

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL**



TESIS

**Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de
Huayllati — Grau — Apurímac**

Presentado por:
Norma Aguirre Quispe

Para optar el Título de Ingeniero Agroecólogo Rural

Abancay, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL.



TESIS

**“Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la
comunidad de Huayllati — Grau — Apurímac”**

Presentado por **Norma Aguirre Quispe**, para optar el Título de:
Ingeniero Agroecólogo Rural

Sustentado y aprobado el 07 de marzo del 2023, ante el jurado evaluador:

Presidente:

Ph.D. José Luis Pimentel Flores

Primer Miembro:

Mag. Celinda Álvarez Arias

Segundo Miembro:

Mag. Aydee Kari Ferro

Asesor:

Ing. Niki Franklin Flores Pacheco

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, en especial a cada uno de los Docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural, por sus sabios consejos e impartir sus conocimientos, durante el proceso de mi formación académica.

A mi asesor Ing. Niki Franklin Flores Pacheco, por su orientación, apoyo y motivación durante la ejecución de este trabajo de investigación.

A mi familia, amigos y amigas, por su apoyo y compartir sus conocimientos que ayudaron a lograr esta meta trazada.

Norma Aguirre Quispe.



Dedicatoria

A mis padres: Sr. Pedro Crisólogo Aguirre Catalán y Sra. Grimalda Quispe Valderrama con amor; por ser mi fortaleza, por su apoyo incondicional en mi educación y por ser dignos de ejemplo a seguir en mi formación profesional.

A mi hermano Emmel, por ser el guía desde el cielo en cada paso que doy, fortaleciendo mi camino para no perder la fe y la esperanza de alcanzar mis metas.

A mis hermanos: Emma, Elia, Elva, Maneth, Lenin, Lith, Zadith, Pedro; con su motivación, apoyo y cariño han hecho posible alcanzar y continuar con mi formación profesional.

A mis sobrinas y sobrinos, por su cariño, motivación e inspiración para cumplir mis metas profesionales.

Norma Aguirre Quispe.



“Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati — Grau — Apurímac”

Línea de Investigación: Agua, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del Problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación	5
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	6
2.1 Objetivos de la investigación	6
2.2.1 Objetivo general	6
2.2.2 Objetivos específicos	6
2.2 Hipótesis de la investigación	6
2.2.1 Hipótesis general	6
2.2.2 Hipótesis específicas	6
2.3 Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO III	8
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8
3.1 Antecedentes	8
3.2.1. Suelo	12
3.1.1 Factores de formación de suelos	14
3.1.2 Propiedades fisicoquímicas del suelo	19
3.1.3 Sistema de clasificación de suelos	28
3.2 Marco conceptual	34
CAPÍTULO IV	36
METODOLOGÍA	36
4.1 Tipo y nivel de investigación	36
4.2 Diseño de la investigación	36
4.3 Descripción ética de la investigación	37
4.4 Población y muestra	38
4.4.1 Población	38
4.4.2 Muestra	39
4.5 Procedimiento	39
4.5.1 Ubicación espacial de la investigación	39

4.5.2	Metodología para el desarrollo de la capacidad de uso mayor (CUM)	42
4.5.3	Etapas preliminar de gabinete:	42
4.5.4	Pre campo:	42
4.5.5	Etapas de campo.....	42
4.5.6	Etapas o fase de laboratorio.	43
4.5.7	Etapas final de gabinete (Post - campo).....	43
4.6	Técnica e instrumentos	43
4.6.1	Técnicas de recolección de datos.....	43
4.6.2	Instrumentos de recolección de datos	44
4.7	Análisis estadístico.....	44
4.7.1	Técnicas estadísticas.....	44
4.7.2	Validez de instrumento	48
4.7.3	Confiabilidad	49
4.7.4	Hipótesis estadística	49
4.7.5	Nivel de significancia	50
4.7.6	Estadística descriptiva:	51
4.7.7	Estadística inferencial.....	51
CAPÍTULO V		52
RESULTADOS Y DISCUSIONES		52
5.1	Análisis de resultados	52
5.1.1.	Características de las propiedades químicas de los suelos	52
5.1.2.	Características de las propiedades físicas de los suelos	61
5.1.3.	Características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor.	68
5.1.4.	Características de las clases de capacidad de uso mayor (calidad agrologica) ..	81
5.1.5.	Características del uso actual de suelos.	87
5.2	Contrastación de hipótesis	91
5.2.1.	Prueba de hipótesis propiedades químicas de los suelos	91
5.2.2.	Prueba de hipótesis propiedades físicas de los suelos	97
5.2.3.	Prueba de hipótesis suelos por grupo y clase de capacidad de uso mayor.	101
5.2.4.	Prueba de hipótesis plantas y cultivos en los suelos.....	106
5.3	Discusión.....	109
5.3.1.	Discusión características de las propiedades químicas de los suelos	109
5.3.2.	Discusión características de las propiedades físicas de los suelos	110
5.3.3.	Discusión características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor.	110
5.3.4.	Discusión característica de las clases de capacidad de uso mayor	111
5.3.5.	Discusión sobre las características del uso actual de suelos	112
CAPÍTULO VI.....		113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		113
6.1	Conclusiones.....	113

6.2	Recomendaciones	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		115
ANEXOS.....		120



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 — Operacionalización de variables.....	7
Tabla 2 — Factores que influyen en la formación del suelo	18
Tabla 3 — Diámetro de las partículas en función de la textura del suelo	19
Tabla 4 — Clasificación de la densidad real de los suelos.....	22
Tabla 5 — Densidad real optima de componentes del suelo.....	22
Tabla 6 — Variación de la densidad aparente con la textura del suelo	23
Tabla 7 — Valores orientativos de densidad aparente	23
Tabla 8 — Porcentaje de porosidad del suelo	24
Tabla 9 — Clasificación de la porosidad del suelo	24
Tabla 10 — Clasificación de potencial de hidrogeniones (pH).....	26
Tabla 11 — Clasificación de la CE en niveles de salinización	27
Tabla 12 — Características de los suelos en función a la clase textural	28
Tabla 13 — Indicadores de calidad de suelos	30
Tabla 14 — Área de los sectores Padroma, Accahuaray y Topopampa.....	38
Tabla 15 — Descripción de las vías de acceso.....	41
Tabla 16 — Estadísticos según pruebas paramétricas y no paramétricas	45
Tabla 17 — prueba de normalidad de variables cualitativas.....	45
Tabla 18 — Prueba de normalidad de variables cuantitativas.....	46
Tabla 19 — Prueba de homogeneidad de varianza de variables cuantitativas.....	47
Tabla 20 — Validez del instrumento de variables cualitativas	48
Tabla 21 — Confiabilidad del cuestionario.....	49
Tabla 22 — Conductividad eléctrica de los suelos.....	52
Tabla 23 — Potencial de hidrogeniones de los suelos	53
Tabla 24 — Carbonato de calcio de los suelos.....	55
Tabla 25 — Materia orgánica de los suelos	56
Tabla 26 — Nitrógeno de los suelos	57
Tabla 27 — Fosforo de los suelos	58
Tabla 28 — Potasio de los suelos.....	59
Tabla 29 — Capacidad de intercambio catiónico de los suelos	60
Tabla 30 — Clase textural de los suelos.....	62
Tabla 31 — Capacidad de campo de los suelos	63
Tabla 32 — Densidad aparentes de los suelos	64
Tabla 33 — Densidad real de los suelos.....	66
Tabla 34 — Porosidad de los suelos.....	67
Tabla 35 — Pendiente de los suelos.....	68
Tabla 36 — Micro relieve de los suelos.....	69

Tabla 37 — Profundidad de los suelos.....	70
Tabla 38 — Pedregosidad de los suelos	72
Tabla 39 — Drenaje de los suelos	73
Tabla 40 — Erosión de los suelos	74
Tabla 41 — Inundación de los suelos.....	75
Tabla 42 — Ordenamiento de zona de vida	78
Tabla 43 — Caracterización de suelos de los tres sectores	79
Tabla 44 — Caracterización de tierras grupo de capacidad de uso mayor.....	80
Tabla 45 — Caracterización fisicoquímicas de suelos de los tres sectores.....	82
Tabla 46 — Caracterización de clases de tierras por capacidad uso mayor- Accahuaray	83
Tabla 47 — Caracterización de clases de tierras capacidad de uso mayor - Topopampa.....	84
Tabla 48 — Caracterización de clases de tierras capacidad de uso mayor Padroma	86
Tabla 49 — Cultivos y frutales en suelos de los tres sectores.....	87
Tabla 50 — Plantas de protección en suelos de los tres sectores	88
Tabla 51 — Plantas de protección en suelos de los tres sectores	90
Tabla 52 — Análisis de varianza conductividad eléctrica de los suelos	92
Tabla 53 — Análisis de varianza potencial de hidrogeniones de los suelos	92
Tabla 54 — Análisis de varianza carbonato de calcio de los suelos	93
Tabla 55 — Análisis de varianza materia orgánica de los suelos	94
Tabla 56 — Análisis de varianza nitrógeno de los suelos.....	95
Tabla 57 — Análisis de varianza fosforo de los suelos.....	95
Tabla 58 — Análisis de varianza potasio de los suelos.....	96
Tabla 59 — Análisis de varianza para Catiónico (CIC) de los suelos	97
Tabla 60 — Análisis de varianza clase textural de los suelos	98
Tabla 61 — Análisis de varianza capacidad de campo de los suelos.....	98
Tabla 62 — Análisis de varianza densidad aparente de los suelos	99
Tabla 63 — Análisis de varianza densidad real de los suelos	100
Tabla 64 — Análisis de varianza porosidad de los suelos	100
Tabla 65 — Prueba de Chi cuadrado pendiente de los suelos.....	101
Tabla 66 — Prueba de Chi cuadrado microrelieve de los suelos	102
Tabla 67 — Prueba de Chi cuadrado profundidad de los suelos.....	103
Tabla 68 — Prueba de Chi cuadrado pedregosidad de los suelos	103
Tabla 69 — Prueba de Chi cuadrado drenaje de los suelos.....	104
Tabla 70 — Prueba de Chi cuadrado erosión de los suelos.....	105
Tabla 71 — Prueba de Chi cuadrado inundación de los suelos.....	106
Tabla 72 — Prueba de Chi cuadrado cultivos y frutales de los sectores.....	107
Tabla 73 — Prueba de Chi cuadrado plantas de protección de los sectores	107
Tabla 74 — Prueba de Chi cuadrado plantas de cobertura de los sectores	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Triángulo de texturas.....	19
Figura 2 — Vista panorámica del lugar de investigación	40
Figura 3 — Esquema de la prueba de hipótesis.....	51
Figura 4 — Barras de medias de conductividad eléctrica por sectores	53
Figura 5 — Barras de medias de potencial de hidrogeniones	54
Figura 6 — Barras de medias de carbonato de calcio por sectores	55
Figura 7 — Barras de medias de materia orgánica por sectores	56
Figura 8 — Barras de medias de nitrógeno por sectores	58
Figura 9 — Barras de medias de fósforo por sectores.....	59
Figura 10 — Barras de medias de potasio por sectores.....	60
Figura 11 — Barras de medias de CIC por sectores.....	61
Figura 12 — Barras de agrupadas de arena, limo y arcilla por sectores	62
Figura 13 — Barras de medias de capacidad de campo por sectores.....	64
Figura 14 — Barras de medias de densidad aparente por sectores	65
Figura 15 — Barras de medias de densidad real por sectores	66
Figura 16 — Barras de medias de porosidad por sectores	67
Figura 17 — Barras agrupadas de pendientes de los tres sectores	69
Figura 18 — Barras agrupadas de los tres sectores por micro relieve	70
Figura 19 — Barras agrupadas de profundidad de los tres sectores.....	71
Figura 20 — Barras agrupadas de los tres sectores – pedregosidad	72
Figura 21 — Barras agrupadas de los tres sectores – drenaje	73
Figura 22 — Barras agrupadas de los tres sectores – erosión	75
Figura 23 — Barras agrupadas de los tres sectores – inundación	76
Figura 24 — Barras agrupadas de porcentajes de cultivos de los tres sectores.....	88
Figura 25 — Barras agrupadas de porcentajes de plantas de protección	89
Figura 26 — Barras agrupadas de porcentajes de plantas de cobertura	90



INTRODUCCIÓN

Los diferentes problemas socioeconómicos observados en el sector rural del Perú, provienen del inadecuado uso de los recursos naturales, los mismos que no se encuentran enmarcados en lograr el desarrollo sostenible; de igual forma, la economía del distrito de Huayllati, se ve influenciada por los recursos disponibles, tal es así que el suelo es un recurso importante para desarrollar los productos agropecuarios necesarios para la alimentación y los ingresos económicos de los agricultores; por lo tanto conocer la calidad de los suelos, nos permite un uso adecuado que logre una producción sostenible de alimentos.

En la actualidad el uso de los recursos como el suelo, es utilizado sin una investigación previa y adecuada; sumado a ello la práctica agrícola y pecuaria sin planificación sobre todo en la utilización de la tierra, observándose el uso de las laderas con monocultivo, sobrepastoreos, quema de pastizal, de esta manera se agiliza el daño del suelo. La investigación caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor, tuvo como fundamento el estudio edáfico y sus características, el cual tiene incidencia directa en el sistema productivo.

Actualmente, continúa siendo tan relevante la agricultura como siempre lo fue a través de la historia, en tanto, el informe de la FAO revela que alrededor de 2 570 millones de personas se dedican solo a la agricultura, para sobrevivir, incluyendo a los que se dedican de forma activa a esta actividad y sus familias sin empleo. Por lo tanto, el suelo sano es el sustento de los sistemas alimenticios, puesto que es la base de la agricultura y los medios en el que se desarrollan la mayor parte de las plantas, cultivos y crianzas, que tienen como fin la producción de alimentos.

Esta investigación pone el énfasis en conocer las características de los suelos por su capacidad de uso mayor, que les permitan a las comunidades conocerlas, para planificar el uso adecuado y asegurar una producción de alimentos de sostenible.



RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo caracterizar los suelos por sus propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual en tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, fue una investigación de nivel descriptivo, transversal, con un enfoque mixto, no experimental. La población del estudio estuvo conformada por tierras ubicadas en los tres sectores Accahuaray, Topopampa y Padroma, se realizó un muestreo aleatorio sistemático, su utilizando la metodología establecida por el Decreto Supremo N° 017-2009-AG, del MINAGRI, para las variables cuantitativas las muestras de suelos tomadas fueron recolectadas para su posterior análisis en laboratorio, para su caracterización, las muestras de las variables cualitativas fueron registradas en fichas de recojo de información para su análisis. Los resultados muestran que las características de las propiedades químicas de suelos en tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma, muestra diferencias significativas ($\text{Sig.} < 0.050$) entre las variables de los sectores, siendo el sector Padroma mostrando mejores características de las propiedades químicas frente a los otros sectores. Las características de las propiedades físicas de suelos en tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma, muestran diferencias significativas ($\text{Sig.} < 0.050$) entre las variables de los sectores, siendo el sector de Topopampa que presenta mejores características de las propiedades físicas frente a los otros sectores. Las características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor en tres sectores, muestran agrupación ($\text{Sig.} < 0.050$), con porcentajes mayores en los grupos de capacidad de uso mayor (A) tierras de cultivo en limpio. Las características de los suelos por clase de capacidad de uso mayor en tres sectores, muestran agrupación ($\text{Sig.} < 0.050$), con porcentajes mayores en los grupos de clase de uso mayor (A2) tierras de cultivo en limpio con calidad agrología media. El uso actual de suelos de los tres sectores, muestran agrupación ($\text{Sig.} < 0.050$), con porcentajes de cultivos y frutales, plantas de protección y cobertura, diferentes en cada sector.

