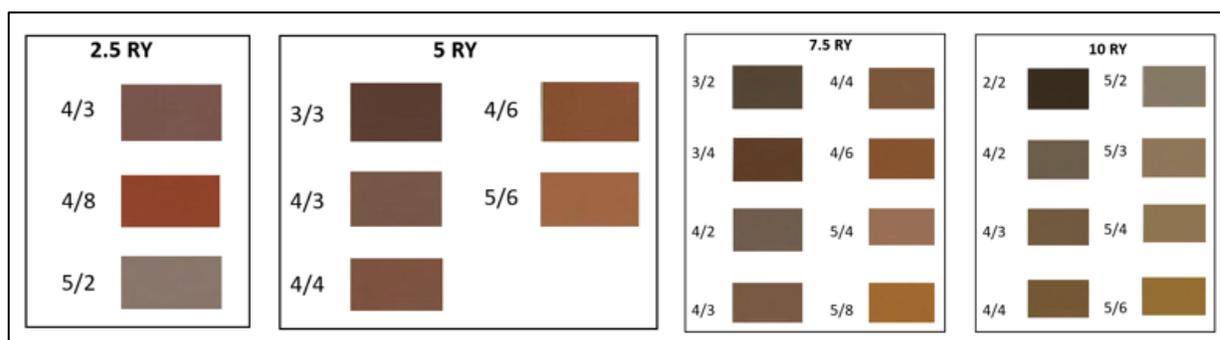


Tabla 14*Colores de suelos por sectores*

Colores de los suelos agrícolas por sectores								
Área (ha)	Sector bajo		Sector medio			Sector alto		
	Área en %	Color	Área (ha)	Área en %	Color	Área (ha)	Área en %	Color
-	-	Rojo	105.02	2.3%	Rojo	-	-	Rojo
30.76	0.7%	Rojo amarillento	137.79	3.0%	Rojo amarillento	473.71	10.2%	Rojo amarillento
-	-	Marrón rojizo	435.44	9.4%	Marrón rojizo	-	-	Marrón rojizo
14.04	0.3%	Marrón amarillento	41.97	0.9%	Marrón amarillento	-	-	Marrón amarillento
-	-	Marrón oscuro amarillento	337.24	7.3%	Marrón oscuro amarillento	193.47	4.2%	Marrón oscuro amarillento
47.27	1.0%	Marrón oscuro grisáceo	141.43	3.0%	Marrón oscuro grisáceo	485.84	10.5%	Marrón grisáceo
310.38	6.7%	Marrón	652.45	14.0%	Marrón	279.51	6.0%	Marrón
0.00	0.0%	-	339.53	7.3%	Marrón fuerte	164.85	3.5%	Marrón fuerte
105.31	2.3%	Marrón oscura	193.51	4.2%	Marrón oscura	74.25	1.6%	Marrón oscura
84.98	1.8%	Marrón muy oscuro	-	-	Marrón muy oscuro	-	-	Marrón muy oscuro

Tabla 15*Área de colores de suelos en % y ha*

Área de colores de suelos por sectores						
Color	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha) x color	
Rojo	0.0%	2.3%	0.0%	2.3%	105.02	
Rojo amarillento	0.7%	3.0%	10.2%	13.8%	642.25	
Marrón rojizo	0.0%	9.4%	0.0%	9.4%	435.44	
Marrón amarillento	0.3%	0.9%	0.0%	1.2%	56.01	
Marrón oscuro amarillento	0.0%	7.3%	4.2%	11.4%	530.71	
Marrón oscuro grisáceo	1.0%	3.0%	10.5%	14.5%	674.54	
Marrón	6.7%	14.0%	6.0%	26.7%	1242.34	
Marrón fuerte	0.0%	7.3%	3.5%	10.8%	504.38	
Marrón oscura	2.3%	4.2%	1.6%	8.0%	373.07	
Marrón muy oscuro	1.8%	0.0%	0.0%	1.8%	84.98	
ÁREA TOTAL				100.0%	4648.71	

Tabla 16*Datos biométricos de textura y estructura de suelos*

Orden	Lugar de muestreo	Sector	Textura	Estructura	Área en ha
1	Hoyada alta (M1)	Media	Franco arcilloso	Bloques angulares	33.89
2	Hoyada alta (M2)	Media	Franco arcilloso	Bloques angulares	34.88
3	Carayoc (M1)	Media	Franco	Granular compuesto	24.48
4	Llacta (M1)	Baja	Franco arcilloso	Bloques angulares	140.36
5	Llacta (M2)	Baja	Franco arcilloso	Bloques angulares	69.27
6	Huashca (M1)	Baja	Franco arenoso	Granular compuesto	26.66
7	Huashca (M2)	Baja	Franco arcilloso	Bloques angulares	48.93
8	Huashca (M2)	Baja	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	28.79
9	Hoyada baja (M1)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques sub angulares	130.80
10	Carayoc (M2)	Media	Franco arcilloso	Bloques angulares	208.06
11	Chiclin (M1)	Media	Franco	Bloques angulares	296.65
12	Chiclin (M2)	Media	Franco	Bloques sub angulares	156.67
13	Huanayoc (M1)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques sub angulares	227.77
14	Cruz de mayo (M1)	Alta	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	338.47
15	Riurin (M1)	Alta	Franco	Bloques sub angulares	181.87
16	Acoyo (M1)	Alta	Franco arcilloso arenoso	Bloques sub angulares	303.73
17	Pueblo Libre (M1)	Baja	Franco arcilloso	Bloques angulares	14.04
18	Pueblo Libre (M2)	Baja	Franco arcilloso	Bloques angulares	18.48
19	Pallanca (M1)	Baja	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	18.37
20	Pallanca (M2)	Baja	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	11.82
21	Pallanca (M3)	Baja	Franco arcilloso arenoso	Bloques sub angulares	15.54
22	Chanahuas (M1)	Media	Franco arcilloso	Granular compuesto	18.40
23	Carhua (M1)	Media	Franco arcilloso	Granular compuesto	25.77
24	Carhua (M2)	Media	Franco arcilloso	Bloques angulares	62.42
25	Carhua (M3)	Media	Franco arcilloso	Granular compuesto	23.23
26	Huaylla (M1)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	36.84
27	Antircan (M1)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	124.40
28	Antircan (M2)	Alta	Arcillo limoso	Bloques angulares	141.62
29	Huacay (M1)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	72.26
30	Huacay (M2)	Alta	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	39.53
31	Huacay (M3)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	63.54
32	Marca (M1)	Media	Franco	Bloques sub angulares	94.30
33	Marca (M2)	Media	Franco	Bloques angulares	67.00
34	Marca (M3)	Alta	Franco arenoso	Granular compuesto	45.57
35	Marca (M4)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	23.71
36	Quichua (M1)	Baja	Franco arcilloso arenoso	Bloques sub angulares	27.01
37	Huamancallan (M1)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques sub angulares	108.77

38	Allmay (M1)	Media	Arcillo arenoso	Bloques sub angulares	138.02
39	Allmay (M2)	Media	Franco arcilloso	Bloques angulares	99.61
40	Allmay (M3)	Alta	Franco arcilloso arenoso	Bloques sub angulares	50.03
41	Allmay (M4)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	32.08
42	Coiroshco (M1)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	59.91
43	Coiroshco (M2)	Media	Franco arcilloso	Bloques angulares	58.29
44	Coiroshco (M3)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	41.97
45	Coiroshco (M4)	Alta	Franco	Bloques sub angulares	46.49
46	Tocash (M1)	Baja	Franco	Bloques sub angulares	86.93
47	Tocash (M2)	Baja	Franco arenoso	Granular compuesto	40.05
48	Huaracayoc (M1)	Alta	Franco arenoso	Granular compuesto	30.43
49	Catucancha (M1)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	54.41
50	Fuipon (M1)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	46.48
51	Cotoraca (M1)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	46.45
52	Cotoraca (M2)	Media	Franco	Bloques sub angulares	73.44
53	Cotoraca (M3)	Media	Franco arenoso	Granular compuesto	105.02
54	Cotoraca (M4)	Media	Franco arcilloso arenoso	Bloques angulares	64.35
55	Cochatanca (M1)	Media	Franco	Granular compuesto	96.11
56	Cochatanca (M2)	Media	Franco	Bloques sub angulares	17.70
57	Cochatanca (M3)	Media	Franco	Bloques sub angulares	33.59
58	Cochatanca (M4)	Alta	Franco	Bloques sub angulares	23.23
59	Cotoraca (M5)	Baja	Franco	Bloques sub angulares	30.76
60	Cotoraca (M6)	Baja	Franco arcilloso	Bloques angulares	15.70
61	Shacay (M1)	Alta	Franco	Granular compuesto	42.17
62	Shacay (M2)	Alta	Franco arcilloso	Bloques angulares	11.60

Figura 30

Texturas de suelos identificadas

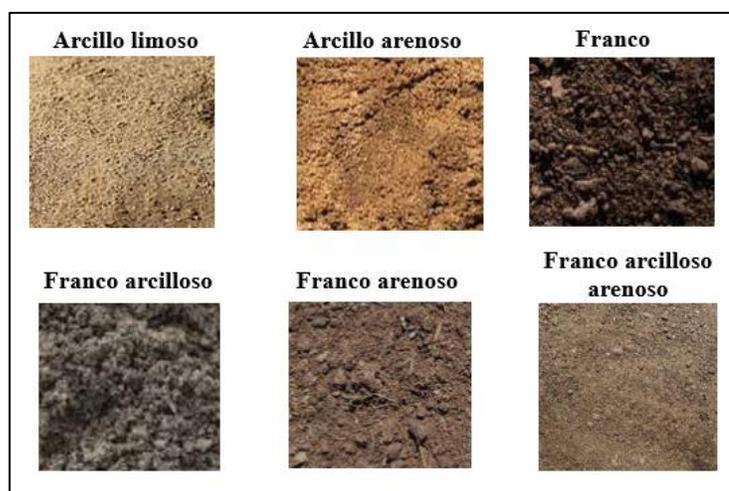


Tabla 17*Textura de suelos por sectores*

Textura de los suelos agrícolas por sectores								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área (ha)	Área en %	Textura	Área (ha)	Área en %	Textura	Área (ha)	Área en %	Textura
0.00	0.00%	Arcillo limoso	0.00	0.00%	Arcillo limoso	141.62	3.05%	Arcillo limoso
0.00	0.00%	Arcillo arenoso	138.02	2.97%	Arcillo arenoso	0.00	0.00%	Arcillo arenoso
117.69	2.53%	Franco	859.93	18.50%	Franco	293.75	6.32%	Franco
306.79	6.60%	Franco arcilloso	564.55	12.14%	Franco arcilloso	428.49	9.22%	Franco arcilloso
66.71	1.44%	Franco arenoso	105.02	2.26%	Franco arenoso	76.00	1.63%	Franco arenoso
101.53	2.18%	Franco arenoso arcilloso	716.85	15.42%	Franco arenoso arcilloso	731.76	15.74%	Franco arenoso arcilloso