Palabras clave: Características fisicoquímicas, grupo, clase, uso y tierras



ABSTRACT

The objective of the investigation was to characterize the soils by their physical and chemical properties, their capacity for greater use, their class of greater use and their current use in three sectors of the Community of Huayllati - Grau - Apurímac, it was a descriptive level investigation, cross-sectional, with a mixed, non-experimental approach. The study population was made up of lands located in the three sectors Accahuaray, Topopampa and Padroma, a systematic random sampling was carried out, using the methodology established by Supreme Decree No. 017-2009-AG, of MINAGRI, for the quantitative variables. The soil samples taken were collected for their subsequent analysis in the laboratory, for their characterization, the samples of the qualitative variables were registered in information collection sheets for their analysis. The results show that the characteristics of the chemical properties of soils in three sectors: Accahuaray, Topopampa and Padroma, show significant differences (Sig.<0.050) between the variables of the sectors, with the Padroma sector showing better characteristics of chemical properties compared to the other sectors. The characteristics of the physical properties of soils in three sectors: Accahuaray, Topopampa and Padroma, show significant differences (Sig.<0.050) between the variables of the sectors, with the Topopampa sector presenting better characteristics of physical properties compared to the other sectors. The characteristics of the soils by group of greater use capacity in three sectors, show grouping (Sig.<0.050), with higher percentages in the groups of greater use capacity (A) clean farmland. The characteristics of the soils by class of major use capacity in three sectors show grouping (Sig.<0.050), with higher percentages in the groups of major use class (A2) clean farmland with medium agrological quality. The current use of soils in the three sectors show grouping (Sig.<0.050), with percentages of crops and fruit trees, protection and cover plants, different in each sector.

Keywords: *Physicochemical characteristics, group, class, use and land*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Los sistemas de producción agrícolas en el lugar de estudio, depende esencialmente de los recursos de la tierra, garantizando la subsistencias e ingreso económico de las familias. El principal sustento de los agricultores de la zona de estudio es la actividad agropecuaria que está muy integrada al uso del suelo, por tal motivo debe conservarse con las prácticas, manejo adecuado y fertilización pertinente, para que no pierda su potencial productivo ya que en ello realizan sus actividades productivas para el auto consumo y venta.

La mayoría de los suelos en la zona estudiada, están degradados debido a la utilización inadecuada, erosión, compactación, sobre pastoreo y quemadas incontroladas; contando por este motivo con tierras de cultivo limitado, esto da lugar a las situaciones de pobreza de la mayoría de agricultores.

Los agricultores dedicados a la siembra de cultivos y crianza de animales, desconocen las características edáficas de los suelos, así como el manejo apropiado de los recursos de la tierra, este desconocimiento no ayuda a planificación y uso sostenible de los suelos en Huayllati, específicamente en los sectores Padroma, Topopampa y Accahuaray.

Por tal motivo, es relevante conocer las características de los suelos, para realizar acciones para un manejo y uso adecuado de los suelos, mejorando su fertilidad y zonificando el uso por sus características y propiedades; lo que permitirá obtener una producción de alimentos que los pobladores esperan, así contribuir a la reducción de pobreza, asegurar el crecimiento económico y la producción sustentable.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Es posible caracterizar los suelos por sus propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual, en tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?



1.2.2 Problemas específicos

- ¿Es posible caracterizar los suelos por sus propiedades químicas en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?
- ¿Es posible caracterizar los suelos por sus propiedades físicas en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?
- ¿Es posible caracterizar los suelos por grupo de capacidad de uso mayor en tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?
- ¿Es posible caracterizar los suelos por clases de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?
- ¿Es posible caracterizar el uso actual de los suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?

1.2.3 Justificación de la investigación

El conocimiento de las características y propiedades de los suelos, es determinante para la planificación de distintas actividades productivas, como la siembra de cultivos y establecimiento de crianzas. En tanto, es importante efectuar reconocimientos directos de los suelos en los campos, sobre los cuales se desea trabajar, de forma tal que se tenga una visión integral con que características cuentan nuestros suelos, para ello usar metodologías científicas para efectuar el estudio nos asegura contar con esta información valiosa.

El estudio de las capacidades de uso mayor del suelo, nos permite identificar el comportamiento del suelo bajo varias condiciones, proponiendo que el uso y manejo sea el correcto, de esta manera aumentar y diversificar la producción, recuperando áreas degradadas por erosión, manejar, conservar, y orientar al mejor uso del suelo.

Conocer las características por su capacidad de uso mayores de los suelos, ayudan a determinar la potencialidad agrícola de estos suelos, para asegurar una producción sostenible para la alimentación y el mercado; de esta manera se ve favorecido y mejora las condiciones económicas de los tres sectores Topopampa, Padroma y Accahuaray de la comunidad de Huayllati.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Caracterizar los suelos por sus propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual en tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las características de las propiedades químicas de suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.
- Determinar las características de las propiedades físicas de suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati– Grau - Apurímac.
- Caracterizar los suelos por grupo de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.
- Caracterizar los suelos por clases de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.
- Determinar el uso actual de suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Los suelos de los tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, presentan características diferentes en las propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual.

2.2.2 Hipótesis específicas

- Las características de las propiedades químicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes
- Las características de las propiedades físicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes



- Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características pertenecen a diferentes grupos de capacidad de uso mayor
- Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características pertenecen a diferentes clases de capacidad de uso mayor
- El uso actual de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes.

2.3 Operacionalización de variables

Se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 1 — Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Índices
Características de las propiedades químicas	Conductividad Eléctrica (CE) pH Carbonato de calcio (CaCo ₂) Materia Orgánica (MO) Nitrógeno (N total) Fosforo (P ₂ O ₃) Potasio (K ₂ O) Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	• mmhos/cm • Escala • % • % • % • ppm • ppm • Meq/100
Características de las propiedades físicas	Arena Limo Arcilla Capacidad de Campo (CC) Densidad aparente (Da) Densidad real (Dr) Porosidad	• % • % • % • % • gr/C.C • gr/C.C • %
Características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor.	(A) Tierras aptas para el cultivo en limpio (C) Tierras aptas para cultivos permanentes (P) Tierras aptas para pastos (F) Tierras aptas para producción forestal (X) Tierras de protección	• Pendiente • Micro relieve • Profundidad • Pedregosidad • Drenaje • Erosión • Inundación
Características de las clases de capacidad de uso mayor (Calidad agrologica)	Calidad alta Calidad Media Calidad baja	• Pendiente • Micro relieve • Profundidad • Pedregosidad • Drenaje • Erosión • Inundación
Plantas y cultivos instalados	Cultivo y frutales de consumo Plantas de protección Plantas de cobertura	• Cultivos • Plantas de protección • Plantas de cobertura

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

a) Antecedentes Internacionales

MALDONADO (2016). En su estudio de “Determinación de la aptitud de uso del suelo en la comunidad de Karhuiza, la Paz”, empleo el método sugerido por ZONISIG (2001) que considera una cualidad del suelo, el requerimiento y la clase de tierra para después a la división de las aptitudes del suelo. Los resultados obtenidos indican que las aptitudes de uso del suelo presente en las comunidades de Karhuiza va desde subclases, suelos buenos, moderados, marginales para la actividad agrícola. Desde la observación en campo, y la información obtenida en las descripciones de los perfiles, evidencian reducidos horizontes superficiales de texturas franco limosos, con presencia de materiales inertes, estructuras granulares y con consistencias sueltas en seco, el horizonte inferior presenta una textura franca u arenosos con una buena permeabilidad. La actividad agrícola, cultivan forrajes, papas, quinuas, ocas, habas entre otros. Los suelos de las unidades de paisaje presentan texturas variadas como franco, franco arenoso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco limoso, arcillo limoso, franco arcillo limosos y arcillosos. La utilización de la Tierra: Agricultura anual intensiva, agricultura perenne extensiva, ganadería extensiva con vacunos, ovinos o caprinos en campos naturales y sembrados, Uso forestal, Implantación de Bosques con fines productivos. El resultado del análisis químico indican que el pH va desde 4,07 a 6,85 con suelos ácidos y neutrales, el contenido de sales son moderados desde 0,85 a 5,37 (dS/m) es decir suelos poco salinos a moderadamente salino; Las bases intercambiables oscila entre 0,7 a 32 cmol +)/kg-1, suelos con baja fertilidad natural; la capacidad de intercambio catiónico oscila de 7,72 a 61,78 cmol (+)/kg-1, con considerable de suelos con baja fertilidad natural; el grado de saturación de bases oscila de 5,63 a 96,7 %, revelando algunos suelos con problemas de acidez.



GÓMEZ (2015). En su investigación “Levantamiento de información agrológica de suelos dedicados a la producción agrícola en la parroquia El Cambio, provincia de El Oro”, realizando la caracterización morfológica, y la clasificación taxonómica de ocho perfiles representativos de la actividad agrícola en la parroquia El Cambio, en los sectores Pajonal, La Iberia, Santa Inés, la Unión del cantón Machal; la descripción taxonómica de los suelos se siguió bajo los lineamientos del National Soil Survey Center (USDA) y la Guía para la Descripción de Suelos (FAO). En la caracterización física y química identificó suelos que tienen propiedades morfológicas y taxonómicas casi homogéneas, encontró Entisoles e Inceptisoles de origen sedimentario no consolidado, generados por depósitos frecuentes de carácter fluvial. Logrando caracterizar las condiciones edáficas como 4 pedones de la Clase IV, 1 pedón de la Clase III y 3 pedones de la Clase II. Las propiedades físicas, como la densidad aparente encontrada tienen $1,5 \text{ g/cm}^3$ en promedio, que indica un grado de compactación moderado, valores de pH presentan variación entre 7,01 y 8,95, con un promedio de 8,45, capacidad de intercambio catiónico (CIC) valor promedio de 40 meq/100g, como mínimo 0,14 dS m⁻¹ y como máximo 0.50 dS m⁻¹ de conductividad eléctrica (CE) sin problemas de salinidad, porque los suelos no retienen mucha la humedad y por el agua de riego que no contiene sales excesivas, la materia orgánica (MO) presentó un valor medio de 0,5%. Suelos con texturas como arena francos, franco arcilloso, franco limoso y franco arenoso.

VEGA (2007). Realizo el “Análisis de las potencialidades de los suelos de la comuna de Melipilla, identificando zonas aptas para la disposición final de biosólidos, Región Metropolitana” El método empleado está basado en el concepto de la unidad espacial de respuesta, que engloba diversas escalas. En este caso está integrado por la unidad homogénea desde las superposiciones cartográficas de las variables de los métodos físicos naturales, para después efectuar componentes de suelos. Los resultados señalan que, el sector pendiente moderado a fuerte, están conformados por estados frágiles ambientales con suelos que presenta condiciones de degradación relevante y que no puede utilizarse de forma sustentable para la actividad agropecuaria tal como las capacidades de uso.



b) Antecedentes nacionales

CARDOSO (2018). En su investigación “Determinación de la Capacidad de Uso Mayor de los Suelos con Fines Agrícolas del Sector Ahijadero, Conchucos - Ancash - Perú 2017”, Utilizando la metodología establecida en el Reglamento de clasificación de tierras comprendida en el Decreto Supremo N° 017-2009-AG, evaluó los parámetros edáficos, profundidad efectiva, pedregosidad, drenaje, erosión hídrica, fertilidad del suelo. Realizado en Ahijadero que tiene un área de 208.19 ha, obteniendo resultados: los grupos de capacidad de uso mayor de los suelos con el 0.96% (1.99 ha) tierras clasificadas como protección (X), 0.97% (2.02 ha) tierras aptas para cultivo en limpio (A), 18.06 (37.61 ha), tierras aptas para la producción de pastos (P), y 80.01% (166.57 ha) tierras aptas para la producción forestal (F). También obtuvo los resultados de las clases de capacidad de uso mayor, 0.97% (2.02 ha) (A3) tierras para cultivos en limpio, calidad agrologica baja; 0.05% (0.10 ha) (P2) tierra para pastos, calidad agrologica media; 18.02% (37.52 ha) (P3) tierra para pastos, calidad agrologica bajo; 0.14% (0.28 ha) (F1) tierra para forestales, calidad agrologica alta; 64.93% (135.19 ha) (F2) tierra para forestales, calidad agrologica medio; 14.94% (31.10 ha) (F3) tierra para forestales, calidad agrologica medio y 0.96% (1.99 ha) (X) tierra para protección.

CUSI Y AGUIRRE (2015). Desarrollaron la investigación: “Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del distrito de Kosñipata-Paucartambo-Cusco, El método empleado estuvo sujeto al D.S. N° 017-2009-AG. Los resultados y conclusiones indican que determinaron 07 zonas de vida, e identificaron los grupos de capacidad de uso mayor de tierras: grupo A con 0.57% (1856.74 ha), tierras aptas para cultivo en limpio; Grupo C, con 0.17% (548.34 ha), grupo P, con 0.79% (2,560.99 ha) grupo F, con 15.09% (48905.98 ha) y el grupo X, con 82.96% (268903.02 ha). También obtuvieron resultados de las clases de capacidad de uso mayor, 0.57% (1856.74 ha) (A2) tierras para cultivos en limpio, calidad agrologica media; 0.17% (548.34 ha), (C2) tierra para cultivos permanentes, calidad agrologica media; 0.74% (2404.16 ha) (P1) tierra para pastos, calidad agrologica alta, 0.05% (2404.16 ha) (P1) tierra para pastos, calidad agrologica media, 11.23% (36405.63 ha) (F1) tierra para forestales, calidad agrologica alta, 1.69% (55465.30 ha) (F2)



tierra para forestales, calidad agrologica media; 2.17% (7,035.05 ha) (F3) tierra para forestales, calidad agrologica baja, 82.96% (268903.02 ha) (X) tierra para protección.

VIVAS (2015). En su investigación “Caracterización y evaluación de los niveles de fertilidad en predios bananeros del valle del Chira- Región Piura”, el método usado fue bajo los lineamientos del D.S. N° 013-2010-AG; muestreo los suelos de los Distritos de: Querecotillo, Salitral, Bellavista, Miguel Checa, Marcavelica, Ignacio Escudero, La Huaca, Pueblo Nuevo de Colán, logrando clasificar en el orden de los Entisols, suborden Fluvents, Gran Grupo Torrifluvents. Los suelos tienen un origen aluvial, el contenido de materia orgánica, el color, la densidad, la estructura y la composición granulométrica de cada horizonte (clase textural), indican dicho origen. No existen barreras físicas que limiten el desarrollo radicular, es decir que no hay capas duras, no hay presencia de napa freática a menos de un metro de profundidad y no hay pedregosidad significativa. El pH de los suelos está en la escala de 7.02 a 8.04, de ocho lugares, seis presentan niveles alrededor de la neutralidad. La conductividad eléctrica tiene el rango de 0.37 a 0.67dS/m, califica como apto para el cultivo de banano, con menor riesgo de daños por exceso de sales en el suelo. La materia orgánica está en un rango de 0.92 a 2.2%. El nivel de nitrógeno va desde muy bajos a medios. El fósforo está en un rango de 3.7 a 19.7ppm, los suelos presentan niveles medios a altos. El potasio presenta un rango de 122 a 250 ppm, con niveles medios en este elemento. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) tiene un rango de valores de 12.3 a 25.8 meq/100 g., que se correlaciona con el contenido de arcillas y humus en el suelo. La clase textural, predominan suelos francos, con variantes entre suelos franco arcillosos, francos limosos, franco arcillo limosos y franco arcillo arenosos. Las clases texturales muestran aptitud para el cultivo de banano. El contenido de carbonatos, tienen niveles bajos (menores de 1.1 %). Los suelos indican bajos niveles de fertilidad.

CONDORI, (2014). En su investigación “Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor en el Distrito de Espinar – Cusco”, adoptando el método regulado por Unión geográfica internacional, clasifico considerando nueve categorías de uso. Los resultados señalan que, en el mapa de uso se identificaron 5 clases planteadas por UGL como, terreno de pasto natural con 50.95%, terreno con cultivo extensivo con 20.65%, terreno sin uso o improductivo 18.56%, comprende el suelo desnudo y



afloramiento rocoso, instalaciones gubernamentales o privadas 5.07% propio del centro poblado, comunidad y capital del distrito de Espinar, y terrenos con cultivo permanente como pasto mejorado con 4.78%.

3.2. Marco teórico

3.2.1. Suelo

Es la parte superficial de la corteza terrestre, que tiene actividad biológica, y que tuvo su origen en la descomposición física o química de las rocas, acompañado de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ellos. Abarca el material de la tierra, que contienen colonias de microorganismos y organismos vivos, que soporta o es capaz de soportar plantas y demás seres. Sus límites superiores son el aire o agua superficial. (MINAGRI, 2010)

Los suelos contienen o se diferencian por horizontes, cerca de la superficie, se distingue de los materiales rocosos subyacentes; los horizontes son producto de una interacción de varios aspectos intervinientes en su formación, como el tiempo, clima, organismos vivos, material parental, entre otros (MINAGRI, 2010)

a) El suelo como recurso natural

Al estar contenida en la parte superficial de la corteza terrestre, tienen una propiedad distinta a los materiales de las rocas. El suelo fue generado como resultado de la interacción entre el clima, organismo viviente, materiales parentales y relieves en el transcurrir del tiempo. (FULVIO et al, 2010).

Los suelos, son sistemas heterogéneos y estructurados, están desarrollados partiendo desde las mezclas de materias orgánicas, minerales y nutrientes, con capacidades de sostenimiento en el desarrollo de los organismos y microorganismos. Sus formaciones inician y parten de las rocas originarias por procesos físicos, químicos y biológicos (ATLAS y BARTHA, 2002).

b) Pedon

Son unidades mínimas descriptivas, es decir es el volumen más pequeño que permite el estudio de todos los horizontes de los suelos, tiene una superficie que varía de 1 a 10 m² tiene tres dimensiones y forma hexagonal. Es el



volumen más pequeño que puede ser llamado suelo (PORTA, LÓPEZ, ACEVEDO y ROQUERO, 2003).

c) Polipedon

Es, definido como varios pedones similares y continuos que cuentan con una propiedad que oscila al interior del límite de la propiedad conceptual de determinados suelos y dada su extensión cuenta con representación cartográfica en un mapa de suelo a escala grande (CORTES y MALAGÓN, 1983).

d) Fertilidad del suelo

La fertilidad de los suelos, es la capacidad que tienen estos, de sostener el crecimiento de plantas con fines agrícolas, proporcionando un habitat adecuado a las plantas para producir con rendimientos sostenidos.

Estas son muy variantes debido que el suelo con pH alto o altos contenidos de base cambiante, tienen problemas en las asimilaciones de nutrientes; además, por la presencia del carbonato de calcio, debido que efectúan bloques de microelementos, asimismo la alcalinidad por el sodio lleva impermeabilización, formaciones de costa y otros (CASANOVA, 2010).

El factor edáfico y químico en complemento con el factor climático y biótico es el que perjudica a la producción agraria generando infertilidad (BUDHU, 2010).

e) Perfil del suelo

Es considerado como la sección vertical, o las exposiciones verticales de horizontes de porciones superficiales de la corteza terrestre, incluyendo la capa que fue alterado de forma edafogénica en el lapso de formación de los suelos, cuya disposición y combinación es única en lugares geográficos. Este perfil es analizado para describirlo y clasificarlo (DORRONSORO, 2009).



f) Horizontes del suelo

Es un conjunto de capas paralelas a la superficie, que se desarrollan en el interior del mismo y que sus características fisicoquímicas y biológicas, se diferencian de las capas superiores e inferiores, principalmente en el color y la textura (DORRONSORO, 2009).

g) Límites de horizontes

Según DORRONSORO, 2009, marcan los puntos de inicio y termino del horizonte, donde se observan los cambios verticales de los horizontes, que varían de acuerdo a las tonalidades, la claridad y demarcación. Los cambios de colores son propiedades principales y se observan fácilmente, sin embargo, en varios casos se usa otra propiedad, como estructuras y texturas; que dependen de la distancia vertical en que se realizan los cambios usando cinco tipos:

Abrupto : Los cambios se realiza en 2 cm

Neto : Los cambios se realiza en 2 a 5 cm

Claro : Los cambios se realiza entre 5 a 10 cm

Gradual : Los cambios se realiza entre 10 a 20 cm

Difuso : Los cambios se realiza en mayor a 20 cm

h) Calicatas

Son los hoyos en el terreno, de una medida aproximada de 1.5 m de largo, 0.80 m de ancho y 1.50 m de profundidad. La profundidad puede variar dada la presencia del factor limitante como capas duras, gran cantidad de gravosidad dentro del perfil, entre otros (DORRONSORO, 2009).

3.1.1 Factores de formación de suelos

Constituidos por interpretaciones de 5 factores esenciales de formación:

$$S = f(P.C.O.R.T)$$

Donde:

S: suelo

P: Material parental

C: Clima

O: Organismos

R: Relieve o topografía

T: Tiempo



El grupo responsable de la evolución de los suelos son: el clima, vegetación, material de origen, topografías y tiempo; siendo necesario conocer el nivel de incidencia de este factor para comprender del por qué son distintos los suelos, además, la razón del cual varía su productividad y finalmente, como se puede utilizar de forma adecuada (DORRONSORO, 2009).

a) El material parental o madre como factor de formación (P)

Según DORRONSORO, 2009, es necesario diferenciar entre materiales madre y rocas de los suelos. Las materiales madres son productos no consolidados de las meteorizaciones de las rocas madres. Son texturas de rocas madres, composiciones mineralógicas, y grados de estratificación lo que incide en el desarrollo de los suelos.

- **Material madre residual.** - Se forman por la degradación de las rocas en el lugar, y dependen de la naturaleza de las rocas madres originales, tanto como de la calidad del cambio que ocurre en la roca durante los procesos de desintegración. El paisaje estable donde las intensidades de la meteorización han sido duraderas y las intensidades son moderadas altas (DORRONSORO, 2009).
- **Material madre transportado.** - Es aquella que se transporta desde su lugar de origen para depositarlos en nuevos lugares durante lapsos activos de formación del suelo, tal como el agua, hielo, vientos o gravedad (DORRONSORO, 2009)
- **Material madre depositado por el agua.** - Puede ser aluvial, lacustre y marino. El más esencial de los materiales madres aluviales, es el río que transportaron los materiales producto de las meteorizaciones de las rocas madres; el río en sus recorridos forman una terraza en la parte alta, bien drenadas, la llanura aluvial desde la parte media hacia la más baja; el cual forma un suelo que varían en texturas y profundidades (DORRONSORO, 2009).
- **Material madre glaciar.** - Los inmensos desplazamientos de masas de hielo ejercen acciones desintegradoras de las rocas sobre el cual se



desplazan y en sus recorridos arrastran material no consolidado y grande roca desintegrándose la superficie por el cual pasa (DORRONSORO, 2009).

- **Material coluvial.** - Cuando los materiales meteorizados sobre las rocas no están estabilizados, se desplazan en movimientos descendentes por acciones de gravedad. El área montañosa del Perú, desde la pendiente suave a la empinada, el deslizamiento masivo es común y el suelo formado sobre el material, es generalmente superficial (DORRONSORO, 2009).
- **Material madre orgánico.** - Es un residuo de planta preservada mediante el tiempo falta de oxígeno retrasa las descomposiciones del residuo. En el Perú, se formaron varias condiciones ambientales (DORRONSORO, 2009).

b) El clima como factor de formación

El efecto climatológico incide en los factores de formación, se pueden evidenciar haciendo comparaciones entre amplias extensiones de superficies, donde existen variabilidades entre las precipitaciones y temperaturas, pese que, a nivel local, el microclima puede observar una influencia en determinadas propiedades del suelo (DORRONSORO, 2009).

c) Topografía como factor de formación

La configuración de las superficies de los suelos o topografías perjudican a la formación del suelo al modificar la relación de la humedad dentro de los suelos, controlan los niveles de escorrentía, remociones de los suelos, grados de erosiones, incidencias de los rayos solares (DORRONSORO, 2009).

Como las humedades son esenciales para las acciones del proceso químico y biológico del intemperismo y actúan de forma efectiva en unión con algunas fuerzas físicas, es evidente que las modificaciones de la relación de humedad dentro de los suelos influyen de forma material en el desarrollo de los perfiles (DORRONSORO, 2009).



d) Organismo como factor de formación

El organismo favorece el desarrollo de los suelos en diversas maneras y se considera en 3 grupos, vegetación: que abarca la asociación natural de las plantas silvestres y cultivadas; animales: que residen en los suelos y otros que favorecen las superficies y modifican los ciclos de nutrientes; y los microorganismos: que favorecen de manera directa la formación de los suelos, descomponiendo las materias orgánicas o mediante sus efectos sobre los otros componentes (DORRONSORO, 2009).

- **Vegetación:** Empieza la formación y desarrollo de los suelos. La raíz penetra en la materia madre, remueve el agua y el nutriente. La raíz ejerce acciones físicas y químicas sobre el material madre y facilita las vías del agua y oxígeno. Cuando las plantas se mueren o cambian sus hojas, el resto se incorpora a los suelos, como base de nutrientes que lo contienen (DORRONSORO, 2009).
- **Microorganismos:** Las poblaciones de microorganismos de los suelos incluyen las maneras más sencillas de la vida animal. Las colonias de bacterias, tienen la capacidad de fijar nitrógeno y transformarlo en amonios de nitrato, fáciles de asimilar por las plantas, y enriquecen a los suelos (DORRONSORO, 2009).
- **Hongos:** Organismos de muy variable tamaño, que van desde los microscópicos a macroscópicos. Es tolerante a la acidez, contribuye en la descomposición de las materias orgánicas de los suelos (DORRONSORO, 2009).
- **Animales:** los animales están incluidos en la formación de los suelos, de forma indirecta sobre los suelos y los roles que desempeña en las descomposiciones del material orgánico. La macro y micro fauna que viven al interior de los suelos, tienen participación activa en la integración del horizonte del suelo; a menudo retiran los minerales que requieren de los subsuelos a la superficie, dejando espacios u hoyos que posteriormente se rellenan con los suelos de las superficies (DORRONSORO, 2009).



e) El tiempo como factor de formación

Las formaciones y desarrollo de los suelos están, en relación al nivel e intensidad del proceso de las desintegraciones y descomposiciones que se dan en el tiempo. El desarrollo de los suelos está expresado, como el grado de diferenciación del horizonte del mismo; entendiéndose que no hay tiempos absolutos, es decir, que los estados de desarrollo son relativos y varían de una zona a otra, y dependen de diversos factores que lo condicionan (DORRONSORO, 2009).

Tabla 2 — Factores que influyen en la formación del suelo

Factores que Aceleran	Factores que retardan
Depósitos consolidada	Roca consolidada
Bajo contenido de calcáreo	Alto contenido de calcáreo
Climas calurosos y húmedos	Climas fríos y secos
Vegetación forestal	Vegetación de praderas
Topografía plana o depresional	Topografía muy inclinada

Extraído de DORRONSORO 2009.

Los materiales de origen, se pueden transformar en suelos jóvenes o inmaduros en periodos de tiempos generalmente cortos, si la condición es favorable. Estos estados, se caracterizan por las acumulaciones de materias orgánicas en las superficies de los suelos y por poco intemperismos, lavados o translocaciones de coloide. Solo está presente en el horizonte A y C; las propiedades de los suelos, fueron heredados en su mayoría de los materiales de origen. (DORRONSORO, 2009).

Los estados maduros del suelo, se obtienen con el desarrollo de los horizontes B. sí transcurren en el tiempo suficiente; los suelos maduros llegan a ser distintos, de tal manera que hay una gran distinción en la propiedad del horizonte A y B (DORRONSORO, 2009).

3.1.2 Propiedades fisicoquímicas del suelo

a) Textura

La terminología se utiliza para la representación de las composiciones granulométricas de los suelos. Cada termino tiene determinadas composiciones cuantitativas de arena, limo y arcilla. En el término de texturas se prescinden contenidos de gravas, refiriéndose a las fracciones de los suelos que se estudian en los laboratorios de análisis de los suelos conociéndose como tierra fina (DORRONSORO, 2009).

Tabla 3 — Diámetro de las partículas en función de la textura del suelo

Textura	Diámetro de las partículas
Arena	2-0.05mm
Limo	0.05-0.002mm
Arcila	<0.002mm

Extraído de MEDINA (2020)

La FAO, clasifica al suelo por su textura en seis tipos de suelos: Arenoso, franco arcilloso, arcilloso, franco limoso, franco arenoso y franco

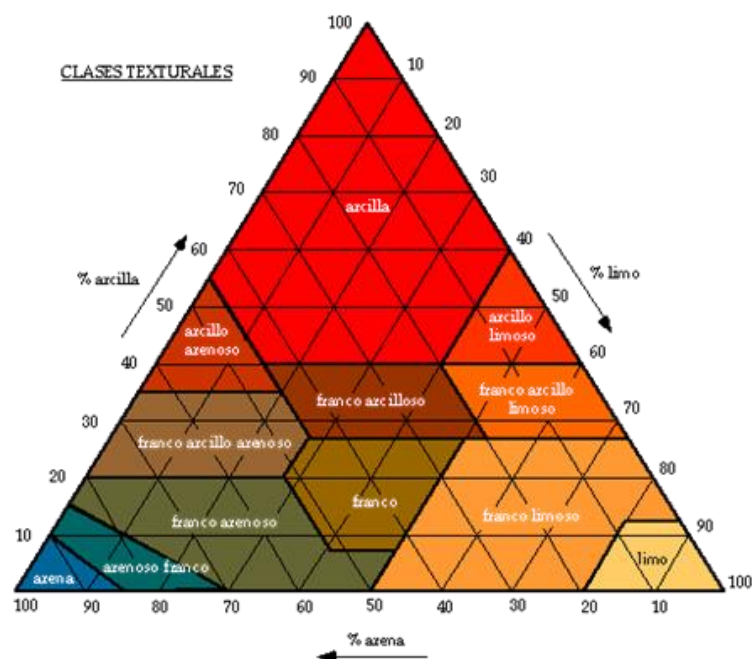


Figura 1 — Triángulo de texturas

Extraído de USDA, 2014

b) Estructura

Definido como la forma en que logran agruparse las partículas de arena, limo y arcilla. La estructura del suelo, dependiendo de la agrupación tiene la capacidad de retener el agua, de manera que el suelo que tiene una adecuada agrupación estructural, puede contener grandes volúmenes de poros, variando según el tipo de tamaño, que pueden ser macro poros y micro poros, que presentan capacidad elevada de retener agua y buena aireación (DORRONSORO, 2009).

Las partículas de los suelos no están aisladas, la unión de estas partículas forma un agregado estructural que se denomina peds, este agregado por múltiples repeticiones nos da la estructura de los suelos. El agregado está formado por la partícula individual y les confiere a los suelos determinadas estructuras (DORRONSORO, 2009).

Llamados estructuras a las propiedades y estados del suelo; cuando los suelos están secos, se agrietan y se manifiestan la estructura característica; sin embargo, si se encuentran húmedos, los suelos se convierten masivos, sin grieta y las estructuras no se manifiestan (DORRONSORO, 2009).

Según, DORRONSORO 2009; desde los aspectos morfológicos las estructuras de los suelos se definen por formas, tamaños y grados de manifestación del agregado, se considera las siguientes clases:

- **Migajosa.** Agregado poroso de manera redonda. Típica del horizonte A.
- **Granular.** Agregado sin apenas poros en su interior, de manera redonda. Es igual a las migajosas, pero con el agregado compacto. Típica del horizonte A.
- **Angular.** Agregado de forma poliédricas, con superficie plana, de aristas vivas con vértice. La cara de los agregados se ajusta muy bien al agregado vecino o contiguo. Es típico en el horizonte arcilloso, como es el horizonte B.
- **Sub angular.** Agregado de forma poliédricas, con superficies no muy planas, de aristas roma y sin formación de vértice. La cara de los

agregados se ajusta de manera moderada al agregado vecino. Es típico en el horizonte arcilloso, como el horizonte B.