Tabla 18*Área de clases texturales de suelos en % y ha*

Área de clases texturales de los suelos agrícolas					
Clase textural	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Arcillo limoso	0.0%	0.0%	3.0%	3.05%	141.62
Arcillo arenoso	0.0%	3.0%	0.0%	2.97%	138.02
Franco	2.5%	18.5%	6.3%	27.35%	1271.37
Franco arcilloso	6.6%	12.1%	9.2%	27.96%	1299.83
Franco arenoso	1.4%	2.3%	1.6%	5.33%	247.73
Franco arenoso arcilloso	2.2%	15.4%	15.7%	33.35%	1550.14
Área total				100.00%	4648.71

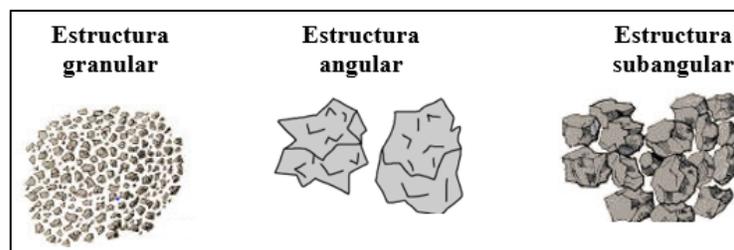
Figura 31*Estructura de suelo identificadas*

Tabla 19*Estructura de los suelos por sectores*

Estructura de los suelos agrícolas por sectores								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área (ha)	Área en %	Estructura	Área (ha)	Área en %	Estructura	Área (ha)	Área en %	Estructura
66.71	1.4%	Granular	293.00	6.3%	Granular	87.60	1.9%	Granular
160.24	3.4%	Subangular	1121.04	24.1%	Subangular	647.52	13.9%	Subangular
365.77	7.9%	Angular	970.34	20.9%	Angular	936.51	20.1%	Angular

Tabla 20*Área de clases de estructurales de los suelos en % y ha*

Área de clase estructural de los suelos agrícolas					
Estructura	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Granular	1.4%	6.3%	1.9%	9.6%	447.30
Subangular	3.4%	24.1%	13.9%	41.5%	1928.80
Angular	7.9%	20.9%	20.1%	48.9%	2272.62
	Área total			100.0%	4648.71

Tabla 21*Datos biométricos de Da, Dr. y porosidad*

Orden	Lugar de muestreo	Sector	Da g/cm ³	Dr g/cm ³	Porosidad %	Área en ha
1	Hoyada alta (M1)	Media	1.32	2.38	44.5	33.89
2	Hoyada alta (M2)	Media	1.36	2.34	41.9	34.88
3	Carayoc (M1)	Media	1.5	2.53	40.7	24.48
4	Llacta (M1)	Baja	1.35	2.38	43.3	140.37
5	Llacta (M2)	Baja	1.35	2.38	43.3	69.27
6	Huashca (M1)	Baja	1.52	2.42	37.2	26.66
7	Huashca (M2)	Baja	1.35	2.46	45.1	48.93
8	Huashca (M2)	Baja	1.36	2.38	42.9	28.79
9	Hoyada baja (M1)	Media	1.54	2.48	37.9	130.80
10	Carayoc (M2)	Media	1.32	2.48	46.8	208.06
11	Chiclin (M1)	Media	1.42	2.5	43.2	156.67

12	Chiclin (M2)	Media	1.48	2.46	39.8	296.65
13	Huanayoc (M1)	Media	1.38	2.39	42.3	227.77
14	Cruz de mayo (M1)	Alta	1.39	2.31	39.8	338.47
15	Riurin (M1)	Alta	1.44	2.46	41.5	181.87
16	Acoyo (M1)	Alta	1.38	2.25	38.7	303.73
17	Pueblo Libre (M1)	Baja	1.35	2.54	46.9	14.04
18	Pueblo Libre (M2)	Baja	1.36	2.43	44.0	18.48
19	Pallanca (M1)	Baja	1.38	2.42	43.0	18.37
20	Pallanca (M2)	Baja	1.38	2.34	41.0	11.82
21	Pallanca (M3)	Baja	1.34	2.27	41.0	15.54
22	Chanahuas (M1)	Media	1.5	2.38	37.0	18.40
23	Carhua (M1)	Media	1.52	2.48	38.7	25.77
24	Carhua (M2)	Media	1.35	2.5	46.0	62.42
25	Carhua (M3)	Media	1.54	2.5	38.4	23.23
26	Huaylla (M1)	Media	1.38	2.43	43.2	36.84
27	Antircan (M1)	Alta	1.36	2.05	33.7	124.41
28	Antircan (M2)	Alta	1.33	2.42	45.0	141.62
29	Huacay (M1)	Alta	1.32	2.38	44.5	72.26
30	Huacay (M2)	Alta	1.38	2.34	41.0	39.53
31	Huacay (M3)	Alta	1.35	2.38	43.3	63.54
32	Marca (M1)	Media	1.44	2.46	41.5	94.30
33	Marca (M2)	Media	1.5	2.53	40.7	67.00
34	Marca (M3)	Alta	1.54	2.48	37.9	45.57
35	Marca (M4)	Alta	1.35	2.5	46.0	23.71
36	Quichua (M1)	Baja	1.38	2.39	42.3	27.01
37	Huamancallan (M1)	Media	1.37	2.48	44.8	108.77
38	Allmay (M1)	Media	1.3	2.34	44.4	138.03
39	Allmay (M2)	Media	1.42	2.5	43.2	99.61
40	Allmay (M3)	Alta	1.38	2.46	43.9	50.03
41	Allmay (M4)	Alta	1.34	2.27	41.0	32.08
42	Coiroshco (M1)	Media	1.39	2.31	39.8	59.91
43	Coiroshco (M2)	Media	1.36	2.38	42.9	41.97
44	Coiroshco (M3)	Media	1.38	2.42	43.0	58.29
45	Coiroshco (M4)	Alta	1.45	2.54	42.9	46.49
46	Tocash (M1)	Baja	1.48	2.46	39.8	86.93
47	Tocash (M2)	Baja	1.46	2.34	37.6	40.05
48	Huaracayoc (M1)	Alta	1.52	2.46	38.2	30.43
49	Catucancho (M1)	Alta	1.36	2.48	45.2	54.41
50	Fuipon (M1)	Alta	1.32	2.48	46.8	46.48
51	Cotoraca (M1)	Media	1.37	2.48	44.8	46.45
52	Cotoraca (M2)	Media	1.5	2.5	40.0	73.44
53	Cotoraca (M3)	Media	1.54	2.52	38.9	105.02
54	Cotoraca (M4)	Media	1.38	2.25	38.7	64.35

55	Cochatanca (M1)	Media	1.5	2.34	35.9	96.11
56	Cochatanca (M2)	Media	1.46	2.53	42.3	17.70
57	Cochatanca (M3)	Media	1.42	2.34	39.3	33.59
58	Cochatanca (M4)	Alta	1.4	2.29	38.9	23.23
59	Cotoraca (M5)	Baja	1.42	2.38	40.3	30.76
60	Cotoraca (M6)	Baja	1.37	2.34	41.5	15.70
61	Shacay (M1)	Alta	1.28	2.53	49.4	42.17
62	Shacay (M2)	Alta	1.36	2.34	41.9	11.60

Tabla 22*Valores de densidad aparente*

Valor	Rango de Da en g/cm ³
Mínimo	1.28
Promedio	1.40
Máximo	1.54

Tabla 23*Valores de densidad real.*

Valor	Rango de Dr en g/cm ³
Mínimo	2.05
Promedio	2.41
Máximo	2.54

Tabla 24*Clave de clasificación de porosidad*

Clasificación	Porosidad en %
Muy bajo	< 40
Bajo	40 - 45
Medio	45 - 55
Alto	55 - 65
Muy alta	> 65

Tabla 25*Porosidad de los suelos por sectores*

Porosidad (%) de los suelos agrícolas								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área (ha)	Área en %	Porosidad	Área (ha)	Área en %	Porosidad	Área (ha)	Área en %	Porosidad
153.65	3.31%	Nivel muy bajo	853.81	18.37%	Nivel muy bajo	865.83	18.63%	Nivel muy bajo
376.11	8.09%	Nivel bajo	1260.08	27.11%	Nivel bajo	497.41	10.70%	Nivel bajo
62.97	1.35%	Nivel medio	270.48	5.82%	Nivel medio	308.39	6.63%	Nivel medio

Tabla 26*Área de porosidad de los suelos en % y ha*

Parámetro de porosidad de suelos agrícolas					
Parámetro	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Nivel muy bajo	3.31%	18.37%	18.63%	40.30%	1873.29
Nivel bajo	8.09%	27.11%	10.70%	45.90%	2133.59
Nivel medio	1.35%	5.82%	6.63%	13.81%	641.84
	ÁREA TOTAL			100.0%	4648.71

Tabla 27*Datos biométricos de pH de los suelos*

Orden	Lugar de muestreo	Sector	Área en ha por nivel de pH			Área total
1	Hoyada alta (M1)	Media	26.40	7.49		33.89
2	Hoyada alta (M2)	Media	26.51	5.25	3.12	34.88
3	Carayoc (M1)	Media	23.47	1.01		24.48
4	Llacta (M1)	Baja	140.36			140.36
5	Llacta (M2)	Baja	69.27			69.27
6	Huashca (M1)	Baja	26.66			26.66