- **Prismática.** Cuando el bloque se desarrolla en una determinada dirección, más que en los 2 horizontes. Está presente en el horizonte más arcilloso, y a veces en el horizonte B y en algunas oportunidades en el C.
- **Columnar.** Prisma con su cara superior redondeada. Estructuras muy raras.
- **Laminar.** Cuando el agregado se desarrolla en 2 direcciones más que en la tercera. Es típico en el horizonte arenoso, como el horizonte E.
- **Sin estructura.** Cuando no existe desarrollo del agregado. Horizonte de la partícula suelta o masivo.

c) Densidad real o densidad de partículas

Es la relación que hay entre el peso del volumen real de los suelos y los volúmenes de las partículas sólidas en estados compactos sin tener en cuenta los volúmenes del poro. Se determina a través de la relación.

$$Dr = \frac{P_{ss}}{V_s}$$

Donde:

Dr : Densidad real (g/cm³)

P_{ss} : Peso de suelo seco a estufa 105°C(g)

V_s : Volumen del suelo seco (cm³)

El valor de la densidad real (Dr), tiene poca variación entre los diferentes suelos y están dentro del rango de 2,6 a 2,75 g/cm³. Este parámetro es utilizado para calcular el nivel de porosidad del suelo. (DORRONSORO, 2009).

Por lo que según FOTH, 1897, citado por CASTILLO, 2005; la densidad real del suelo es la relación que existe entre el peso en seco (P_{ss}) del suelo y el volumen real o sea el volumen de sus partículas (V_p). Expresada en g/cm³.

Conocer el peso específico del suelo, nos permite calcular la porosidad, que es fundamental en la agricultura y, nos brinda una orientación sobre el grado



de desarrollo de los suelos; y conocer la relación existente entre el componente mineral y orgánico (CASTILLO, 2005).

Tabla 4 — Clasificación de la densidad real de los suelos

Densidad real (g/cm ³)	Clasificación
<2.4	Muy bajo
2.4 – 2.60	Bajo
2.60 – 2.80	Medio
>2.80	Alto

Extraído de CAIRO, 1995 citado por CASTILLO, 2005

Tabla 5 — Densidad real optima de componentes del suelo

Componentes del suelo	Densidad real (g/cm ³)
Humus	1.3 – 1.5
Arcilla	1.2 – 2.6
Cuarzo	2.5 – 2.8
Hematitas	4.9 – 5.3

Extraído de CAIRO, 1995 citado por CASTILLO, 2005

d) Densidad del Suelo

Determinando la densidad, obtenemos la porosidad total del suelo. Por lo que la densidad es el peso por volumen del suelo. Hay dos tipos, la densidad real y la densidad aparente. La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de los elementos que constituyen el suelo y por lo general está en el valor de 2,65 g/cm³ (CASTILLO, 2005)

Una densidad aparente alta, nos indica que el suelo es compacto o tiene un elevado contenido de partículas granulares como la arena. Una densidad aparente baja no es necesariamente señal de un ambiente favorable para el crecimiento de las plantas (CASTILLO, 2005)

e) Densidad aparente

Según FLORES y ALCALÁ (2010). La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa o peso del suelo seco (peso de la fase sólida) y el volumen total, incluyendo al espacio poroso. Al determinar la densidad

aparente calculamos la porosidad total de un suelo, conociendo la densidad de las partículas, y podemos estimar la masa de la capa arable. (FLORES y ALCALÁ, 2010).

Por lo tanto, la densidad aparente es la forma de identificar la relación que hay entre las masas de los suelos secos y sus volúmenes en condiciones naturales. Es decir, el peso de los suelos secos por unidades totales (CUMBA, IMBELLONE Y LIGIER, 2005)

$$Da = \frac{Ps}{Vt}$$

Donde:

Da = Densidad aparente (g/cm³)

Pss = Peso de suelo seco a estufa 105°C

Vt = Volumen total del suelo (cm³)

Tabla 6 — Variación de la densidad aparente con la textura del suelo

Clase textural	Densidad aparente (g/cm ³)
Arcilla	1.1
Franco arcilloso	1.2
Franco Limoso	1.3
Franco	1.4
Franco arenoso	1.5
Arena	1.6

Extraído de DORRONSORO, 2009.

La variación de la densidad aparente con la textura del suelo, presentada en la tabla 6, es a 0.15 m de profundidad.

Tabla 7 — Valores orientativos de densidad aparente

Tipo de horizonte	Densidad aparente (g/cm ³)
Horizontes arenosos	1.45-1.60
Horizontes arcillosos con estructura	1.05-1.10
Horizontes compactos	1.90-1.95
Horizontes de suelos volcánicos	0.85
Horizontes turbosos	0.25
Valor medio	1.35

Extraído de FLORES y ALCALÁ, 2010



f) Porosidad del suelo

Son los volúmenes de los suelos ocupados por el espacio vacío, proporciones de los suelos no ocupados por la partícula sólida. Las porosidades se expresan mediante las relaciones siguientes:

$$\text{Dónde:} \quad (\%)P = 100 \left(1 - \frac{Da}{Dr} \right)$$

% P= porcentaje de porosidad

Da = densidad aparente (g/cm³)

Dr = densidad real (g/cm³)

Tabla 8 — Porcentaje de porosidad del suelo

Vácala	Descripción	%
1	Muy bajo	Menor a 2
2	Baja	2 a 5
3	Medio	5 a 15
4	Alto	15 a 40
5	Muy alto	Mayor a 40

Extraído de DORRONSORO, 2009.

La porosidad total se referido al espacio total, que no está ocupado por fracciones sólida, mineral u orgánica; es diferente si éste está ocupado por agua o por aire en el momento del muestreo. De esta forma la porosidad total es referida en la siguiente formula y tabla de clasificación.

$$Pt = 1 - (Da/Dr) \text{ o } Pt = [1 - (Da/ Dr)] \times 100$$

Donde:

Pt = Porosidad total

Da = densidad aparente

Dr = densidad real

Tabla 9 — Clasificación de la porosidad del suelo

Unidad	Propiedades
<40	Muy bajo
40 – 45	Baja
45 – 55	Medio
55 – 65	Alto
>65	Muy alto

Extraído de CAIRO, 1995 citado por CASTILLO, 2005

g) Profundidad de los suelos



Los suelos de regadío son aquellas que las plantas absorben la humedad. Los suelos profundos ayudan a desarrollar con normalidad a la planta, desde la raíz y las penetraciones proporcionan almacenamientos máximos del agua. La capa resistente tal como rocas, capa muy compacta, tierra arenosa o un alto nivel freático, perjudica la capacidad de humedad almacenada (CASANOVA, 2010).

h) Color del suelo

Según DORRONSORO 2009, se miden por comparaciones de colores estándares que se recogen en tablas Munsell. El agente cromógeno presenta variabilidad, los colores muy comunes son:

- **Color oscuro o negro.** Se da generalmente por las materias orgánicas presentes. Cuando se localizan en nódulos y películas se les atribuyen a los compuestos de hierro.
- **Color blancuzco.** Debido al carbonato de calcio o al yeso más soluble. En el horizonte eluvial es resultado del lavado de la arena.
- **Colores pardos amarillentos.** Debido a la presencia de óxido de hierro hidratado y unido a la arcilla y a las materias orgánicas.
- **Colores rojos.** Debido a la presencia de óxido férrico, clase hematite. Desarrollado en un medio cálido, con estaciones de intensas y largas sequías.
- **Colores abigarrados grises y rojos/pardos.** Debido al contenido de compuestos ferrosos y férricos. Relevante del suelo pseudogley con condiciones alternantes de disminución y oxidación.
- **Colores grises verdosos/azulados.** Debido al contenido de compuestos ferrosos, arcilla saturada con Fe^{++} . Indican intensas hidromorfías, suelos gley.

i) pH del suelo

La acidez, alcalinidad o neutralidad del suelo, se mide en función a las concentraciones de hidrogeniones presente en un suelo. En el suelo los hidrogeniones están en las soluciones, sin embargo, hay complejos de cambios, o sea existen clases de acidez, activas o reales y de cambios o reservas. Las dos están en equivalencia dinámica. Si se erradica H^+ de las

soluciones se libera otros H^+ adsorbido. Como resultado de los suelos muestran fuertes resistencias a cualquier modificatoria de su pH, están fuertemente tamponados (GARDÍ ET AL 2013).

Tabla 10 — Clasificación de potencial de hidrogeniones (pH)

pH	Clasificación	Posibles condiciones
< 4,5	Extremadamente ácido	Desfavorables
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido	Toxicidad por Al (III) y Mn (II)
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido	Exceso de metales pesados; deficiencia de Ca, K, N, Mg, P, S deficiente actividad bacteriana
5,6 – 6,0	Medianamente ácido	Adecuado
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido	Alta disponibilidad de nutrientes
6,6 – 7,3	Neutral	Mínima toxicidad
7,4 – 7,8	Medianamente básico	Suelos con presencia de $CaCO_3$
7,9 – 8,4	Básico	Poca disponibilidad de P y B Deficiencia de metales pesados
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino	Suelos con presencia de $MgCO_3$
9,1 – 10,0	Alcalina	Presencia de Na_2CO_3 (intercambio)
> 10,0	Fuertemente alcalino	Elevado Na intercambiable Movilidad de P como Na_3PO_4 Poca actividad microbiana

Extraído de PORTA, LÓPEZ-ACEVEDO y ROQUERO, 2003

j) Humedad

Son cantidades de agua, retenida por los suelos. Su apropiada circulación ha logrado que los suelos sean fértiles y no exista lavado de minerales excesivos. Se divide en: higroscópica, capilares y gravitacionales. Las humedades gravimétricas obtenidas en los laboratorios están referidos a las capacidades de campo, es decir, a las retenciones de aguas capilares e higroscópicas (GARDÍ ET AL 2013).

k) Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica, es un parámetro importante que se utiliza para realizar estimaciones del nivel de sales presentes o disueltas en el agua y el suelo (BAZÁN, 2017)

Asimismo, el concepto de salinidad se refiere a la presencia de solutos inorgánicos disueltos en agua siendo esencialmente Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ , Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , y CO_3^{2-} los que se presentan en mayores concentraciones (BAZÁN, 2017)

Estas sales solubles en el suelo, se estiman a partir de la conductividad eléctrica (CE) en un extracto acuoso (extracto de saturación) mediante un procedimiento conductimétrico. Este extracto sirve, también, para determinar los aniones y cationes solubles (BAZÁN, 2017)

Conocer la conductividad eléctrica, es importante para adoptar decisiones sobre el manejo del suelo. Asimismo, facilita determinar el cultivo y variedad a sembrar, que debe estar en relación a la tolerancia a la salinidad del suelo (INTAGRI, 2022)

Tabla 11 — Clasificación de la CE en niveles de salinización

CE (dS/m)	Clase de suelo	Efecto en las plantas
< 2	No salino	No significativo
2 a 4	Pequeña solución salina	Cultivos sensibles afectados
4 a 8	Moderadamente salino	La mayoría afectadas
8 a 16	Altamente salino	Solo crecen cultivos tolerantes
> 16	Extremadamente salino	Solo crecen cultivos muy tolerantes

Extraído de GUTIÉRREZ, 2008.

En la tabla 11, se muestra una clasificación de la conductividad eléctrica en niveles de salinización, en clases de suelo y sus efectos en las plantas.

l) Capacidad de campo

La capacidad de campo (CC) de un suelo, es la cantidad máxima de agua que puede ser retenida en un suelo en contra de la fuerza de la gravedad, después de un riego o lluvia que ha humedecido todo el suelo. (FLORES Y ALCALÁ 2010).

En este punto el drenaje interno es insignificante. Al igual que el punto de saturación, también se ve afectado por el tipo y contenido de arcillas y materia orgánica. En términos de tensión, el valor de capacidad de campo se obtiene, generalmente, cuando se aplica al suelo una tensión de 1/3 de atmósfera (-33

KPa), utilizando el procedimiento de las membranas de presión. (FLORES y ALCALÁ 2010).

Tabla 12 — Características de los suelos en función a la clase textural

Textura	Conductividad hidráulica (cm/hr)	Porosidad (%)	Densidad Aparente (Mg/m3)	CC (*) (% en peso)	PMP (*) (% en peso)	CRAD (*) (% en Vol)
Arenoso	5.00 (2.5-25)	38(32-42)	1.65(1.55-1.8)	9(5-16)	4(2-6)	8(6-10)
Franco arenoso	2.50 (1.3-7.6)	43(40-47)	1.50(1.4-1.6)	14(10-20)	6(4-8)	12(9-15)
Franco	1.30 (0.8-2.0)	47(43-49)	1.40(1.35-1.5)	22(15-30)	10(8-12)	17(14-20)
Franco arcilloso	0.80(0.25-1.5)	49(47-54)	1.35(1.3-1.4)	27(25-35)	13(11-15)	19(16-22)
Arcillo limoso	0.25(0.03-0.5)	51(49-53)	1.30(1.3-1.4)	31(27-40)	15(13-17)	21(18-23)
Arcilloso	0.05(0.01-1.0)	53(51-55)	1.25(1.2-1.3)	35(30-70)	17(15-19)	23(20-25)

Extraído de FLORES y ALCALÁ 2010

(*) CC=Capacidad de campo, PMP Punto de marchitez permanente, CRAD Capacidad de retención de agua disponible

3.1.3 Sistema de clasificación de suelos

Hay varios sistemas de clasificación en la actualidad, el cual sirve de criterios cuantitativos que conlleva a trabajos de campo y análisis de laboratorios para la evaluación de características de los suelos y así poder implantar precisiones de la clase del suelo. En muchos países han sido utilizados estos enfoques para la revisión del propio sistema nacional (GARDÍ et al 2013).

a) Capacidad de uso de la tierra

Son sistemas eminentemente técnicos – interpretativos cuyos únicos objetivos es la asignación de las unidades de los suelos su utilización y manejo más adecuado. Estas labores, que traducen los lenguajes esencialmente científicos del estudio de los suelos a lenguajes de orden. Se llama interpretación. Estas son predicciones acerca del comportamiento de los suelos y el resultado que se puede esperar, bajo determinadas condiciones del clima y de su relieve (MINAGRI, 2010).

- **Aptitud de uso de la tierra.** - Indica a las capacidades para su aprovechamiento bajo categorías o clase de uso, desde las producciones agropecuarias y/o forestales, en una condición natural (GRIEM, 2020).

Las clasificaciones y evaluaciones del suelo son esenciales para los ordenamientos territoriales y planificaciones económicas de cualquier región y usar técnicamente la tierra con vocaciones agropecuarias, forestales, asimismo para ejecución de proyectos agroindustriales y otros proyectos de desarrollo agropecuario (GRIEM, 2020).

- **Tierra**

Son áreas de tierra de la superficie terrestre, cuyas características incluyen atributos de las biosferas razonablemente estables o reduciblemente cíclicos, sean por bajo o encima de dichas áreas, e incluyen aquellas atmosferas, suelos, geologías subyacentes, hidrologías (FAO, 2021).

- **Sistema de clasificación de capacidad de uso de la tierra**

Los sistemas nacionales de clasificación de las tierras del Perú, adoptan la metodología establecida en el Reglamento de clasificación de Tierras, de acuerdo el D.S. N.º 017-2 009-AG del 02 de setiembre de 2009, tiene una metodología interpretativa del estudio del suelo, con el apoyo de los datos climáticos y de relieve (MINAGRI, 2010).

- **Categorías de capacidad de uso mayor de la tierra**

Las capacidades de uso mayor se conforman por 3 categorías de uso: grupos de capacidades de uso mayor, clases de capacidades de uso mayor, subclases de capacidades de uso mayor, establecido por el sistema nacional de clasificación de las tierras del Perú (MINAGRI, 2010).

Según MARTÍNEZ y CASAS 1997, la clasificación los terrenos se agrupan en ocho clases.

Clase I: Suelo casi plano con un pequeño problema de erosión y presenta amplios márgenes de cultivos.



Clase II: Suelo con una ligera limitación y designación de vegetación, necesitan moderadas intervenciones de manejo, sales con ligeros contenidos por daños ocasionales.

Clases III: Terreno con severa limitación que disminuye designación de vegetación, desarrollo especial de manejo, baja retención de humedad, condiciones climáticas adversas, contenido de sales moderadas.

Clases IV: Terreno con una severa limitación, limitando varios cultivos a seleccionar, el alto contenido de sale, condiciones climáticas muy adversa.

Clase V: La limitación de estos terrenos es impráctica de mover. Su utilización se limita al pasto, bosque o vida silvestre, tiene severa condición climática.