7	Huashca (M2)	Baja	48.93			48.93
8	Huashca (M2)	Baja	19.53	9.26		28.79
9	Hoyada baja (M1)	Media	36.27	70.27	24.27	130.80
10	Carayoc (M2)	Media	156.79	51.27		208.06
11	Chiclin (M1)	Media	189.54	107.10		296.65
12	Chiclin (M2)	Media	17.68	138.99		156.67
13	Huanayoc (M1)	Media	94.62	129.92	3.23	227.77
14	Cruz de mayo (M1)	Alta	338.47			338.47
15	Riurin (M1)	Alta	181.87			181.87
16	Acoyo (M1)	Alta	303.73			303.73
17	Pueblo Libre (M1)	Baja	14.04			14.04
18	Pueblo Libre (M2)	Baja	5.26	13.22		18.48
19	Pallanca (M1)	Baja	5.42	12.95		18.37
20	Pallanca (M2)	Baja	3.13	8.68		11.82
21	Pallanca (M3)	Baja	4.10	11.44		15.54
22	Chanahuas (M1)	Media	18.40			18.40
23	Carhua (M1)	Media	25.77			25.77
24	Carhua (M2)	Media	62.42			62.42
25	Carhua (M3)	Media	20.34	2.89		23.23
26	Huaylla (M1)	Media	36.84			36.84
27	Antircan (M1)	Alta	26.08	74.66	23.66	124.40
28	Antircan (M2)	Alta	141.62			141.62
29	Huacay (M1)	Alta	27.19	33.79	11.28	72.26
30	Huacay (M2)	Alta	32.02	7.52		39.53
31	Huacay (M3)	Alta	50.71	12.83		63.54
32	Marca (M1)	Media	57.22	37.08		94.30
33	Marca (M2)	Media	55.63	11.37		67.00
34	Marca (M3)	Alta	5.49	40.08		45.57
35	Marca (M4)	Alta	3.61	20.11		23.71
36	Quichua (M1)	Baja	18.08	8.94		27.01
37	Huamancallan (M1)	Media	108.77			108.77
38	Allmay (M1)	Media	66.16	71.87		138.02
39	Allmay (M2)	Media	39.01	60.60		99.61
40	Allmay (M3)	Alta	14.98	35.05		50.03
41	Allmay (M4)	Alta	32.08			32.08
42	Coiroshco (M1)	Media	59.91			59.91
43	Coiroshco (M2)	Media	58.29			58.29
44	Coiroshco (M3)	Media	41.97			41.97
45	Coiroshco (M4)	Alta	4.41	42.08		46.49
46	Tocash (M1)	Baja	86.93			86.93
47	Tocash (M2)	Baja	40.05			40.05
48	Huaracayoc (M1)	Alta	4.91	25.52		30.43
49	Catucancho (M1)	Alta	54.41			54.41

50	Fuipon (M1)	Alta	1.57	25.60	7.33	11.99	46.48
51	Cotoraca (M1)	Media	46.45				46.45
52	Cotoraca (M2)	Media	73.44				73.44
53	Cotoraca (M3)	Media	69.53	35.49			105.02
54	Cotoraca (M4)	Media	64.35				64.35
55	Cochatanca (M1)	Media	96.11				96.11
56	Cochatanca (M2)	Media	17.70				17.70
57	Cochatanca (M3)	Media	33.59				33.59
58	Cochatanca (M4)	Alta	23.23				23.23
59	Cotoraca (M5)	Baja	4.38	26.38			30.76
60	Cotoraca (M6)	Baja	10.39	5.31			15.70
61	Shacay (M1)	Alta	42.17				42.17
62	Shacay (M2)	Alta	11.60				11.60

Tabla 28

Clave de clasificación de pH de los suelos

Rangos	Clase
4.18 - 4.88	Fuertemente ácido
4.88 - 5.58	Ácida
5.58 - 6.28	Moderadamente ácido
6.28 - 6.84	Ligeramente ácido
6.84 - 7.74	Neutra a ligeramente alcalina

Tabla 29*pH de los suelos por sectores*

pH de los suelos agrícola por sectores								
Área en (ha)	Sector bajo		Sector medio			Sector alto		
	Área en %	pH	Área en (ha)	Área en %	pH	Área en (ha)	Área en %	pH
10.39	0.22%	Fuertemente ácido	628.12	13.51%	Fuertemente ácido	1.57	0.03%	Fuertemente ácido
23.39	0.50%	Ácida	578.98	12.45%	Ácido	471.54	10.14%	Ácido
25.97	0.56%	Moderadamente ácido	918.11	19.75%	Moderadamente ácido	839.55	18.06%	Moderadamente ácido
73.97	1.59%	Ligeramente ácido	224.29	4.82%	Ligeramente ácido	247.41	5.32%	Ligeramente ácido
459.01	9.87%	Neutra a ligeramente alcalina	34.88	0.75%	Neutra a ligeramente alcalina	111.55	2.40%	Neutra a ligeramente alcalina

Tabla 30*Área de pH de los suelos en % y ha*

Parámetro de pH	Parámetro de pH de suelos agrícolas			Área total en (%)	Área total en (ha)
	Sector bajo	Sector medio	Sector alto		
Fuertemente ácido	0.2%	13.5%	0.0%	13.8%	640.07
Ácido	0.5%	12.5%	10.1%	23.1%	1073.91
Moderadamente ácido	0.6%	19.7%	18.1%	38.4%	1783.62
Ligeramente ácido	1.6%	4.8%	5.3%	11.7%	545.67
Neutra a ligeramente alcalina	9.9%	0.8%	2.4%	13.0%	605.44
ÁREA TOTAL				100.0%	4648.71

Tabla 31*Datos biométricos de MO, Nt, P, K y CE.*

Orden	Lugar de muestreo	Sector	M. O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C. E. Ds/m.	Área en ha
1	Hoyada alta (M1)	Media	2.03	0.102	19	93	0.221	33.89
2	Hoyada alta (M2)	Media	2.048	0.102	18	105	0.092	34.88
3	Carayoc (M1)	Media	2.826	0.141	12	78	0.177	24.48
4	Llacta (M1)	Baja	1.568	0.078	28	76	0.160	140.37
5	Llacta (M2)	Baja	2.844	0.142	26	74	0.171	69.27
6	Huashca (M1)	Baja	1.949	0.097	26	75	0.107	26.66
7	Huashca (M2)	Baja	2.069	0.103	24	103	0.261	48.93
8	Huashca (M2)	Baja	1.796	0.09	28	73	0.099	28.79
9	Hoyada baja (M1)	Media	1.672	0.084	29	107	0.131	130.80
10	Carayoc (M2)	Media	1.875	0.094	16	109	0.116	208.06
11	Chiclin (M1)	Media	2.912	0.146	8	67	0.127	156.67
12	Chiclin (M2)	Media	2.224	0.111	10	69	0.109	296.65
13	Huanayoc (M1)	Media	2.81	0.141	10	74	0.184	227.77
14	Cruz de mayo (M1)	Alta	2.236	0.112	16	74	0.085	338.47
15	Riurin (M1)	Alta	3.518	0.176	12	79	0.134	181.87
16	Acoyo (M1)	Alta	1.935	0.097	10	80	0.017	303.73
17	Pueblo Libre (M1)	Baja	2.928	0.146	12	120	0.096	14.04
18	Pueblo Libre (M2)	Baja	1.835	0.092	30	87	0.162	18.48
19	Pallanca (M1)	Baja	2.492	0.125	12	102	0.039	18.37
20	Pallanca (M2)	Baja	2.162	0.108	16	120	0.185	11.82
21	Pallanca (M3)	Baja	2.48	0.124	15	63	0.057	15.54

22	Chanahuas (M1)	Media	2.01	0.101	13	85	0.111	18.40
23	Carhua (M1)	Media	2.04	0.102	24	111	0.100	25.77
24	Carhua (M2)	Media	1.874	0.131	29	86	0.434	62.42
25	Carhua (M3)	Media	1.968	0.098	28	83	0.123	23.23
26	Huaylla (M1)	Media	2.628	0.131	16	80	0.050	36.84
27	Antircan (M1)	Alta	1.894	0.095	12	91	0.131	124.41
28	Antircan (M2)	Alta	1.796	0.09	28	97	0.097	141.62
29	Huacay (M1)	Alta	2.03	0.102	19	93	0.221	72.26
30	Huacay (M2)	Alta	2.162	0.108	16	120	0.185	39.53
31	Huacay (M3)	Alta	1.568	0.078	28	76	0.160	63.54
32	Marca (M1)	Media	3.518	0.176	12	79	0.134	94.30
33	Marca (M2)	Media	2.814	0.141	8	55	0.076	67.00
34	Marca (M3)	Alta	2.416	0.121	20	91	0.040	45.57
35	Marca (M4)	Alta	1.874	0.094	29	86	0.434	23.71
36	Quichua (M1)	Baja	2.81	0.141	10	74	0.184	27.01
37	Huamancallan (M1)	Media	2.48	0.124	15	63	0.057	108.77
38	Allmay (M1)	Media	1.672	0.084	29	107	0.131	138.03
39	Allmay (M2)	Media	1.952	0.098	11	66	0.077	99.61
40	Allmay (M3)	Alta	1.856	0.093	26	108	0.446	50.03
41	Allmay (M4)	Alta	2.41	0.127	17	113	0.161	32.08
42	Coiroshco (M1)	Media	2.236	0.112	16	74	0.085	59.91
43	Coiroshco (M2)	Media	1.796	0.09	28	73	0.099	41.97
44	Coiroshco (M3)	Media	2.492	0.125	12	102	0.039	58.29
45	Coiroshco (M4)	Alta	1.822	0.091	27	87	0.118	46.49
46	Tocash (M1)	Baja	2.224	0.11	10	69	0.109	86.93
47	Tocash (M2)	Baja	2.234	0.112	14	89	0.049	40.05
48	Huaracayoc (M1)	Alta	1.949	0.097	26	75	0.107	30.43
49	Catucancha (M1)	Alta	1.835	0.092	30	87	0.162	54.41
50	Fuipon (M1)	Alta	1.875	0.094	16	109	0.116	46.48
51	Cotoraca (M1)	Media	2.645	0.132	11	112	0.028	46.45
52	Cotoraca (M2)	Media	2.64	0.132	7	80	0.058	73.44
53	Cotoraca (M3)	Media	2.685	0.134	9	66	0.015	105.02
54	Cotoraca (M4)	Media	1.935	0.097	10	80	0.017	64.35
55	Cochatanca (M1)	Media	2.784	0.139	10	70	0.124	96.11
56	Cochatanca (M2)	Media	2.34	0.117	19	86	0.083	17.70
57	Cochatanca (M3)	Media	4.605	0.23	14	92	0.073	33.59
58	Cochatanca (M4)	Alta	2.912	0.146	8	67	0.127	23.23
59	Cotoraca (M5)	Baja	2.196	0.11	13	109	0.148	30.76
60	Cotoraca (M6)	Baja	2.844	0.142	26	74	0.171	15.70
61	Shacay (M1)	Alta	3.424	0.171	12	94	0.140	42.17
62	Shacay (M2)	Alta	2.048	0.102	18	105	0.092	11.60