Clase VI: Tiene severa limitación para el cultivo agrónomo, pero es aprovechado para el pasto y vida silvestre.

Clase VII: Igual limitación que la Clase anterior, pero con intensidades mayores.

Clase VIII: Se sugiere la utilización solo para la vida silvestre.

Tabla 13 — Indicadores de calidad de suelos

Físico	Químico	Biológico
Textura, Estructura, Profundidad del horizonte superficial, Infiltración, Densidad aparente, Capacidad de campo	Carbono orgánico, Nitrógeno total, pH Conductividad eléctrica, N, P, K extraíbles	C, N biomasa microbiana, N potencialmente mineralizable, Respiración del suelo

Extraído de MARTÍNEZ y CASAS 1997

- **Indicadores físicos**

Aquellos que están inmiscuidos con el ordenamiento de las partículas y los poros, incluyendo texturas, densidades reales, aparentes, porosidades, estabilidad del agregado, encostramientos, compactaciones, profundidades o tasas de infiltraciones (JORDÁN, 2010).

- **Indicadores químicos**

Las materias orgánicas se usan como indicadores claves en calidad, generalmente en el suelo agrícola. Pero no hay consensos sobre el cual son niveles críticos que deberían tener suelos agrícolas y como varían estos niveles entre el suelo de varias clases texturales y varias condiciones ambientales (JORDÁN, 2010).

Los indicadores químicos, frecuentemente utilizados en el índice de calidad del suelo, son: disponibilidad de nutrientes para las plantas y otros organismos, el pH, CE, carbono orgánico, MO, CIC, nitrógeno total, entre otros (JORDÁN, 2010).

- **Indicadores biológicos**

Son las especies de plantas, organismos y microorganismo presentes en el suelo. Está en función de la potencialidad biológica, susceptible al cambio en la condición del suelo, de tal manera, que hay preferencias por esta clase de atributos para la evaluación a corto plazo (JORDÁN, 2010).

- **Otros Indicadores**

Se consideran a los microorganismos en suelos, responsables de la actividad bioquímica, como reacción de oxidaciones hidrolisis y degradaciones de las materias orgánicas, que influyen en el ciclo biogeoquímico del carbono, nitrógeno, fosforo, etc., como formaciones de las estructuras del mismo (STIEFEL, PAUTASSO y CROTTI, 2000).

b) Grupo de capacidad de uso mayor

Según MINAGRI, 2010, estas categorías representan las más altas abstracciones, agrupando el suelo según sus vocaciones máximas de uso. Reúnen suelos que presenta característica y cualidades respecto a las aptitudes naturales para las producciones sean estos de cultivos limpios o intensivos, permanente, pasto, producción forestar y te protección. Se determina a través de la clave de zona de vida, el reglamento presenta cinco grupos que se describe a continuación:

- **Tierras óptimas para cultivos en limpio (A)**



Agrupar los suelos con características edafoclimáticas y de relieve para las producciones en limpio, el cual demanda remoción o aradura periódica y continuada de los suelos. Esta tierra debido a su característica ecológica, también puede destinarse a otra alternativa de uso, sea cultivo permanente, hasta la protección, en conjunto a la política e interés social del estado y privado, sin contravenir el principio de uso sostenible (MINAGRI, 2010).

- **Tierras óptimas para cultivo permanente (C)**

Agrupar a la tierra que tienen características climáticas, de relieve y edáficas no es favorable para las producciones de cultivos que necesitan remociones periódicas, pero son los que ayudan a la producción de los cultivos permanentes, ya sea herbácea, arbustiva o frutales principalmente; estos suelos podrán dedicarse a otros fines (pastos, producción forestal y protección) (MINAGRI, 2010).

- **Tierras óptimas para pastos (P)**

Son suelos con características edafoclimáticas no es favorable para el cultivo en limpio, tampoco permanente, en cambio sí en producciones de pasto natural, sin perder las capacidades productivas de los suelos. Estas tierras de acuerdo las condiciones ecológicas, podrían ser destinadas también a las producciones forestales o protecciones cuando así convengan, en conjunto de las políticas e intereses sociales de los estados y privados, sin contradecir el principio de usos sostenibles (MINAGRI, 2010).

- **Tierras aptas para producción forestal (F)**

Son aquellos suelos cuyos caracteres climatológicos, no son aptas para producción en limpio permanente, ni pastos, pero si para la producción forestal de madera. Esta tierra se puede destinar a las producciones forestales no maderables o protección, en conjunto a política social de los estados y privados, sin contradecir el principio de uso sostenible (MINAGRI, 2010).

- **Tierras de protección (X)**



formadas de suelos que no tienen características edafoclimáticas ni de relieve que se necesitan para cultivos en limpio. En ese sentido los impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean identificadas de protección (MINAGRI, 2010).

c) Clases de capacidad de uso mayor de las tierras

Según MINAGRI, 2010, es el segundo nivel categórico del Sistema de Clasificación de Tierras. Organiza a las unidades de suelos tierra según su Calidad Agrológica dentro de cada grupo. Un grupo de Capacidad de Uso Mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

La calidad agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas, bajo un conjunto de prácticas de manejo (MINAGRI, 2010)

De esta forma, se han establecido tres (03) clases de calidad agrológica: alta, media y baja. La clase de Calidad Alta comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad, la clase de Calidad Baja reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada. La clase de Calidad Media corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos. (MINAGRI, 2010)



3.2 Marco conceptual

- a) **Suelo:** Son sistemas heterogéneos y estructurados, se desarrollan partiendo desde mezclas de materias organizadas, minerales y nutrientes, con capacidades de sostenimiento en el desarrollo del organismo y microorganismo.
- b) **Análisis de suelos:** Es una actividad muy indispensable para analizar y prevenir problemas de nutrientes para el desarrollo de las plantas.
- c) **Capacidad de uso mayor.** – es una potencialidad natural para uso continuo bajo tratamientos específico del predio.
- d) **Caracterización de suelo.** – Son partículas minerales que son parte del suelo en las que se identifican sus propiedades físicas.
- e) **Capacidad.** – Es una propiedad que tiene el suelo de tener cierta cantidad de nutrientes hasta un límite identificado.
- f) **Parámetros edáficos.** – Es un indicador de calidad del suelo en distintas formas de manejo.
- g) **Pendiente.** –grado de inclinación del predio.
- h) **Profundidad efectiva.** - Es el espacio donde la raíz de las plantas ingresa sin obstáculo.
- i) **Drenaje.** - es la conducción hidrológica superficial y profunda que tiene el suelo.
- j) **Fertilidad de suelo.** - es considerado por contener nutrientes para crecimiento y desarrollo adecuado de cultivos.
- k) **Parámetros climáticos.** – Son elemento climático que indican el grado de calor o frío en la atmósfera.



- l) **Perfil del suelo.** - Son los horizontes hasta la roca madre.
- m) **Taxonomía del suelo.** - Es división de tierras en distintos parámetros como; Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia, y serie.
- n) **Calicata del suelo.** – sirve para realizar estudios edafológicos o pedológicos de un predio.
- o) **Clases de suelo.** - Es una jerarquización de suelos referidas en características diferentes y en criterios de uso.
- p) **Tierra.** -medio físico, donde incluye clima, relieve, suelo, hidrología y vegetación.
- q) **Textura.** - Son los que difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase.
- r) **Propiedad física.** - Usualmente se refiere a cualquier propiedad que es medible.
- s) **Propiedad química.** - Son propiedades de la materia por medio del cual cambian sus composiciones.
- t) **Estructura.** - Son aquellas en las que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla, tomando el aspecto de partículas mayores denominándose agregados.
- u) **Capa arable.** -Es la parte superficial del suelo orientado a la producción.
- v) **Infiltración.** - proceso que permite entra agua en la superficie de la tierra.
- w) **La densidad aparente del suelo.** - indicador indispensable del suelo, tales como porosidad, aireación y drenaje.
- x) **Capacidad de Campo.** – Hace referencia al contenido de agua o humedad del suelo



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El estudio es de tipo aplicada y tecnológica; de acuerdo su alcance temporal es transversal el cual se orienta fundamentalmente al recojo de datos en un momento determinado, en un solo periodo del tiempo, para describirlos y analizarlos.

El nivel es descriptivo, por la naturaleza del tema, es decir, busca caracterizar el uso actual del suelo, por lo tanto, donde se describen y cuantifican las propiedades físico-químico y se caracterizan por sus capacidades de uso mayor, para la utilización apropiada en la agricultura, silvicultura, pecuaria sostenible y el recurso hídrico en los lugares del área de estudio.

Por la finalidad, es social y aplicada, al caracterizar los suelos, se busca exponer alternativas prácticas para mejorar el manejo de los suelos y buscar mejoras en las condiciones sociales de los agricultores.

4.2 Diseño de la investigación

Adopta un diseño no experimental, porque la intención del estudio es descriptiva no busca establecer, ni probar relaciones de causa-efecto entre las variables, por lo tanto, utilizamos el diseño no experimental (aleatorios) para el acopio de datos y alcanzar los objetivos de investigación. En este diseño adoptado para el estudio, las variables independientes ocurren y no se manipulan, al igual que los efectos o resultados obtenidos (MOUSALLI-KAYAT 2015).

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2010), citado por MOUSALLI-KAYAT (2015), consideran que, en la investigación no experimental, los procesos se desarrollan de manera sistemática y empírica, las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Asimismo, la relación existente entre las variables se desarrolla sin intervención o influencia directa.



4.3 Descripción ética de la investigación

La investigación prioriza la protección del medio ambiente y los recursos naturales, no utiliza organismo genéticamente modificados. El proceso de recolección de información, no utiliza métodos destructivos que afecten el medio donde se desarrolla la investigación. La investigación cumple con los principios éticos y de buenas prácticas en la ejecución, se cita y referencia la información utilizada en la investigación de acuerdo al estilo ISO 690 y se respeta los criterios éticos y deontológicos de una investigación.

La investigación fue identificada a partir del uso inadecuado del recurso suelo en vista que la principal actividad productiva a la que se dedican los pobladores de la comunidad de Huayllati en sus sectores agrícolas como Padroma, Topopampa y Accahuaray, es principalmente de agricultura de autoconsumo, en alguna proporción hacia el mercado. la misma que aún se sigue realizando de forma tradicional; pues sus explotaciones de mayor escala se efectúan en secano y en condiciones bajo riego; lo cual significa que durante todo el año se produce una sola campaña, A pesar de que el ámbito del proyecto de investigación tiene buenas condiciones climáticas para impulsar el incremento de la producción agrícola en favor de mejorar los ingresos de la población, sus recursos se limitan a una reducida producción, debido a la ineficiente caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor, que sumada a los bajos rendimientos que alcanzan sus cultivos, dan como consecuencia los bajos ingresos económicos que perciben a nivel familiar durante una campaña agrícola.

A partir de ello, se inició la investigación y revisión bibliográfica, para dar respuesta a dicho problema, y se identificó que la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor es imprescindible para orientar a cada unidad de suelo un uso y manejo más apropiado. Situación que motivó realizar la investigación abriendo calicatas en diferentes puntos de los tres sectores en estudio y extrayendo sustrato por horizonte con la finalidad de llevar al laboratorio de suelos para su respectivo análisis físicas y químicas, y posteriormente clasificar los suelos según su aptitud productiva, dar a conocer los resultados como una alternativa para mejorar la producción y el manejo adecuado del suelo.

El análisis de suelos se realizó en **laboratorio particular de Análisis Químico, Físico de suelos Agua y Plantas - Cusco**, las variables de estudio se identifica partir de



investigaciones relacionadas y que responden a las necesidades de los pobladores para mejorar su producción realizando un buen manejo de suelos orientados a la producción, es concordante con la Ley Universitaria 30220.

4.4 Población y muestra

4.4.1 Población

La población de la investigación es finita, donde el estudio es la tierra agrícola de los tres sectores del distrito el Huayllati. En el último censo del 2007 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, Huayllati cuenta con una población efectiva de 1,100 habitantes; 220 familias que corresponden a los beneficiarios de los sectores agrícolas de Topopampa, Padroma y Accahuaray, distribuidas de la siguiente forma:

- 108 Familias usuarios beneficiarios en el sector de Topopampa.
- 62 Familias usuarios en el sector de Padroma.
- 50 Familias usuarios en el sector de Accahuaray.

El 95% se dedica a la actividad agropecuaria y el 5% a la actividad comercial y otros. La actividad agrícola es la ocupación principal en las unidades productivas, cuya producción asegura la sobre vivencia familiar, es decir, la producción agropecuaria, es de auto subsistencia; la PEA familiar se dedica a otras actividades para complementar sus ingresos monetarios, como: jornales agrícolas, en la construcción de casas como obreros o albañiles, entre otras actividades y un porcentaje muy reducido complementa sus ingresos dedicándose a actividades de artesanía (tejidos de ponchos, frazadas, etc.). Los sectores agrícolas intervenidos en la investigación cuentan con área agrícola potencial de 150.50 has en las distintas parcelas de los beneficiarios.

Tabla 14 — Área de los sectores Padroma, Accahuaray y Topopampa

Comunidad	Sectores	Área en ha	Beneficiarios
Huayllati	Topopampa	81.50	108.00
	Padroma	50.00	62.00
	Accahuaray	19.00	50.00
Total		150.50	220.00

Extraído de la MUNICIPALIDAD DISTRITAL de HUAYLLATI, 2021



4.4.2 Muestra

Conformada por la misma población agrícola de los 3 sectores en estudio, del cual se hoyaron 12 calicatas para mostrar el suelo, recoger las muestras para el análisis fisicoquímico en laboratorio y su posterior caracterización por su capacidad de uso mayor, también se ubicó 30 parcelas para que se identifiquen con varios cultivos de protección, coberturas y consumos. Se desarrolló el muestreo al azar sistemático estratificado, porque las muestras tomadas están en los tres sectores, y cada sector debe tener una muestra representativa. De esta manera se garantizó que la representación de cada estrato en la investigación y la generalización tiene un mayor grado de confiabilidad (PAITÁN, MEJÍA, RAMÍREZ y PAUCAR, 2014)

4.5 Procedimiento

La investigación, inicio teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

4.5.1 Ubicación espacial de la investigación

La investigación se realiza en el distrito de Huayllati, provincia de Grau, en la zona sur-este de la región de Apurímac, se desarrolla sobre una zona alto andina intra-montañosa.

a) Ubicación política

Región : Apurímac
Provincia : Grau
Distrito : Huayllati
Comunidad : Huayllati
Sectores : Topopampa, Padroma y Accahuaray

b) Ubicación geográfica

Este : 771925
Norte :8458933
Altitud media: 3,300 msnm



c) Ubicación hidrográfica

Cuenca : Apurímac

Sub cuenca: Vilcabamba

Micro Cuenca: Huayllati



Figura 2 — Vista panorámica del lugar de investigación

d) Extensión:

Huayllati, es uno de los catorce distritos de la provincia de Grau, ubicada en la región de Apurímac, al sur este del Perú, con una elevación de 3.458 metros de altitud y superficies de 12,400 hectáreas, 124,00 km².

e) Límites:

Norte : Con el Distrito Mariscal Gamarra – Provincia de Grau

Sur : Con el Distrito Progreso – Provincia de Grau

Este : Con el Distrito Coyllurqui – Provincia de Grau

Oeste : Con el Distrito Mariscal Gamarra – Provincia de Grau

f) Vías de comunicación:

El acceso principal lo constituye la carretera Abancay — Grau, Grau — Huayllati. El acceso a la zona es a partir de la ciudad de Abancay hacia la ciudad de Chuquibambilla, capital de la provincia de Grau, por Vía terrestre, por medio de la carretera afirmada de la siguiente manera; de Abancay – Grau – Huayllati.