Tabla 32*Clave de clasificación de MO.*

Materia orgánica (MO)	
Clasificación	Rango %
Pobre	< 2
Medio	2 a 4
Alto	> 4

Tabla 33*MO de los suelos por sectores*

MO. de los suelos agrícolas por sectores								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área en (ha)	Área en %	MO	Área en (ha)	Área en %	MO	Área en (ha)	Área en %	MO
195.81	4.21%	Nivel bajo	1190.20	25.60%	Nivel bajo	861.13	18.52%	Nivel bajo
396.91	8.54%	medio	1177.13	25.32%	medio	810.49	17.43%	medio
0.00	0.00%	media	17.04	0.37%	media	0.00	0.00%	media
		alto			alto			alto

Tabla 34*Área de MO de los suelos en % y ha*

Materia orgánica de suelos agrícolas					
Parámetro de MO	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Nivel bajo	4.2%	25.6%	18.5%	48.3%	2247.15
Nivel medio	8.5%	25.3%	17.4%	51.3%	2384.53
Nivel alto	0.00%	0.37%	0.00%	0.37%	17.04
ÁREA TOTAL				100.0%	4648.71

Tabla 35*Clave de clasificación de Nt.*

Clasificación	Nt (%)
Extremadamente pobre	< 0.032
Pobre	0.032 - 0.063
Medianamente Pobre	0.064 - 0.095
Medio	0.096 - 0.126
Medianamente rico	0.127 - 0.158
Rico	0.159 - 0.221
Extremadamente rico	> 0.221

Tabla 36*Nt. de los suelos por sectores*

Nt. de los suelos agrícola por sectores								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área en (ha)	Área en %	Nt. (%)	Área en (ha)	Área en %	Nt. (%)	Área en (ha)	Área en %	Nt. (%)
146.48	3.15%	Extremadamente pobre	75.56	1.63%	Extremadamente pobre	141.62	3.05%	Extremadamente pobre
158.84	3.42%	Medianamente Pobre	476.89	10.26%	Medianamente Pobre	409.06	8.80%	Medianamente Pobre
161.37	3.47%	Medio	732.67	15.76%	Medio	841.59	18.10%	Medio
126.03	2.71%	Medianamente rico	1004.95	21.62%	Medianamente rico	55.31	1.19%	Medianamente rico
0.00	0.00%	Extremadamente rico	94.30	2.03%	Extremadamente rico	224.04	4.82%	Extremadamente rico

Tabla 37*Área de Nt. de los suelos en % y ha*

Parámetro de Nt. de los suelos agrícolas					
Parámetro de Nt.	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Extremadamente pobre	3.15%	1.63%	3.05%	7.82%	363.66
Medianamente Pobre	3.42%	10.26%	8.80%	22.47%	1044.80
Medio	3.47%	15.76%	18.10%	37.34%	1735.63
Medianamente rico	2.71%	21.62%	1.19%	25.52%	1186.29
Extremadamente rico	0.00%	2.03%	4.82%	6.85%	318.34
Área total				100.0%	4648.71

Tabla 38*Clave de clasificación del fósforo*

Fósforo (P)	
Clasificación	Rango (ppm)
Pobre	< 7
Medio	7 a 14
Alto	> 14

Tabla 39*Fósforo de los suelos por sectores*

Fósforo de los suelos agrícolas								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área en (ha)	Área en %	Fósforo	Área en (ha)	Área en %	Fósforo	Área en (ha)	Área en %	Fósforo
177.11	3.81%	Nivel bajo	1428.53	30.73%	Nivel bajo	1013.87	21.81%	Nivel bajo
415.61	8.94%	Nivel medio	955.85	20.56%	Nivel medio	657.75	14.15%	Nivel medio

Tabla 40*Área de fósforo de los suelos en % y ha*

Parámetro de (P) de suelos agrícolas					
Parámetro de (P)	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Nivel medio	3.81%	30.73%	21.81%	56.3%	2619.50
Nivel alto	8.94%	20.56%	14.15%	43.7%	2029.21
	Área total			100.0%	4648.71

Tabla 41*Clave de clasificación del potasio*

Potasio (K)	
Clasificación	Rango (ppm)
Pobre	< 100
Medio	100 a 240
Alto	> 240

Tabla 42*Potasio de los suelos por sectores*

Potasio (K) de los suelos agrícolas por sectores								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área en (ha)	Área en %	Potasio	Área en (ha)	Área en %	Potasio	Área en (ha)	Área en %	Potasio
495.12	10.65%	Nivel bajo	1788.55	38.47%	Nivel bajo	1549.97	33.34%	Nivel bajo
97.61	2.10%	Nivel bajo	595.83	12.82%	Nivel bajo	121.65	2.62%	Nivel bajo

Tabla 43*Área de potasio de los suelos en % y ha*

Parámetro de (K) de suelos agrícolas					
Parámetro de (K)	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Nivel bajo	10.65%	38.47%	33.34%	82.5%	3833.64
Nivel medio	2.10%	12.82%	2.62%	17.5%	815.08
Área total				100.0%	4648.71

Tabla 44*Clave de clasificación de la conductividad eléctrica*

Clasificación	Rango de C.E. (d.S/m)
No salino	0 - 2
Muy ligeramente salino	2 - 4
Ligeramente salino	4 - 8
Moderadamente salino	8 - 16
Fuertemente salino	> 16

Tabla 45*Valores de CE de los suelos*

Valor	Rango de C.E. (d.S/m)
Mínimo	0.015
Promedio	0.130
Máximo	0.446

Tabla 46*Datos biométricos de CIC.*

Orden	Lugar de muestreo	Sector	Cationes cambiables meq/100g					CIC MEQ/100
			Ca	Mg	K	Na	H+AL	
1	Hoyada alta (M1)	Media	12.69	1.28	0.24	0.02	0.00	14.23
2	Hoyada alta (M2)	Media	12.97	1.25	0.27	0.01	0.00	14.50
3	Carayoc (M1)	Media	9.19	1.17	1.17	0.02	0.40	10.97
4	Llacta (M1)	Baja	15.17	1.53	0.19	0.02	0.00	16.91
5	Llacta (M2)	Baja	14.87	1.67	0.19	0.02	0.52	16.75
6	Huashca (M1)	Baja	9.99	1.54	0.19	0.01	0.00	11.75
7	Huashca (M2)	Baja	11.53	1.82	0.24	0.02	0.00	13.61
8	Huashca (M2)	Baja	15.74	1.58	0.19	0.01	0.00	17.52
9	Hoyada baja (M1)	Media	13.18	1.07	0.25	0.01	0.35	11.73
10	Carayoc (M2)	Media	11.42	1.23	0.25	0.01	0.00	12.91
11	Chiclin (M1)	Media	6.79	1.40	0.17	0.01	0.66	9.03
12	Chiclin (M2)	Media	7.48	1.10	0.18	0.01	0.50	9.27
13	Huanayoc (M1)	Media	12.43	1.50	0.19	0.02	0.44	14.58
14	Cruz de mayo (M1)	Alta	9.47	1.22	0.19	0.01	0.32	11.21
15	Riurin (M1)	Alta	6.30	1.31	0.20	0.01	0.62	8.44
16	Acoyo (M1)	Alta	9.91	1.55	0.20	0.01	0.64	12.31
17	Pueblo Libre (M1)	Baja	9.91	1.42	0.31	0.01	0.54	12.19
18	Pueblo Libre (M2)	Baja	17.13	1.57	0.22	0.02	0.00	18.94
19	Pallanca (M1)	Baja	5.85	1.18	0.24	0.01	0.43	10.49
20	Pallanca (M2)	Baja	8.35	1.39	0.31	0.02	0.42	10.49
21	Pallanca (M3)	Baja	11.59	1.43	0.16	0.01	0.40	13.59
22	Chanahuas (M1)	Media	7.08	1.70	0.22	0.01	0.24	9.25
23	Carhua (M1)	Media	9.24	1.71	0.29	0.01	0.00	11.25
24	Carhua (M2)	Media	17.91	1.65	0.22	0.04	0.00	19.82
25	Carhua (M3)	Media	9.79	1.45	0.21	0.01	0.42	11.46
26	Huaylla (M1)	Media	11.63	1.56	0.21	0.01	0.36	13.77
27	Antircan (M1)	Alta	9.48	1.56	0.23	0.01	0.52	11.80
28	Antircan (M2)	Alta	14.63	1.26	0.25	0.01	0.00	16.15
29	Huacay (M1)	Alta	12.69	1.28	0.24	0.02	0.00	14.23
30	Huacay (M2)	Alta	8.35	1.39	0.31	0.02	0.42	10.49
31	Huacay (M3)	Alta	15.17	1.53	0.19	0.02	0.00	16.91
32	Marca (M1)	Media	6.30	1.31	0.20	0.01	0.62	8.44
33	Marca (M2)	Media	6.07	1.19	0.14	0.01	0.52	7.93
34	Marca (M3)	Alta	8.67	1.08	0.23	0.01	0.36	10.35
35	Marca (M4)	Alta	17.91	1.65	0.22	0.04	0.00	19.82
36	Quichua (M1)	Baja	12.43	1.50	0.19	0.02	0.44	14.58

37	Huamancallan (M1)	Media	11.59	1.43	0.16	0.01	0.40	13.59
38	Allmay (M1)	Media	13.18	1.07	0.25	0.01	0.00	14.51
39	Allmay (M2)	Media	8.50	1.40	0.17	0.01	0.45	10.53
40	Allmay (M3)	Alta	13.92	1.20	0.27	0.04	0.00	15.43
41	Allmay (M4)	Alta	9.84	1.46	0.29	0.02	0.33	11.94
42	Coiroshco (M1)	Media	9.47	1.22	0.19	0.01	0.32	11.21
43	Coiroshco (M2)	Media	15.74	1.58	0.19	0.01	0.00	17.52
44	Coiroshco (M3)	Media	8.58	1.18	0.24	0.01	0.48	10.49
45	Coiroshco (M4)	Alta	9.03	1.66	0.22	0.01	0.00	10.92
46	Tocash (M1)	Baja	7.48	1.10	0.18	0.01	0.50	9.27
47	Tocash (M2)	Baja	11.40	1.25	0.23	0.01	0.40	13.29
48	Huaracayoc (M1)	Alta	9.99	1.54	0.19	0.01	0.00	11.73
49	Catucancha (M1)	Alta	17.13	1.57	0.22	0.22	0.00	18.94
50	Fuipon (M1)	Alta	11.42	1.23	0.25	0.01	0.00	12.91
51	Cotoraca (M1)	Media	8.74	1.27	0.29	0.01	0.66	10.97
52	Cotoraca (M2)	Media	5.36	1.17	0.20	0.01	0.72	7.46
53	Cotoraca (M3)	Media	5.99	1.21	0.17	0.01	0.56	7.94
54	Cotoraca (M4)	Media	9.91	1.55	0.20	0.01	0.64	12.31
55	Cochatanca (M1)	Media	9.48	1.40	0.18	0.01	0.38	11.45
56	Cochatanca (M2)	Media	10.81	1.17	0.22	0.01	0.35	12.56
57	Cochatanca (M3)	Media	8.61	1.06	0.23	0.01	0.38	10.29
58	Cochatanca (M4)	Alta	6.79	1.40	0.17	0.01	0.66	9.03
59	Cotoraca (M5)	Baja	7.40	1.05	0.28	0.02	0.48	9.23
60	Cotoraca (M6)	Baja	14.87	1.67	0.19	0.02	0.00	16.75
61	Shacay (M1)	Alta	8.22	1.23	0.24	0.02	0.38	10.09
62	Shacay (M2)	Alta	12.97	1.25	0.27	0.01	0.00	14.50

Tabla 47

Clave de clasificación del CIC.

Clasificación	Rango de la CIC (meq/100 g).
Muy bajo	< 4
Bajo	4 - 8
Medio	8 - 12
Alto	12 - 20
Muy alta	> 20

Tabla 48*CIC de los suelos por sectores*

CIC de los suelos agrícolas								
Sector bajo			Sector medio			Sector alto		
Área en (ha)	Área en %	CIC	Área en (ha)	Área en %	CIC	Área en (ha)	Área en %	CIC
0.00	0.00%	Bajo	245.46	5.28%	Bajo	0.00	0.00%	Bajo
174.54	3.75%	Medio	1147.92	24.69%	Medio	904.24	19.45%	Medio
418.186607	9.00%	Alto	990.9926	21.32%	Alto	767.38	16.51%	Alto

Tabla 49*Área de CIC de los suelos en % y ha*

Parámetro de (CIC) de suelos agrícolas					
Parámetro de (CIC)	Sector bajo	Sector medio	Sector alto	Área total en (%)	Área total en (ha)
Nivel bajo	0.00%	5.28%	0.00%	5.3%	245.46
Nivel medio	3.75%	24.69%	19.45%	47.9%	2226.70
Nivel alto	9.00%	21.32%	16.51%	46.8%	2176.56
Área total				100.0%	4648.718

Tabla 50*Datos biométricos de aniones*

Orden	Lugar de muestreo	Sector	ANIONES MEQ/100g			TOTAL
			CO-3	SO-- 4	Cl--	
1	Hoyada alta (M1)	Media	0.00	0.23	2.62	2.85
2	Hoyada alta (M2)	Media	0.00	0.20	2.60	2.80
3	Carayoc (M1)	Media	0.00	0.45	2.38	2.83
4	Llacta (M1)	Baja	0.00	0.18	2.82	3.00
5	Llacta (M2)	Baja	0.00	0.20	2.84	3.04

6	Huashca (M1)	Baja	0.00	0.13	2.84	2.97
7	Huashca (M2)	Baja	0.00	0.24	2.75	2.99
8	Huashca (M2)	Baja	0.00	0.14	2.96	3.10
9	Hoyada baja (M1)	Media	0.10	0.12	2.67	2.79
10	Carayoc (M2)	Media	0.00	0.21	2.58	2.79
11	Chiclin (M1)	Media	0.00	0.53	2.28	2.81
12	Chiclin (M2)	Media	0.00	0.40	2.43	2.83
13	Huanayoc (M1)	Media	0.00	0.40	2.38	2.78
14	Cruz de mayo (M1)	Alta	0.00	0.48	2.46	2.94
15	Riurin (M1)	Alta	0.00	0.47	2.55	3.02
16	Acoyo (M1)	Alta	0.00	0.54	2.48	3.02
17	Pueblo Libre (M1)	Baja	0.00	0.48	2.50	2.98
18	Pueblo Libre (M2)	Baja	0.00	0.12	2.90	3.02
19	Pallanca (M1)	Baja	0.00	0.56	2.40	2.96
20	Pallanca (M2)	Baja	0.00	0.47	2.66	3.13
21	Pallanca (M3)	Baja	0.00	0.32	2.59	2.91
22	Chanahuas (M1)	Media	0.00	0.34	2.66	3.00
23	Carhua (M1)	Media	0.00	0.18	2.86	3.04
24	Carhua (M2)	Media	0.00	0.10	2.95	3.05
25	Carhua (M3)	Media	0.00	0.15	2.87	2.93
26	Huaylla (M1)	Media	0.00	0.38	2.30	3.18
27	Antircan (M1)	Alta	0.00	0.48	2.52	3.00
28	Antircan (M2)	Alta	0.00	0.13	2.84	2.97
29	Huacay (M1)	Alta	0.00	0.24	2.62	2.86
30	Huacay (M2)	Alta	0.00	0.47	2.66	3.13
31	Huacay (M3)	Alta	0.00	0.18	2.82	3.00
32	Marca (M1)	Media	0.00	0.47	2.55	3.02
33	Marca (M2)	Media	0.00	0.48	2.33	2.81
34	Marca (M3)	Alta	0.00	0.43	2.55	2.98
35	Marca (M4)	Alta	0.00	0.10	2.95	3.05
36	Quichua (M1)	Baja	0.00	0.40	2.38	2.78
37	Huamancallan (M1)	Media	0.00	0.32	2.59	2.91
38	Allmay (M1)	Media	0.10	0.12	2.67	2.79
39	Allmay (M2)	Media	0.00	0.44	2.37	2.81
40	Allmay (M3)	Alta	0.00	0.12	2.70	2.82
41	Allmay (M4)	Alta	0.00	0.30	2.64	2.94
42	Coiroshco (M1)	Media	0.00	0.48	2.46	2.94
43	Coiroshco (M2)	Media	0.00	0.14	2.96	3.10
44	Coiroshco (M3)	Media	0.00	0.56	2.40	2.96
45	Coiroshco (M4)	Alta	0.00	0.13	2.88	3.01
46	Tocash (M1)	Baja	0.00	0.40	2.43	2.83
47	Tocash (M2)	Baja	0.00	0.41	2.67	3.08
48	Huaracayoc (M1)	Alta	0.00	0.13	2.84	2.97

49	Catucancha (M1)	Alta	0.00	0.12	2.90	3.02
50	Fuipon (M1)	Alta	0.00	0.21	2.58	2.79
51	Cotoraca (M1)	Media	0.00	0.63	2.44	3.07
52	Cotoraca (M2)	Media	0.00	0.64	2.23	2.87
53	Cotoraca (M3)	Media	0.00	0.55	2.29	2.84
54	Cotoraca (M4)	Media	0.00	0.54	2.48	3.02
55	Cochatanca (M1)	Media	0.00	0.34	2.45	2.79
56	Cochatanca (M2)	Media	0.00	0.45	2.58	3.03
57	Cochatanca (M3)	Media	0.00	0.36	2.57	2.93
58	Cochatanca (M4)	Alta	0.00	0.53	2.28	2.81
59	Cotoraca (M5)	Baja	0.00	0.36	2.54	2.90
60	Cotoraca (M6)	Baja	0.00	0.20	2.84	3.04
61	Shacay (M1)	Alta	0.00	0.27	2.47	2.74
62	Shacay (M2)	Alta	0.00	0.20	2.60	2.80

Figura 32

Valores de los iones de los suelos

Valor	Rango de iones en meq/100g
Mínimo	2.70
Promedio	2.94
Máximo	3.18

Anexo 2. Resultado de laboratorios del análisis de suelos

UNIVERSIDAD NACIONAL

"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN

Telefax. 043-426588-106

HUARAZ - REGIÓN ANCASH

RESULTADO DEL ANÁLISIS CARACTERIZACIÓN Y FÍSICO DE SUELO

SOLICITANTE: Rómulo Percy Sifuentes Maguina

UBICACIÓN: Pueblo Libre - Huaylas - Ancash

Número de muestra	Coordenadas UTM		Textura		Clase textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E	Color
	X	Y	Arena	Arcilla								
1	193443.9593	8989697.8264	40	31	29	6.14	2.03	0.102	19	93	0.221	Marrón
2	194035.0554	8989419.2559	40	21	39	6.29	2.05	0.102	18	105	0.092	Marrón oscuro amarillento
3	194128.6879	8988309.8269	38	49	13	5.24	2.83	0.141	12	78	0.177	Marrón fuerte
4	193989.6244	8993903.0722	33	34	33	7.11	1.57	0.078	28	76	0.16	Marrón
5	192938.4377	8993342.9317	37	34	29	6.65	2.84	0.142	26	74	0.171	Rojo muy oscuro
6	192550.5809	8992369.8881	56	25	14	7.36	1.95	0.097	26	75	0.107	Marrón
7	192435.6717	8991590.4361	23	48	29	6.39	2.07	0.103	24	103	0.261	Marrón
8	191822.9654	8990667.0004	41	28	31	6.76	1.8	0.090	28	73	0.099	Marrón oscuro grisáceo
9	192382.9060	8989380.5480	47	16	37	7.74	1.67	0.084	29	107	0.131	Marrón rojizo
10	193019.1266	8987901.9192	38	27	35	6.11	1.88	0.094	16	109	0.116	Marrón oscuro amarillento
11	192203.1885	8987054.0681	46	33	21	4.46	2.91	0.146	8	67	0.127	Marrón fuerte
12	193593.5108	8986382.7012	37	38	25	5.02	2.22	0.111	10	69	0.109	Marrón oscura
13	192883.5494	8984583.2821	57	22	21	5.1	2.81	0.141	10	74	0.184	Marrón