Tabla 15 — Descripción de las vías de acceso

Descripción	Longitud	Horas Recorrido	Tipo de Vía
Abancay – Grau	110 Km.	04 horas	Carretera Asfaltada
Grau – Huayllati	78 Km.	3.0 horas	Carretera Afirmada

Extraído de la MUNICIPALIDAD DISTRITAL de HUAYLLATI, 2021

g) Clima

El lugar de la investigación, se caracteriza por tener un clima mayormente de frío a seco, con temperatura promedio anual varía entre 3°C y 24°C: entre los meses de junio y Julio baja hasta 7°C, la comunidad de Huayllati se encuentran a una altitud de 3,300 m.s.n.m. y hacia la parte baja de la quebrada del Río Vilcabamba, su altitud promedio es de 3,300 m.s.n.m. La precipitación pluvial, es escasa en los meses de mayo a diciembre; con lluvias en los meses de diciembre a abril, la presencia de lluvias se incrementa y propician una sensación de un clima húmedo-templado. La precipitación anual en promedio es de 716.15 m.m.

h) Ecología

Tomando en cuenta la variabilidad climática como la temperatura, la altitud, el comportamiento de las lluvias y la conformación vegetal, se puede considerar que se encuentra la zona de vida: bosque húmedo – montano tropical (bs-MT), predominando la unidad geográfica de quechua. La configuración topográfica es bastante heterogénea y accidentada.

i) Flora

La zona de la investigación está compuesta por plantas cultivadas, especies nativas y exóticas. La actividad agrícola se desplaza hacia las partes altas (cultivos andinos) y en el piso de valle, hacia el río Vilcabamba, plantas con frutos tropicales. Las plantas arbóreas y arbustivas no cultivadas, que destacan en la zona son: el molle, chachacomo, retama, maguey, k'antu, kishuar, saúco, carhuasha, wiñanhuayna, suni. En la parte más alta: ichu, totora, berro, árboles de itanca, arbustos de cuye, junco, entre otras. Los cultivos que destacan son el maíz, papa, olluco, oca, trigo, cebada, quinua, tarwi, haba (en la zonas media

y alta); y, cultivos de vainita y menestras, frutales como ciruelos, peras, manzano, membrillo, durazno, palta, pacaes, etc., todos ellos en el piso de valle.

j) Fauna

La fauna silvestre, en el área de investigación, está compuesta de pájaros, roedores, asimismo venado, zorrino, vizcacha, perdiz, gavián, huamán, killincho, zorzal negro, huallata y pito (en peligro de extinción), etc. La fauna pecuaria está compuesta de ganado vacuno, ovino, caprino, porcino, camélidos, aves de corral y crianza de cuyes en menores poblaciones.

4.5.2 Metodología para el desarrollo de la capacidad de uso mayor (CUM)

Está basada en el Reglamento de (Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor aprobado por el Decreto Supremo N° 017-09-AG). La metodología consta de cuatro fases: fase preliminar, fase de generación de información, fase de análisis y fase de validación

4.5.3 Etapa preliminar de gabinete:

Se basó en:

- a) Recopilación de información existente, estadísticas, documentos y otros.
- b) Elaboración de plan de trabajo en aspecto de suelos, con la metodología empleada y los requerimientos para el reconocimiento y evaluación en campo.
- c) Recopilación de información sobre estudio de suelos
- d) Mediante las unidades fisiográficas, se distribuyó espacialmente las calicatas.
- e) Planificación del trabajo de campo, determinando las zonas de muestreo.

4.5.4 Pre campo:

Anticipado a esta fase de campo, se hizo un trabajo de reconocimiento, en la cual se evaluó las características desde acceso, clima del lugar, de los tres sectores en estudio.

4.5.5 Etapa de campo

Se fundamentó en:

- a) Reconocimiento de campo, georreferenciación de puntos de muestreo, para la observación en el sitio (campo).



- b) Ubicación y apertura de calicatas para la obtención de muestras de los perfiles modales utilizando la clave respectiva se clasifica en forma preliminar las tierras que serán reclasificadas en función a los resultados analíticos de laboratorio.
- c) Identificación de unidades de uso actual del suelo en 30 parcelas y/o áreas de cultivo como, cobertura, protección, consumo.

4.5.6 Etapa o fase de laboratorio.

Las muestras de suelo fueron sometidas al análisis de caracterización fisicoquímica de las muestras, realizado en laboratorio particular de Análisis Químico, Físico de suelos Agua y Plantas – Cusco.

4.5.7 Etapa final de gabinete (Post - campo)

- a) Procesamiento, caracterización e interpretación de la información obtenida en el campo en aspecto de suelos.
- b) Clasificación de grupos y clases de suelos de acuerdo a la capacidad de uso mayor de acuerdo al Decreto Supremo N° 017-2009-AG.
- c) Entrevista a propietarios de 30 parcelas ubicados en los tres sectores en estudio, con la finalidad de recopilar datos de producción y/o uso actual del suelo en cultivo de cobertura, protección, consumo.
- d) Redacción de la tesis.

4.6 Técnica e instrumentos

4.6.1 Técnicas de recolección de datos

- a) Técnica documental, que permitió obtener información.
- b) Observación descriptiva en campo, se realizó en los lugares de estudio, para ello se utilizó fotografías, fichas para registrar datos para su posterior análisis.
- c) Fichaje, para examinar datos obtenidos en fichas, conteniendo la mayor información que se registra en campo.
- d) La entrevista, se realizó con la finalidad de recopilar datos de cultivos en producción actual.
- e) Gabinete, registro de datos recopilados en campo y resultados de laboratorio.



4.6.2 Instrumentos de recolección de datos

- a) GPS, para la ubicación y determinar el espacio de trabajo.
- b) Fichas de recojo de información y cuestionarios
- c) Laboratorio particular de análisis Químico, físico de Suelos Agua y Plantas – Cusco.

4.7 Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizó los programas informáticos: Microsoft Excel y el SPSS V25. El análisis fue descriptivo, que se presentan los resultados de las variables, utilizando las tablas y figuras en la caracterización de suelos, asimismo se realizó las pruebas de hipótesis utilizando la estadística inferencial.

4.7.1 Técnicas estadísticas

Para determinar las técnicas estadísticas a utilizar en la investigación, se analiza los criterios de la estadística paramétrica y no paramétrica, posterior a ello se realizaron las pruebas, tomando en cuenta lo siguiente:

a) La estadística paramétrica o no paramétrica:

Jiménez (2021), considera que, para utilizar la estadística paramétrica, los datos deben seguir una distribución normal, con una varianza homogénea, y no deben influir en los datos de otra observación. Para utilizar la estadística no paramétrica, por el contrario, no precisan ningún parámetro de la distribución de los datos, sus cálculos están basado en signos o rangos y no se ven muy afectadas por valores atípicos.

Mayorga-Ponce et al (2022), considera que las pruebas paramétricas, están basadas en las leyes de distribución normal para analizar los elementos de una muestra; mientras que las pruebas no paramétricas se encargan de analizar datos que no tienen una distribución particular, los datos no están organizados de forma normal. Asimismo, Flores-Ruiz, Miranda-Novales y Villasís-Keever, (2017) consideran que, para identificar el análisis estadístico adecuado, se deben adoptar los siguientes criterios, descritos en la siguiente tabla:

Tabla 16 — Estadísticos según pruebas paramétricas y no paramétricas

	Paramétrico	No paramétrico
Base de prueba estadística	Distribución	Arbitrario
Nivel de medición de datos	Intervalo o razón	Ordinal o nominal
Pruebas estadísticas	T de Student ANOVA	Chi cuadrada
Pruebas de acuerdo con sus datos	Medias	Ji cuadrada Kolmogorov-smirnov

Extraído y adaptado de FLORES-RUIZ, MIRANDA-NOVALES y VILLASÍS-KEEVER (2017)

Por lo tanto, para proseguir e identificar los estadísticos a utilizar, se realizó las pruebas de normalidad y posteriormente la prueba de homogeneidad de varianza.

b) Normalidad de datos:

Se realizó la prueba de normalidad. Para las variables cuantitativas, según la estadística paramétrica se utilizó el estadístico Shapiro Wilk. Para los datos categóricos (variables cualitativas) se utilizó el estadístico Kolmogórov-Smirnov y se comparó con el estadístico Shapiro Wilk. para la estadística no paramétrica. En ambos casos se adoptó el criterio de rechazo de la hipótesis de normalidad si el valor de p (Sig) es menor que 0.05

Tabla 17 — prueba de normalidad de variables cualitativas

Variables	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	N	Sig.	Estadístico	N	Sig.
%Pendiente	0.140	30	,137c	0.950	30	0.174
%Microrelieve	0.218	30	,001c	0.883	30	0.003
Profundidad cm	0.190	30	,007c	0.915	30	0.020
%Pedregosidad	0.170	30	,028c	0.912	30	0.017
%Drenaje	0.165	30	,037c	0.943	30	0.113
%Erosión	0.187	30	,009c	0.900	30	0.008
%Inundación	0.186	30	,009c	0.913	30	0.018
Cultivos y frutales	0.167	30	,032c	0.884	30	0.003
Plantas protección	0.197	30	,004c	0.865	30	0.001
Plantas cobertura	0.205	30	,002c	0.876	30	0.002

Hipótesis de normalidad.

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Al obtener los resultados de niveles de significancia para cada variable, observo que la mayoría de los valores son menores que 0.05 (Sig.<0.05) por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0), en ese sentido se acepta que los datos no proceden de una distribución normal, por lo que se procede a utilizar la estadística no paramétrica.

Tabla 18 — Prueba de normalidad de variables cuantitativas

Variables	Sectores	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gf	Sig.
Conductividad Eléctrica	Accahuaray	0.946	4	0.689
	Topopampa	0.939	4	0.650
	Padroma	0.863	4	0.272
pH	Accahuaray	0.895	4	0.406
	Topopampa	0.863	4	0.272
	Padroma	0.895	4	0.406
Carbonato de calcio	Accahuaray	0.879	4	0.336
	Topopampa	0.978	4	0.891
	Padroma	0.952	4	0.727
Materia Orgánica	Accahuaray	0.993	4	0.970
	Topopampa	0.975	4	0.873
	Padroma	0.985	4	0.930
Nitrógeno	Accahuaray	0.989	4	0.952
	Topopampa	0.797	4	0.097
	Padroma	0.939	4	0.650
Fosforo	Accahuaray	0.995	4	0.981
	Topopampa	0.987	4	0.940
	Padroma	0.929	4	0.591
Potasio	Accahuaray	0.904	4	0.452
	Topopampa	0.878	4	0.329
	Padroma	0.849	4	0.224
Capacidad de Intercambio Catiónico	Accahuaray	0.910	4	0.485
	Topopampa	0.929	4	0.590
	Padroma	0.986	4	0.938
%Arena	Accahuaray	0.854	4	0.240
	Topopampa	0.851	4	0.228
	Padroma	0.914	4	0.502
%Limo	Accahuaray	0.882	4	0.348
	Topopampa	0.890	4	0.385
	Padroma	0.892	4	0.390
% Arcilla	Accahuaray	0.915	4	0.507
	Topopampa	0.808	4	0.118
	Padroma	0.988	4	0.946
Capacidad de campo	Accahuaray	0.859	4	0.257
	Topopampa	0.836	4	0.183
	Padroma	0.921	4	0.544
Densidad Aparente	Accahuaray	0.990	4	0.957
	Topopampa	0.950	4	0.714
	Padroma	0.971	4	0.850
Densidad real	Accahuaray	0.828	4	0.163
	Topopampa	0.950	4	0.714
	Padroma	0.911	4	0.488
Porosidad	Accahuaray	0.975	4	0.870

Pendiente	Topopampa	0.931	4	0.601
	Padroma	0.984	4	0.927
	Accahuaray	0.954	4	0.720
	Topopampa	0.932	4	0.465
	Padroma	0.927	4	0.421
	Accahuaray	0.965	4	0.838
Profundidad	Topopampa	0.945	4	0.614
	Padroma	0.965	4	0.838

Hipótesis de normalidad.

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Al observar los resultados de los niveles de significancia para cada variable, los valores son mayores que 0.05 (Sig.>0.05) por lo que no se puede rechazar Ho, en ese sentido se acepta que los datos proceden de una distribución normal. Por lo tanto, se utiliza la estadística paramétrica.

c) **Homogeneidad de varianza:** Se analizó con el estadístico de Levene, se adoptó el criterio para rechazar la hipótesis de homogeneidad, si el valor de p (sig.) es menor a 0.05.

Tabla 19 — Prueba de homogeneidad de varianza de variables cuantitativas

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Conductividad Eléctrica	0.327	2	9	0.729
pH	0.048	2	9	0.953
Carbonato de calcio	0.582	2	9	0.578
Materia Orgánica	2.705	2	9	0.120
Nitrógeno	3.924	2	9	0.060
Fosforo	2.944	2	9	0.104
Potasio	3.171	2	9	0.091
Capacidad de Intercambio Catiónico	2.809	2	9	0.108
%Arena	1.143	2	9	0.361
%Limo	1.049	2	9	0.389
% Arcilla	1.643	2	9	0.258
Capacidad de campo	1.049	2	9	0.389
Densidad Aparente	0.409	2	9	0.676
Densidad real	0.867	2	9	0.452
Porosidad	0.663	2	9	0.539
Pendiente	1.163	2	27	0.328
Profundidad	0.032	2	27	0.968

Hipótesis de homogeneidad:

Ho: Las varianzas de las variables en estudio son iguales

H1: Las varianzas de las variables en estudio son diferentes

El valor de la significancia es superior a 0.05 (Sig.>0.05), por lo tanto, no rechazo la hipótesis nula y acepto que las variables de la investigación son iguales es decir son homogéneas.

4.7.2 Validez de instrumento

El instrumento de recojo de información, para los datos cualitativos se validó mediante el criterio de cinco jueces y el uso del estadístico de V de Aiken, que tiene la fórmula matemática siguiente.

$$V = \frac{S}{N(C - 1)}$$

Donde:

S = Sumatoria de Si (valor asignado por el Juez 1, Juez 2, ..., Juez n)

N= Número de jueces

C= Número de valores de la escala

Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 20 — Validez del instrumento de variables cualitativas

Nº	Variable	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	V-Aiken
1	Pendiente	0.76	0.79	0.69	0.89	0.85	0.80
2	Micro relieve	0.69	0.92	0.85	0.87	0.89	0.84
3	Profundidad	0.76	0.82	0.67	0.92	0.96	0.83
4	Pedregosidad	0.78	0.94	0.65	0.75	0.91	0.81
5	Drenaje	0.76	0.93	0.75	0.97	0.89	0.86
6	Erosión	0.86	0.85	0.75	0.75	0.89	0.82
7	Inundación	0.79	0.9	0.82	0.71	0.84	0.81
8	Cultivos de consumo	0.94	0.84	0.75	0.84	0.75	0.82
9	Plantas de protección	0.93	0.67	0.75	0.85	0.84	0.81
10	Plantas de cobertura	0.92	0.89	0.75	0.87	0.86	0.86

El resultado del coeficiente V de Ayken, indican que cada ítem de la ficha de recojo de información o ficha de evaluación es decir las características de los suelos por grupo y clase de capacidad de uso mayor y uso de los suelos, tienen validez aceptable cercana a 1, lo que nos permite continuar con el estudio.

4.7.3 Confiabilidad

Camarillo, (1997); considera que la confiabilidad está a la posibilidad de encontrar resultados similares si el estudio se replica; Para evaluar la confiabilidad del instrumento de medida, se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, el resultado del análisis se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21 — Confiabilidad del cuestionario

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.894	08

Valores cercanos a 1, establecen que la confiabilidad del instrumento es alta, por lo que nuestras fichas de evaluación son confiables, por lo que continuamos con la investigación

4.7.4 Hipótesis estadística

Planteamos las hipótesis estadísticas (nula y alterna) para cada hipótesis de investigación.

Hipótesis general

Hipótesis nula (Ho)

Ho: Los suelos de los tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no presentan características diferentes en las propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual.

Hipótesis alternativa (Ha)

Ha: Los suelos de los tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, presentan características diferentes en las propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual

Hipótesis específica 1.

Ho: Las características de las propiedades químicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades químicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Hipótesis específica 2

Ho: Las características de las propiedades físicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades físicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Hipótesis específica 3

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características no pertenecen a diferentes grupos de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características pertenecen a diferentes grupos de capacidad de uso mayor

Hipótesis específica 4

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por características no pertenecen a diferentes clases de capacidad de uso mayor

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características pertenecen a diferentes clases de capacidad de uso mayor

Hipótesis específica 5

Ho: El uso actual de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: El uso actual de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

4.7.5 Nivel de significancia

El nivel de significancia (α) es la máxima probabilidad de cometer el error tipo I, en la investigación se consideró en 5%, para comparar con el valor-p, llamado significancia (sig.), está definida como el mínimo valor de alfa que lleva al rechazo de H_0 .