14	193430.8825	8983059.1778	53	24	23	Franco arcilloso arenoso	5.75	2.24	0.112	16	74	0.085	Marrón grisáceo	10 YR	5/2
15	192464.8000	8982871.2823	42	35	23	Franco	4.57	3.52	0.176	12	79	0.134	Marrón oscuro amarillento	10 YR	4/4
16	191142.6572	8982400.0085	49	20	31	Franco arcilloso arenoso	4.94	1.94	0.097	10	80	0.017	Rojo amarillento	5 YR	5/6
17	191951.9235	8992040.4753	45	26	29	Franco arcilloso	4.89	2.93	0.146	12	120	0.096	Marrón amarillento	10 YR	5/6
18	191844.5484	8991573.9778	43	28	29	Franco arcilloso	7.26	1.84	0.092	30	87	0.162	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/2
19	191513.8607	8990689.9902	51	24	25	Franco arcilloso arenoso	4.97	2.49	0.125	12	102	0.039	Marrón oscura	10 YR	5/4
20	191637.3821	8989919.2287	55	22	23	Franco arcilloso arenoso	5.36	2.16	0.108	16	120	0.185	Marrón	7.5 YR	4/4
21	191667.5467	8989075.5149	58	19	23	Franco arcilloso arenoso	5.48	2.48	0.124	15	63	0.057	Marrón	10 YR	4/3
22	191659.0480	8987931.0724	63	18	19	Franco arcilloso	5.84	2.01	0.101	13	85	0.111	Marrón fuerte	7.5 YR	5/8
23	191698.1509	8987346.6396	61	24	15	Franco arcilloso	6.81	2.04	0.102	24	111	0.1	Marrón	2.5 YR	4/3
24	190641.2638	8987275.1774	41	26	33	Franco arcilloso	7.11	1.87	0.131	29	86	0.434	Marrón	10 YR	4/3
25	191519.3898	8986472.9094	53	30	17	Franco arcilloso	6.95	1.97	0.098	28	83	0.123	Marrón grisáceo	2.5 Y	5/2
26	191839.8961	8985984.9839	51	24	25	Franco arcilloso arenoso	5.75	2.63	0.131	16	80	0.05	Marrón oscura	7.5 YR	3/2
27	191472.9535	8984895.0562	41	24	35	Franco arcilloso	5.01	1.89	0.095	12	91	0.131	Rojo amarillento	5 YR	4/6
28	190838.7267	8983533.6426	18	40	42	Arcillo limoso	7.29	1.8	0.090	28	97	0.097	Marrón fuerte	7.5 YR	4/6
29	189807.3244	8984643.5015	40	31	29	Franco arcilloso	6.14	2.03	0.102	19	93	0.221	Marrón	7.5 YR	4/3
30	189329.2265	8985797.3463	55	22	23	Franco arcilloso arenoso	5.36	2.16	0.108	16	120	0.185	Marrón	7.5 YR	4/4
31	188607.7916	8984165.5436	33	34	33	Franco arcilloso	7.11	1.57	0.078	28	76	0.16	Marrón	7.5 YR	4/2
32	190592.7332	8988717.8984	42	35	28	Franco	4.8	3.52	0.176	12	79	0.134	Marrón oscuro amarillento	10 YR	4/4
33	191025.2748	8987963.7709	50	31	19	Franco	4.5	2.81	0.141	8	55	0.076	Marrón oscuro rojizo	5 YR	3/3
34	189738.4163	8987508.5780	57	30	13	Franco arenoso	5.16	2.42	0.121	20	91	0.04	Rojo amarillento	5 YR	5/6
35	188819.1885	8987870.3733	26		33	Franco arcilloso	7.11	1.87	0.094	29	86	0.434	Marrón	10 YR	4/3
36	190556.1567	8991172.7417	57	22	21	Franco arcilloso arenoso	5.1	2.81	0.141	10	74	0.184	Marrón	10 YR	5/3
37	189454.6090	8990237.2738	58	19	23	Franco arcilloso arenoso	5.48	2.48	0.124	15	63	0.057	Marrón	10 YR	4/3
38	190777.4663	8989679.7395	47	16	37	Arcillo arenoso	7.14	1.67	0.084	29	107	0.131	Marrón rojizo	5 YR	4/3
39	189476.6058	8989219.7574	39	32	29	Franco arcilloso	5.05	1.95	0.098	11	66	0.077	Marrón rojizo	5 YR	4/4
40	188001.1107	8988348.4552	48	25	27	Franco arcilloso arenoso	7.44	1.86	0.093	26	108	0.446	Marrón	10 YR	5/3



41	187257.5655	8988235.1260	40	31	29	Franco arcilloso	5.76	2.41	0.127	17	113	0.161	Marrón oscura	7.5 YR	3/2
42	188873.7062	8990997.4025	53	24	23	Franco arcilloso arenoso	5.75	2.24	0.112	16	74	0.085	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/2
43	187905.9126	8990832.8263	41	28	31	Franco arcilloso	6.76	1.8	0.090	28	73	0.099	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/2
44	188327.6173	8990239.8172	51	24	25	Franco arcilloso arenoso	4.97	2.49	0.125	12	102	0.039	Marrón amarillento	10 YR	5/4
45	187216.0467	8989454.9774	35	38	27	Franco	6.77	1.82	0.091	27	87	0.118	Marrón grisáceo	2.5 YR	5/2
46	19759.0429	8994817.0023	37	38	25	Franco	5.02	2.22	0.110	10	69	0.109	Marrón oscura	7.5 YR	3/4
47	192995.2107	8993956.7472	57	24	19	Franco arenoso	5.47	2.23	0.112	14	89	0.049	Marrón	7.5 YR	5/4
48	192346.2400	8992873.7089	56	25	19	Franco arenoso	7.36	1.95	0.097	26	75	0.107	Marrón	10 YR	4/3
49	191610.8476	8992712.0916	43	28	29	Franco arcilloso	7.26	1.84	0.092	30	87	0.162	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/2
50	190601.5097	8991659.1534	38	27	35	Franco arcilloso	6.11	1.88	0.094	16	109	0.116	Marrón oscuro grisáceo	10 YR	4/4
51	189422.5324	8991237.4876	47	25	28	Franco arcilloso arenoso	4.18	2.65	0.132	11	112	0.028	Marrón	10 YR	5/3
52	188513.6409	8991606.2320	36	41	23	Franco	4.26	2.64	0.132	7	80	0.058	Rojo amarillento	5 YR	4/6
53	189345.8087	8991977.2786	54	33	13	Franco arenoso	4.57	2.69	0.134	9	66	0.015	Rojo	2.5 YR	4/8
54	188632.0834	8992660.7281	49	20	31	Franco arcilloso arenoso	4.94	1.94	0.097	10	80	0.017	Rojo amarillento	5 YR	5/6
55	187426.2622	8991949.3256	48	33	19	Franco	5.18	2.78	0.139	10	70	0.124	Marrón	7.5 YR	4/3
56	187817.9126	8991313.0149	43	30	27	Franco	5.26	2.34	0.117	19	86	0.083	Marrón	7.5 YR	4/3
57	187107.3510	8991308.6101	38	35	27	Franco	5.35	4.61	0.230	14	92	0.073	Marrón	10 YR	4/3
58	186222.3331	8991000.1279	46	33	21	Franco	4.65	2.91	0.146	8	67	0.127	Marrón fuerte	7.5 YR	4/6
59	189354.8191	8993821.4327	46	33	21	Franco	5.24	2.2	0.110	13	109	0.148	Rojo amarillento	5 YR	4/6
60	188057.2785	8993617.0388	37	34	29	Franco arcilloso	6.65	2.84	0.142	26	74	0.171	Marrón muy oscuro	10 YR	2/2
61	184911.0122	8992725.6823	42	31	27	Franco	5.57	3.42	0.171	12	94	0.14	Marrón oscuro	7.5 YR	3/2
62	184173.3429	8993179.3367	40	21	39	Franco arcilloso	6.29	2.05	0.102	18	105	0.092	Marrón oscuro amarillento	10 YR	4/4

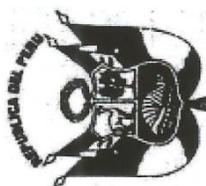
Huaraz, noviembre del 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN

Telefax. 043-426588-106

HUARAZ – REGIÓN ANCASH

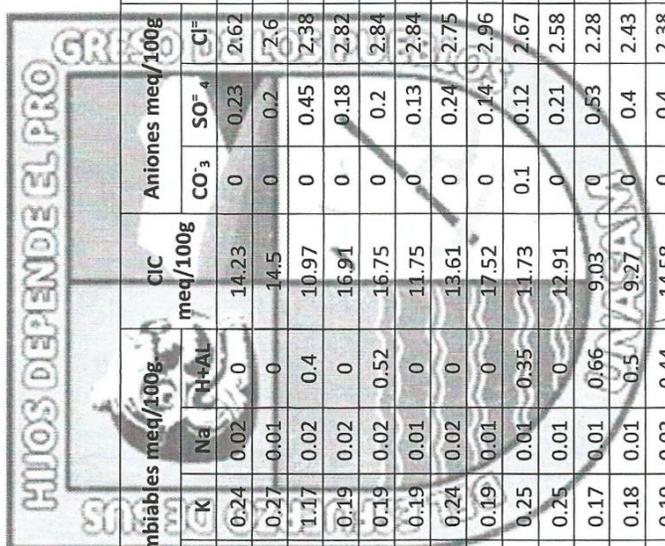


RESULTADO DEL ANALISIS CARACTERIZACION Y FISICO DE SUELO

SOLICITANTE: Rómulo Percy Sifuentes Maguina

UBICACION: Pueblo Libre – Huaylas - Ancash

Número de muestra	Coordenadas UTM		Cationes cambiables meq/100g					CIC meq/100g	Aniones meq/100g			TOTAL	Da g/cm3	Dr g/cm3	C.C. %	P.M. %
	X	Y	Ca	Mg	K	Na	H+AL		CO ₃	SO ⁴	Cl ⁻					
1	193443.9593	8989697.8264	12.69	1.28	0.24	0.02	0	14.23	0	0.23	2.62	2.85	1.32	2.38	32	13
2	194035.0554	8989419.2559	12.97	1.25	0.27	0.01	0	14.5	0	0.2	2.6	2.8	1.36	2.34	32	13
3	194128.6879	8988309.8269	9.19	1.17	1.17	0.02	0.4	10.97	0	0.45	2.38	2.83	1.5	2.53	32	13
4	193989.6244	8993903.0722	15.17	1.53	0.19	0.02	0	16.91	0	0.18	2.82	3	1.35	2.38	32	13
5	192938.4377	8993342.9317	14.87	1.67	0.19	0.02	0.52	16.75	0	0.2	2.84	3.04	1.35	2.38	32	13
6	192550.5809	8992369.8881	9.99	1.54	0.19	0.01	0	11.75	0	0.13	2.84	2.97	1.52	2.42	23	9
7	192435.6717	8991590.4361	11.53	1.82	0.24	0.02	0	13.61	0	0.24	2.75	2.99	1.35	2.46	32	13
8	191822.9654	8990667.0004	15.74	1.58	0.19	0.01	0	17.52	0	0.14	2.96	3.1	1.36	2.38	32	13
9	192382.9060	8989380.5480	13.18	1.07	0.25	0.01	0.35	11.73	0.1	0.12	2.67	2.79	1.54	2.48	27	11
10	193019.1266	8987901.9192	11.42	1.23	0.25	0.01	0	12.91	0	0.21	2.58	2.79	1.32	2.48	39	16.5
11	192203.1885	8987054.0681	6.79	1.4	0.17	0.01	0.66	9.03	0	0.53	2.28	2.81	1.42	2.5	45	26
12	193593.5108	8986382.7012	7.48	1.1	0.18	0.01	0.5	9.27	0	0.4	2.43	2.83	1.48	2.46	32	13
13	192883.5494	8984583.2821	12.43	1.5	0.19	0.02	0.44	14.58	0	0.4	2.38	2.78	1.38	2.39	2.27	11



Ing. M. A. G. C. *[Signature]* **Castillo Romero**
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS
 F.C.A.
 UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"



14	193430.8825	8983059.1778	9.47	1.22	0.19	0.01	0.32	11.21	0	0.48	2.46	2.94	1.39	2.31	32	13
15	192464.8000	8982871.2823	6.3	1.31	0.2	0.01	0.62	8.44	0	0.47	2.55	3.02	1.44	2.46	32	13
16	191142.6572	8982400.0085	9.91	1.55	0.2	0.01	0.64	12.31	0	0.54	2.48	3.02	1.38	2.25	32	13
17	191951.9235	8992040.4753	9.91	1.42	0.31	0.01	0.54	12.19	0	0.48	2.5	2.98	1.35	2.54	32	13
18	191844.5484	8991573.9778	17.13	1.57	0.22	0.02	0	18.94	0	0.42	2.9	3.02	1.36	2.43	32	13
19	191513.8607	8990689.9902	5.85	1.18	0.24	0.01	0.43	10.49	0	0.56	2.4	2.96	1.38	2.42	27	11
20	191637.3821	8989919.2287	8.35	1.39	0.31	0.02	0.42	10.49	0	0.47	2.66	3.13	1.38	2.34	32	13
21	191667.5467	8989075.5149	11.59	1.43	0.16	0.01	0.4	13.59	0	0.32	2.59	2.91	1.34	2.27	32	13
22	191659.0480	8987931.0724	7.08	1.7	0.22	0.01	0.24	9.25	0	0.34	2.66	3	1.5	2.38	27	11.5
23	191698.1509	8987346.6396	9.24	1.71	0.29	0.01	0	11.25	0	0.18	2.86	3.04	1.52	2.48	32	13
24	190641.2638	8987275.1774	17.91	1.65	0.22	0.04	0	19.82	0	0.1	2.95	3.05	1.35	2.5	32	13
25	191519.3898	8986472.9094	9.79	1.45	0.21	0.01	0.42	11.46	0	0.15	2.87	2.93	1.54	2.5	23	8.5
26	191839.8961	8985984.9839	11.63	1.56	0.21	0.01	0.36	13.77	0	0.38	2.3	3.18	1.38	2.43	39	16.5
27	191472.9535	8984895.0562	9.48	1.56	0.23	0.01	0.52	11.8	0	0.48	2.52	3	1.36	2.05	32	13
28	190838.7267	8983533.6426	14.63	1.26	0.25	0.01	0	16.15	0	0.13	2.84	2.97	1.33	2.42	27	11
29	189807.3244	8984643.5015	12.69	1.28	0.24	0.02	0	14.23	0	0.24	2.62	2.86	1.32	2.38	32	13
30	189329.2265	8985797.3463	8.35	1.39	0.31	0.02	0.42	10.49	0	0.47	2.66	3.13	1.38	2.34	32	13
31	188607.7916	8984165.5436	15.17	1.53	0.19	0.02	0	16.91	0	0.18	2.82	3	1.35	2.38	32	13
32	190592.7332	8988717.8984	6.3	1.31	0.2	0.01	0.62	8.44	0	0.47	2.55	3.02	1.44	2.46	32	13
33	191025.2748	8987963.7709	6.07	1.19	0.14	0.01	0.52	7.93	0	0.48	2.33	2.81	1.5	2.53	32	13
34	189738.4163	8987508.5780	8.67	1.08	0.23	0.01	0.36	10.35	0	0.43	2.55	2.98	1.54	2.48	27	11
35	188819.1885	8987870.3733	17.91	1.65	0.22	0.04	0	19.82	0	0.1	2.95	3.05	1.35	2.5	32	13
36	190556.1567	8991172.7417	12.43	1.5	0.19	0.02	0.44	14.58	0	0.4	2.38	2.78	1.38	2.39	27	11
37	189454.6090	8990237.2738	11.59	1.43	0.16	0.01	0.4	13.59	0	0.32	2.59	2.91	1.37	2.48	45	26
38	190777.4663	8989679.7395	13.18	1.07	0.25	0.01	0	14.51	0.1	0.12	2.67	2.79	1.3	2.34	32	13
39	189476.6058	8989219.7574	8.5	1.4	0.17	0.01	0.45	10.53	0	0.44	2.37	2.81	1.42	2.5	45	26
40	188001.1107	8988348.4552	13.92	1.2	0.27	0.04	0	15.43	0	0.12	2.7	2.82	1.38	2.46	27	11



41	187257.5655	8988235.1260	9.84	1.46	0.29	0.02	0.33	11.94	0	0.3	2.64	2.94	1.34	2.27	32	13
42	188873.7062	8990997.4025	9.47	1.22	0.19	0.01	0.32	11.21	0	0.48	2.46	2.94	1.39	2.31	32	13
43	187905.9126	8990832.8263	15.74	1.58	0.19	0.01	0	17.52	0	0.14	2.96	3.1	1.36	2.38	32	13
44	188327.6173	8990239.8172	8.58	1.18	0.24	0.01	0.48	10.49	0	0.56	2.4	2.96	1.38	2.42	27	11
45	187216.0467	8989454.9774	9.03	1.66	0.22	0.01	0	10.92	0	0.13	2.88	3.01	1.45	2.54	32	13
46	193759.0429	8994817.0023	7.48	1.1	0.18	0.01	0.5	9.27	0	0.4	2.43	2.83	1.48	2.46	32	13
47	192995.2107	8993956.7472	11.4	1.25	0.23	0.01	0.4	13.29	0	0.41	2.67	3.08	1.46	2.34	32	13
48	192346.2400	8992873.7089	9.99	1.54	0.19	0.01	0	11.73	0	0.13	2.84	2.97	1.52	2.46	27	11
49	191610.8476	8992712.0916	17.13	1.57	0.22	0.22	0	18.94	0	0.32	2.9	3.02	1.36	2.48	32	13
50	190601.5097	8991659.1534	11.42	1.23	0.25	0.01	0	12.91	0	0.21	2.58	2.79	1.32	2.48	39	16.5
51	189422.5324	8991237.4876	8.74	1.27	0.29	0.01	0.66	10.97	0	0.63	2.44	3.07	1.37	2.48	32	13
52	188513.6409	8991606.2320	5.36	1.17	0.2	0.01	0.72	7.46	0	0.64	2.23	2.87	1.5	2.5	45	26
53	189345.8087	8991977.2786	5.99	1.21	0.17	0.01	0.56	7.94	0	0.55	2.29	2.84	1.54	2.52	27	11
54	188632.0834	8992660.7281	9.91	1.55	0.2	0.01	0.64	12.31	0	0.54	2.48	3.02	1.38	2.25	32	13
55	187426.2622	8991949.3256	9.48	1.4	0.18	0.01	0.38	11.45	0	0.34	2.45	2.79	1.5	2.34	23	8.5
56	187817.9126	8991313.0149	10.81	1.17	0.22	0.01	0.35	12.56	0	0.45	2.58	3.03	1.46	2.53	32	13
57	187107.3510	8991308.6101	8.61	1.06	0.23	0.01	0.38	10.29	0	0.36	2.57	2.93	1.42	2.34	39	16.5
58	186222.3331	8991000.1279	6.79	1.4	0.17	0.01	0.66	9.03	0	0.53	2.28	2.81	1.4	2.29	32	13
59	189354.8191	8993821.4327	7.4	1.05	0.28	0.02	0.48	9.23	0	0.36	2.54	2.9	1.42	2.38	32	13
60	188057.2785	8993617.0388	14.87	1.67	0.19	0.02	0	16.75	0	0.2	2.84	3.04	1.37	2.34	39	16.5
61	184911.0122	8992725.6823	8.22	1.23	0.24	0.02	0.38	10.09	0	0.27	2.47	2.74	1.28	2.53	45	36
62	184173.3429	8993179.3367	12.97	1.25	0.27	0.01	0	14.5	0	0.2	2.6	2.8	1.36	2.34	32	13