4.7.6 Estadística descriptiva:

La estadística descriptiva, fue utilizada para el análisis de valores tabulando, para graficar e interpretar, utilizando el programa PASW Statistics 25 y Excel.

4.7.7 Estadística inferencial

Se realizará la prueba de hipótesis:

Para la prueba paramétrica, para datos cuantitativos se utiliza el análisis de varianza (ANOVA) para datos cuantitativos. Utilice para comparar las varianzas entre las medias (o el promedio) de diferentes grupos: Características de las propiedades químicas y físicas de suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma. Se analizó para determinar si existe alguna diferencia entre las medias de los diferentes grupos.

Para la prueba no paramétrica de Chi Cuadrada. (X^2) que es una prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas. Fue necesario aplicar esta prueba para conocer la independencia o no entre las variables: sectores: (Accahuaray, Topopampa y Padroma) y grupo y clase de capacidad de uso mayor de tierras, para conocer, si hay dependencia o dependencia entre las categorías identificadas. En razón que la hipótesis estadística, trata de la estadística no paramétrica, la prueba de X^2 calculado se ha comparado con el estadístico X^2 tabular o crítico teniendo en cuenta el siguiente criterio:

$$Gl = (Nf - 1)(Nc - 1)$$

Dónde:

Gl = grados de libertad

Nf = número de filas

Nc = número de columnas

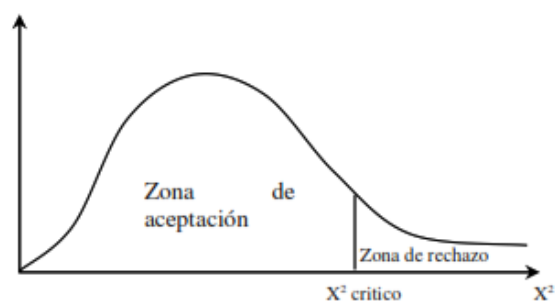


Figura 3 — Esquema de la prueba de hipótesis

H_0 = Independencia entre las variables

H_1 = Dependencia entre las variables

El criterio de rechazar H_0 es cuando el valor de X^2 calculado $> X^2$ crítico a 95% de probabilidades.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

Presento los principales resultados obtenidos luego de procesar la información aplicando los estadísticos respectivos, de acuerdo a lo siguiente:

5.1.1. Características de las propiedades químicas de los suelos

Se realizó las evaluaciones de las características de las propiedades químicas de los suelos, evaluando las variables: Conductividad Eléctrica (CE), pH, Carbonato de calcio (CaCO_2), Materia Orgánica (MO), Nitrógeno (N total), Fosforo (P_2O_3), Potasio (K_2O) Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), en los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Conductividad eléctrica de los suelos

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolido utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 22 — Conductividad eléctrica de los suelos

Sectores	Conductividad Eléctrica			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	0.08	0.11	0.05	0.03
Topopampa	0.14	0.20	0.10	0.04
Padroma	0.19	0.24	0.16	0.04

En la tabla 22, se observa los resultados de la conductividad eléctrica de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Padroma, tiene una media de 0.19 mmhos/cm², seguido por Topopampa con 0.14 mmhos/cm² y Accahuaray con 0.08 mmhos/cm².

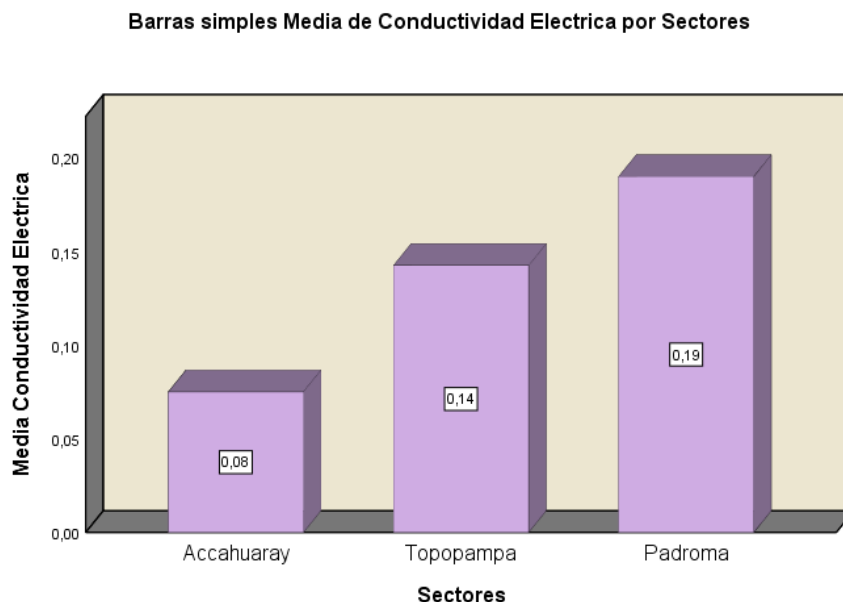


Figura 4 — Barras de medias de conductividad eléctrica por sectores

En la figura 4, se observa la variabilidad de la conductividad eléctrica de los tres sectores en estudios, con los promedios Padroma, tiene una media de 0.19 mmhos/cm², seguido por Topopampa con 0.14 mmhos/cm² y Accahuaray con 0.08 mmhos/cm²

La conductividad nos indica la cantidad de contenido de sales en milimhos/cm²; en los suelos. Según Medina, 2020, los suelos no salinos son menores a < 2.0 mmhos/cm², por lo que estos suelos son no salinos.

b) Potencial de hidrogeniones (pH)

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolidó utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 23 — Potencial de hidrogeniones de los suelos

Sectores	pH			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	7.33	7.50	7.20	0.13
Topopampa	8.23	8.30	8.10	0.10
Padroma	8.38	8.50	8.20	0.13

En la tabla 23, se observa los resultados de potencial de hidrogeniones de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Padroma, tiene una media de 8.38 pH, seguido por Topopampa con 8.23 pH y Accahuaray con 7.33pH.

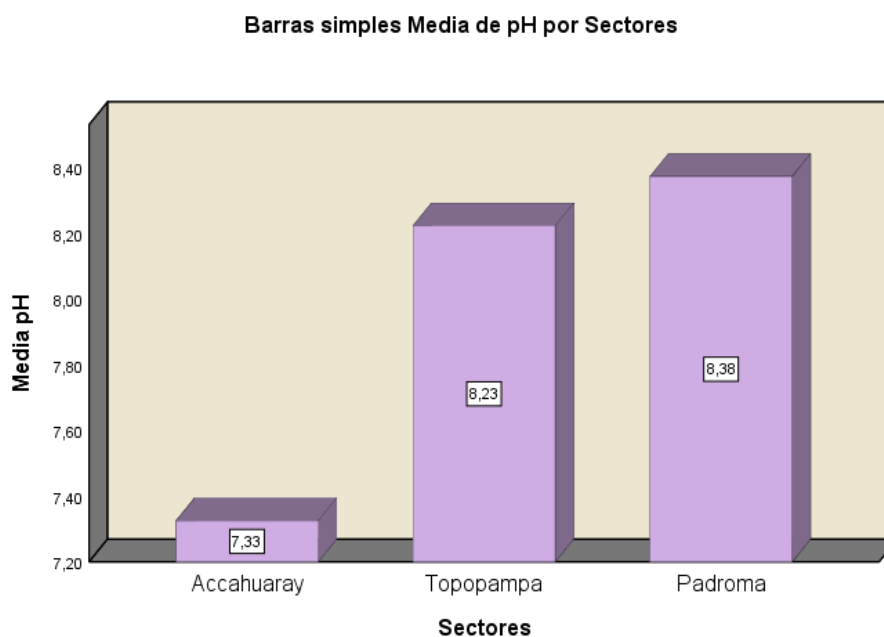


Figura 5 — Barras de medias de potencial de hidrogeniones

En la figura 5, se observa la variabilidad de potencial de hidrogeniones de los tres sectores en estudio, con los promedios Padroma, tiene una media de 8.38pH, seguido por Topopampa con 8.23pH y Accahuaray con 7.33pH

El potencial de hidrogeniones (pH), es un parámetro químico, que indica la acides o alcalinidad del suelo, que va con la escala de 0 a 14, siendo los suelos de pH 7 neutros, mayor a 7pH alcalinos y menor a 7pH ácidos, lo recomendable es tener suelos con pH, cercanos a 7 pH. El pH influye directamente en la disponibilidad de nutrientes y al crecimiento de las plantas. Suelos con pH muy extremos no son fértiles, porque no admiten nutrientes destinados a las plantas, se recomienda no cultivar en estas áreas (Medina, 2020)

Por lo tanto, según Medina, 2020, los suelos de Padroma, con la media de 8.38pH y Topopampa con 8.23pH, son alcalinos, presentando problemas de propiedades físicas y deficiencia de nutrientes. Accahuaray con 7.33pH, es un suelo neutro, óptimo para el desarrollo de los cultivos.

c) Carbonato de calcio

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolidó utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 24 — Carbonato de calcio de los suelos

Sectores	Carbonato de calcio (CaCo3)			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	1.55	1.86	1.25	0.30
Topopampa	4.17	4.58	3.67	0.40
Padroma	4.59	4.90	4.32	0.26

En la tabla 24, se observa los resultados de carbonato de calcio de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Padroma, tiene una media de 4.59%, seguido por Topopampa con 4.17% y Accahuaray con 1.55%

Barras simples Media de Carbonato de calcio por Sectores

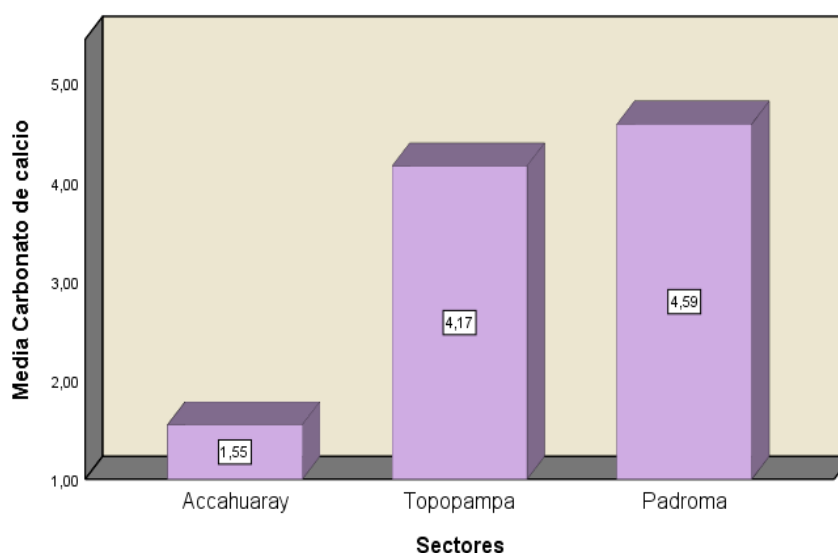


Figura 6 — Barras de medias de carbonato de calcio por sectores

En la figura 6, se observa la variabilidad de carbonato de calcio de los tres sectores en estudio, con los promedios: Padroma, tiene una media de 4.59%, seguido por Topopampa con 4.17% y Accahuaray con 1.55%. El carbonato de calcio (CaCO_3) influyen en la absorción de los micronutrientes en los suelos, con niveles altos de carbonatos, los suelos son calcáreos y tienen relación con escalas altas de pH (GARCÍA 2013).

Según García 2013, los suelos de Padroma, con la media de 4.59% y Topopampa con una media de 4.17%, está en el nivel alto de contenido de carbonato de calcio, influyendo en la absorción de micronutrientes, frente al sector Accahuaray con 1.55% está entre el nivel medio, relativamente óptimo para la absorción de micronutrientes en los cultivos.

d) Materia orgánica

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolidó utilizando las fichas de recojo de información, presentamos los siguientes resultados.

Tabla 25 — Materia orgánica de los suelos

Sectores	Materia Orgánica			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	1.74	2.46	1.10	0.58
Topopampa	0.77	0.93	0.63	0.13
Padroma	2.00	2.58	1.47	0.48

En la tabla 25, se observa los resultados de materia orgánica de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Padroma, tiene una media de 2.00%, seguido Accahuaray con 1.74% y Topopampa con 0.77%.

Barras simples Media de Materia Organica por Sectores

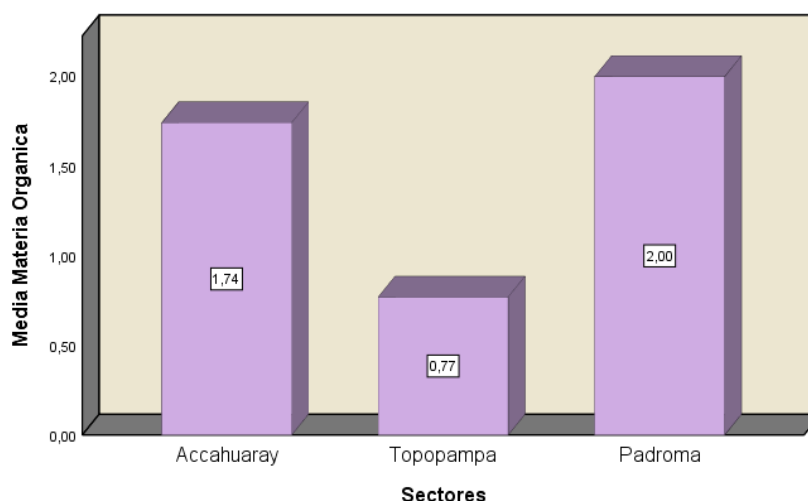


Figura 7 — Barras de medias de materia orgánica por sectores

En la figura 7, se observa la variabilidad de materia orgánica de los tres sectores en estudio, con los promedios: Padroma, tiene una media de 2.00%, seguido Accahuaray con 1.74% y Topopampa con 0.77%. La materia orgánica, tiene una influencia determinante en las propiedades del suelo y la actividad microbológica, mantiene el pH estable, evita la erosión y contribuye a la disponibilidad de nutrientes del suelo para las plantas. Por lo tanto, según Medina, 2020; Padroma, tiene una media de 2.00% de materia orgánica, considerado con un porcentaje medio; seguido por Topopampa con 1.74% y Accahuaray con 1.55%, que están en un nivel pobre.

e) Nitrógeno

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolido utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 26 — Nitrógeno de los suelos

Sectores	Nitrógeno			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	0.08	0.12	0.05	0.03
Topopampa	0.15	0.50	0.03	0.23
Padroma	0.28	0.80	0.07	0.35

En la tabla 26, se observa los resultados de nitrógeno de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: Padroma tiene una media de 0.28%, seguido por Topopampa con 0.15% y Accahuaray con 0.08%.

Barras simples Media de Nitrogeno por Sectores

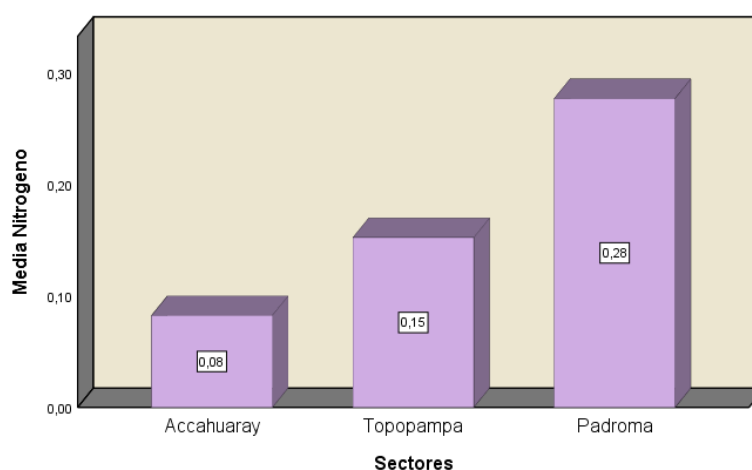


Figura 8 — Barras de medias de nitrógeno por sectores

En la figura 8, se observa la variabilidad de nitrógeno de los tres sectores en estudio, con los promedios: Padroma tiene una media de 0.28%, seguido por Topopampa con 0.15% y Accahuaray con 0.08%.