Huaraz, noviembre del 2020



Anexo 3. Panel fotográfico

Fase de campo

Figura 33

Reconocimiento del área de estudio



Figura 34

Vista panorámica 1



Figura 35

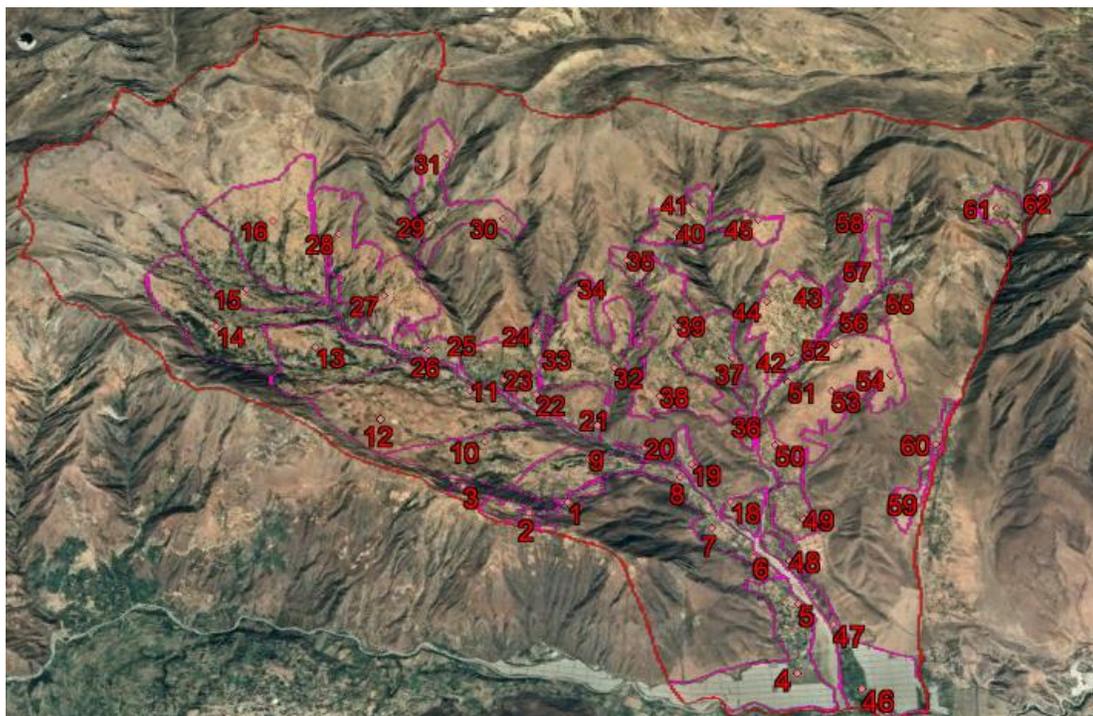
Vista panorámica 2

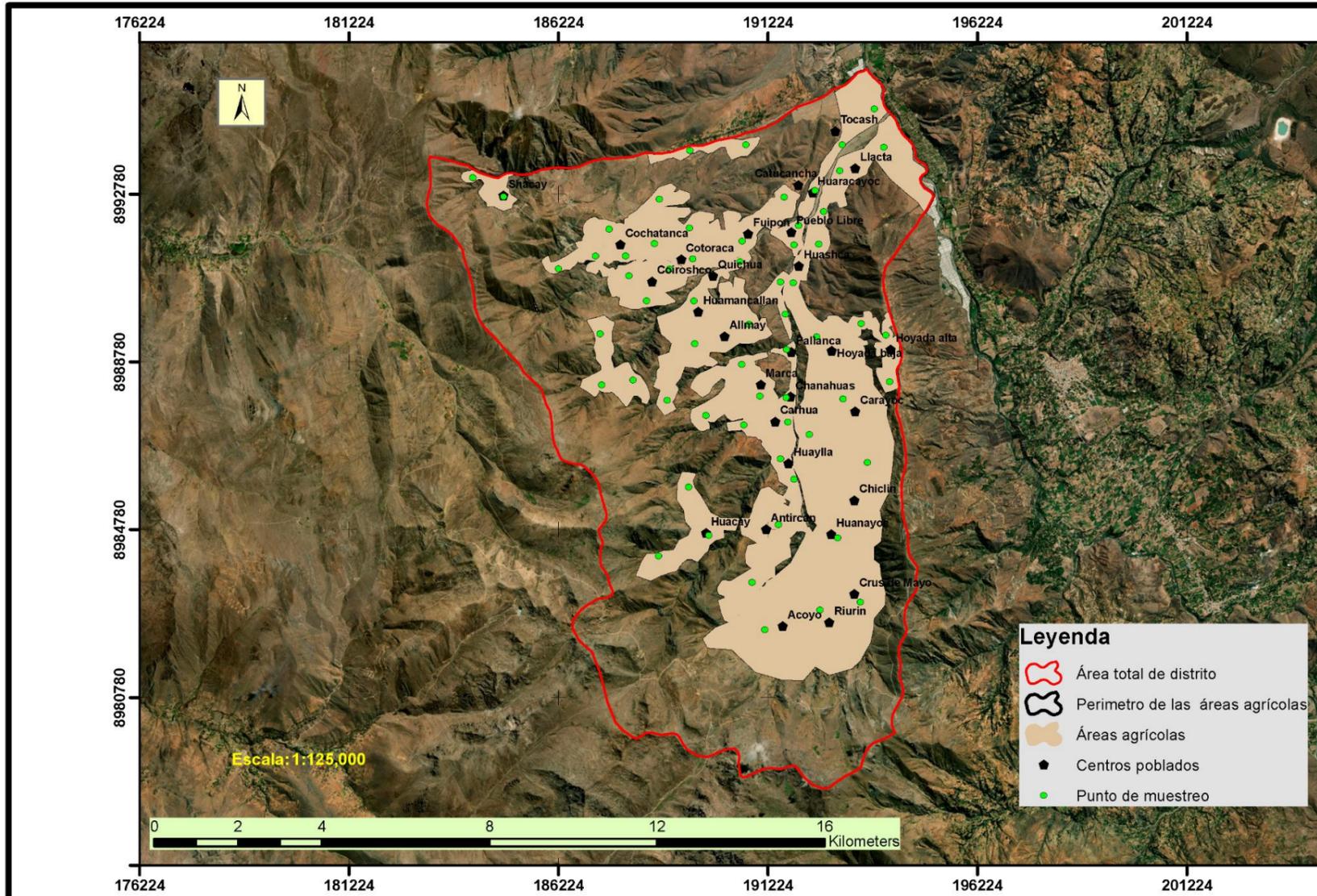


Figura 36*Muestreo***Figura 37***Rotulado de muestra***Fase de laboratorio****Figura 38***Proceso de determinación de la textura***Figura 39***Pesado de muestras*

Figura 41

Determinado el pH

**Figura 40***Determinando el P***Anexo 4. De mapas****Figura 42***Área de estudio*

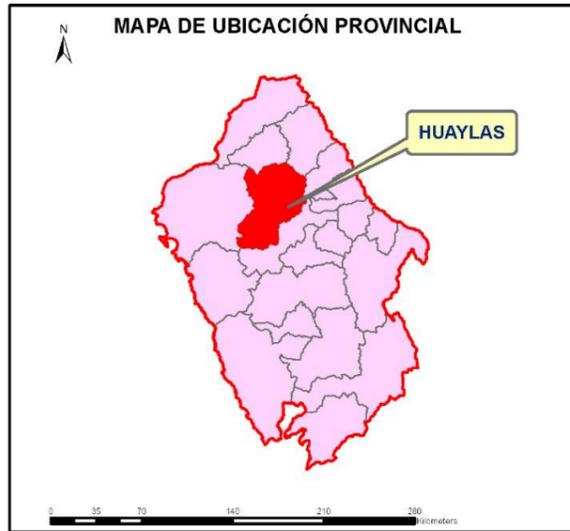


MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO - TIERRAS AGRÍCOLAS

LUGAR DE MUESTREO	N° ORDEN	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
Hoyada alta	1	194147.7945	8989074.7905
Llacta	2	193310.1075	8993395.1520
Huashca	3	191959.9999	8991068.0001
Hoyada baja	4	192747.9999	8989045.0001
Carayoc	5	193308.4643	8987594.4018
Chiclin	6	193288.9999	8985481.0001
Huanayoc	7	192734.9999	8984664.0001
Crus de Mayo	8	193282.9999	8983254.0001
Riurín	9	192684.9999	8982577.0001
Acoyo	10	191577.9999	8982487.0001
Pueblo Libre	11	191779.7423	8991877.1972
Pallanca	12	191776.9999	8989016.0001
Chanahuas	13	191759.9999	8987957.0001
Carhua	14	191394.9999	8987357.0001
Huaylla	15	191714.9999	8986356.0001
Antircan	16	191176.9999	8984789.0001
Huacay	17	189746.2532	8984692.9150
Marca	18	191055.9999	8988238.0001
Quichua	19	189915.7743	8990829.1262
Huamancallan	20	189559.5110	8989979.3444
Allmay	21	190189.6038	8989385.1261
Coiroshco	22	188454.9999	8990697.0001
Tocash	23	192828.9999	8994285.0001
Huaracayoc	24	192287.2607	8992817.2436
Catucancho	25	191948.9999	8992997.0001
Fuipon	26	190753.2672	8991831.3947
Cotoraca	27	189150.9999	8991227.0001
Cochatanca	28	187703.9999	8991580.0001
Shacay	29	184907.9999	8992751.0001

Leyenda

- Área total de distrito
- Perímetro de las áreas agrícolas
- Áreas agrícolas
- Centros poblados
- Punto de muestreo



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - AGRONOMÍA

"DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS AGRICOLAS DEL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, HUAYLAS - ANCASH 2020"

TEMA: MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

ELABORADO POR: SIFUENTES MAGUIÑA, Rómulo Percy

UBICACIÓN:	REGION: Ancash	PROVINCIA: Huaylas	DISTRITO DE: Pueblo Libre
PROYECCIÓN:	WGS 1984 UTM Zone 18S	ESCALA:	Indicada
ÁREA DE ESTUDIO:	4648.71 ha	FUENTE:	Propia

MAPA N° 01