El contenido de nitrógeno, es un macronutriente principal, importante para el desarrollo de los cultivos. De acuerdo a Medina, 2020, consideramos que en el sector de Padroma con la media de 0.28%, tiene un nivel alto de nitrógeno, Topopampa con la media 0.15% tiene un nivel medio y Accahuaray con la media de 0.08% tiene un nivel bajo de nitrógeno.

f) Fosforo (P_2O_3)

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolido utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 27 — Fosforo de los suelos

Sectores	Fosforo			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	27.75	38.60	16.10	9.60
Topopampa	19.05	25.50	13.60	5.05
Padroma	14.58	17.00	11.20	2.64

En la tabla 27, se observa los resultados de fosforo de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: Accahuaray tiene una media de 27.75ppm, seguido por Topopampa con 19.05ppm y Padroma con 14.58ppm.

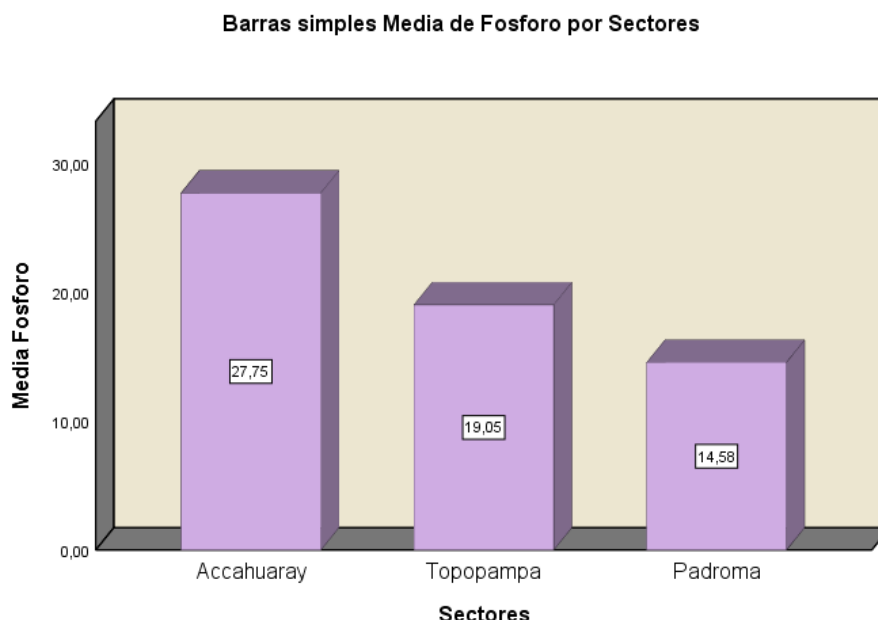


Figura 9 — Barras de medias de fosforo por sectores

En la figura 9, se observa la variabilidad de fosforo de los tres sectores en estudio, con los promedios: Accahuaray tiene una media de 27.75ppm, seguido por Topopampa con 19.05ppm y Padroma con 14.58ppm. El contenido de fosforo en los suelos, es un macronutriente principal, para el crecimiento correcto de los cultivos.

Por lo tanto, según Medina, 2020 manifestamos que en Accahuaray tiene una media de 27.75ppm, seguido por Topopampa con 19.05ppm están en un nivel alto de contenido de fosforo y Padroma con 14.58ppm con un nivel bueno de fosforo.

g) Potasio (K_2O)

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolido utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 28 — Potasio de los suelos

Sectores	Potasio			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	156.00	175.00	144.00	13.44
Topopampa	112.00	116.00	105.00	4.97
Padroma	96.25	98.00	95.00	1.50

En la tabla 28, se observa los resultados de potasio de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: Accahuaray tiene una media de 156.00ppm, seguido por Topopampa con 112.00ppm y Padroma con 96.25ppm.

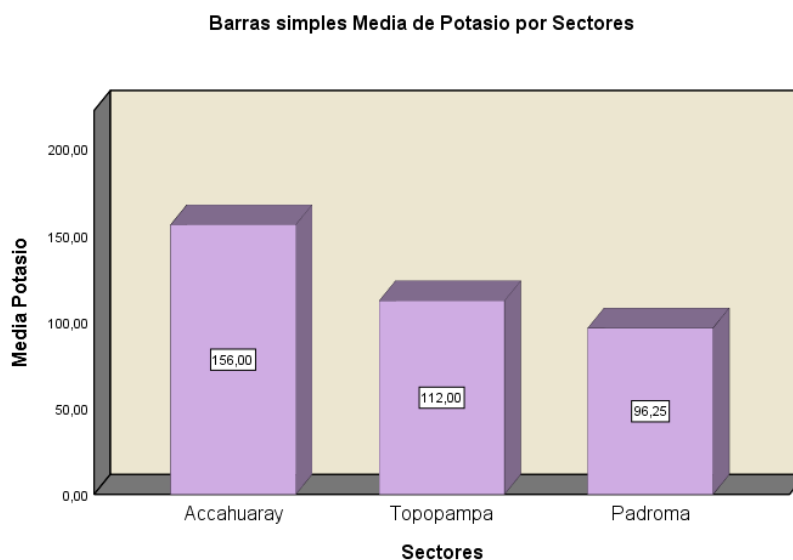


Figura 10 — Barras de medias de potasio por sectores

En la figura 10, se observa la variabilidad de potasio de los tres sectores en estudio, con los promedios: Accahuaray tiene una media de 156.00ppm, seguido por Topopampa con 112.00ppm y Padroma con 96.25ppm. El contenido de potasio en los suelos, es un macronutriente principal, influye en la calidad de los frutos, una cantidad optima de potasio aumenta el nivel de azúcares de los frutos de los cultivos. Por lo tanto, en Accahuaray tiene una media de 156.00ppm, con un nivel medio y Topopampa con 112.00ppm y Padroma con 96.25ppm están con un nivel bajo de potasio, según Medina, 2020 y Agroecología Tornos, 2018.

h) Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolido utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 29 — Capacidad de intercambio catiónico de los suelos

Sectores	Capacidad de intercambio catiónico			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	13.30	16.06	10.17	2.80
Topopampa	9.46	11.23	8.02	1.49
Padroma	19.14	20.41	18.06	0.99

En la tabla 29, se observa los resultados de capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: Padroma tiene una media de 19.30 meq/100g, seguido de Accahuaray con una media de 13.30 meq/100g, y Topopampa con 9.46 meq/100g

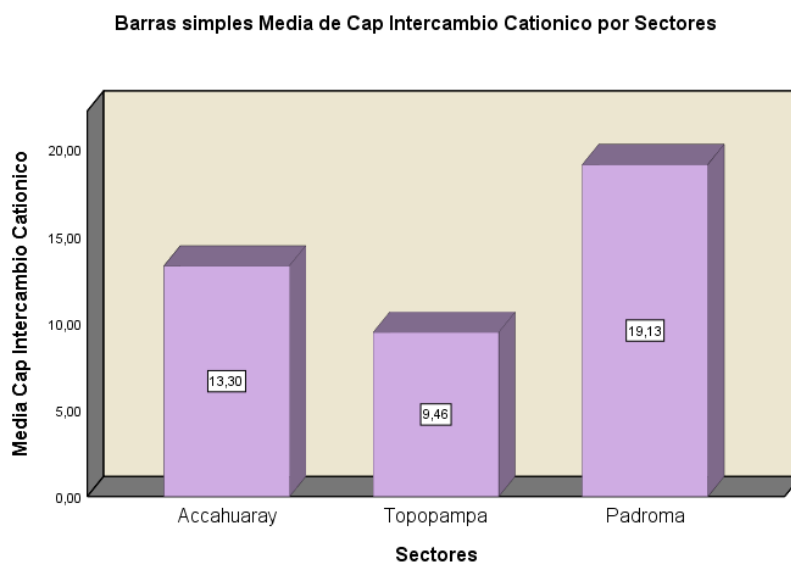


Figura 11 — Barras de medias de CIC por sectores

En la figura 11, se observa la variabilidad de CIC de los tres sectores en estudio, con los promedios: Padroma tiene una media de 19.30 meq/100g, seguido de Accahuaray con una media de 13.30 meq/100g, y Topopampa con 9.46 meq/100g. Los CIC intercambian por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. Medina, 2020, considera que los niveles de CIC indican la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica.

Por lo tanto, según Medina, 2020 en Padroma al tener una media de 19.30 meq/100g, seguido de Accahuaray con una media de 13.30 meq/100g, es decir están en un nivel medio, y Topopampa con 9.46 meq/100g está en el nivel bajo.

5.1.2. Características de las propiedades físicas de los suelos

Se realizó las evaluaciones de las características de las propiedades físicas de los suelos, evaluando las variables: clase textural (arena, limo y arcilla), Capacidad de

Campo (CC), Densidad aparente (Da), Densidad real (Dr) y Porosidad en los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Clase textural de los suelos

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolidó utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 30 — Clase textural de los suelos

Sectores	%Arena				%Limo				%Arcilla			
	$\bar{x}$	Máx.	Mín.	DS	$\bar{x}$	Máx.	Mín.	DS	$\bar{x}$	Máx.	Mín.	DS
Accahuaray	49.50	54.00	47.00	3.11	26.00	29.00	23.00	2.94	24.50	29.00	18.00	5.07
Topopampa	55.25	67.00	40.00	11.67	27.50	37.00	21.50	6.67	17.25	23.00	11.50	6.09
Padroma	29.40	31.80	27.00	2.55	40.88	44.20	35.80	3.58	29.69	32.24	26.60	2.65

En la tabla 30, se observa los resultados de la clase textural de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Accahuaray, 49.50% de arena, 26.00% de limo, y 24.50% de arcilla, Topopampa 55.25% de arena, 27.50% de Limo 27.50% y 17.25% de arcilla, Padroma 29.40% de arena, 40.88 de limo y 29.69% de arcilla.

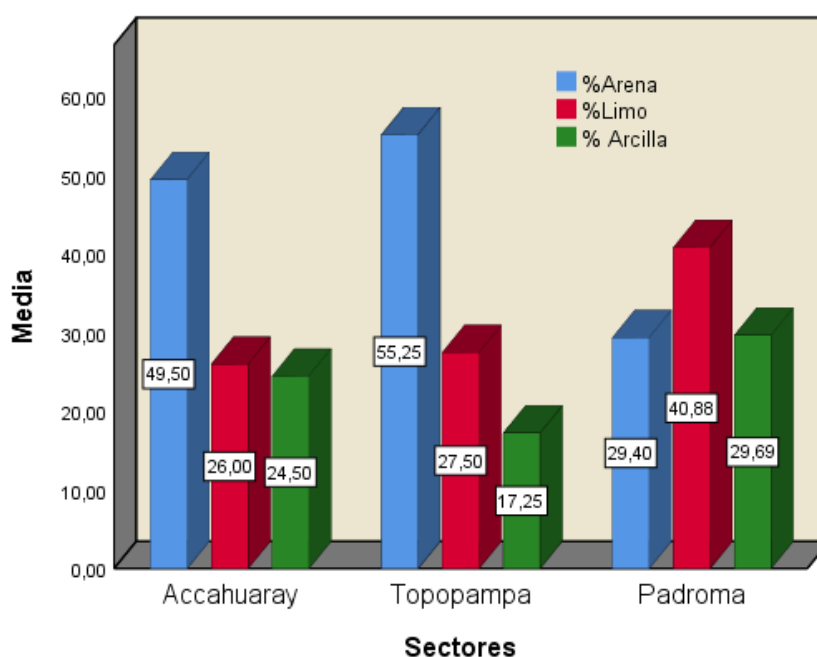


Figura 12 — Barras de agrupadas de arena, limo y arcilla por sectores

En la figura 12, se observa los porcentajes de arena, limo y arcilla de los tres sectores en estudios, para determinar la clase textural con los siguientes datos Accahuaray, 49.50% de arena, 26.00% de limo, y 24.50% de arcilla, Topopampa 55.25% de arena, 27.50% de limo 27.50% y 17.25% de arcilla, Padroma 29.40% de arena, 40.88 de limo y 29.69% de arcilla. La textura indica la proporción de elementos en relación al tamaño de partículas que componen el suelo. Por ello, se puede diferenciar entre: suelos gruesos, suelos finos, suelos arcillosos, etc. (Agroecología Tornos, 2018). Según el Triángulo Textural USDA, los sectores tienen las clases texturales, Accahuaray: Franco arcillo arenoso; Topopampa: franco arenoso, Padroma franco arcilloso

b) Capacidad de campo de los suelos

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolidó utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 31 — Capacidad de campo de los suelos

Sectores	Capacidad de campo			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	21.82	25.02	20.01	2.21
Topopampa	20.80	25.14	18.49	2.98
Padroma	29.20	30.71	28.12	1.19

En la tabla 31, se observa los resultados de capacidad de campo de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Accahuaray, 21.82%, Topopampa 20.80% y Padroma 29.20%

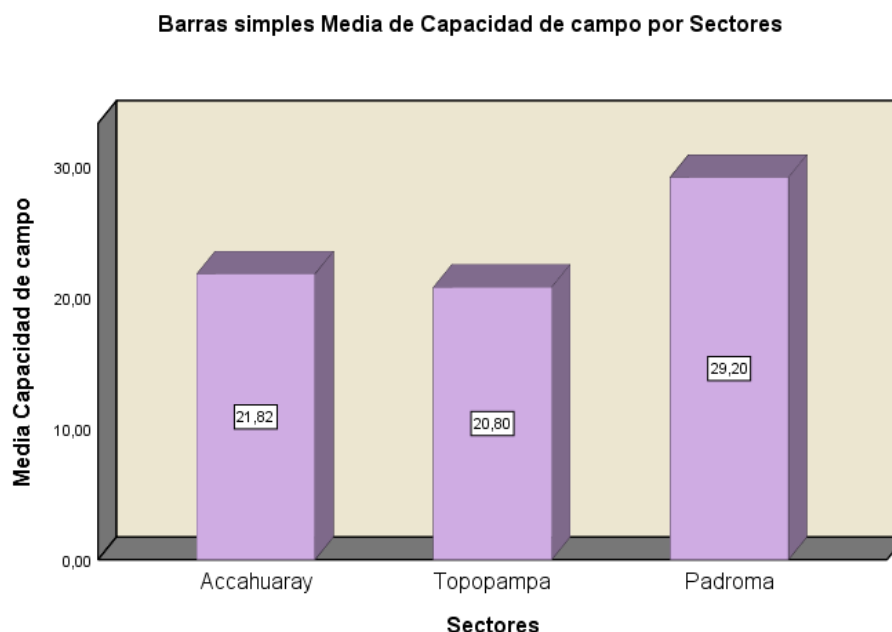


Figura 13 — Barras de medias de capacidad de campo por sectores

En la figura 13, se observa las medias de capacidad de campo de los tres sectores en estudios, con los siguientes datos Accahuaray, 21.82%, Topopampa 20.80% y Padroma 29.20%.

La capacidad de campo (CC) de un suelo representa la cantidad máxima de agua que puede ser retenida en un suelo en contra de la fuerza de la gravedad, después de un riego o lluvia que ha humedecido todo el suelo (Flores y Alcalá, 2010). Según Flores y Alcalá, 2010, los porcentajes de capacidad de campo por sectores tienen una relación con las clases texturales, descritas: Accahuaray: Franco arcilloso arenoso; Topopampa: franco arenoso, Padroma franco arcilloso.

c) Densidad aparente de los suelos

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolidó utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 32 — Densidad aparentes de los suelos

Sectores	Densidad Aparente			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	1.50	1.56	1.43	0.05
Topopampa	1.53	1.59	1.47	0.05
Padroma	1.34	1.39	1.30	0.04

En la tabla 32, se observa los resultados de densidad aparente de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Accahuaray, 1.50g/m^3 , Topopampa 1.53 g/m^3 y Padroma 1.34g/m^3

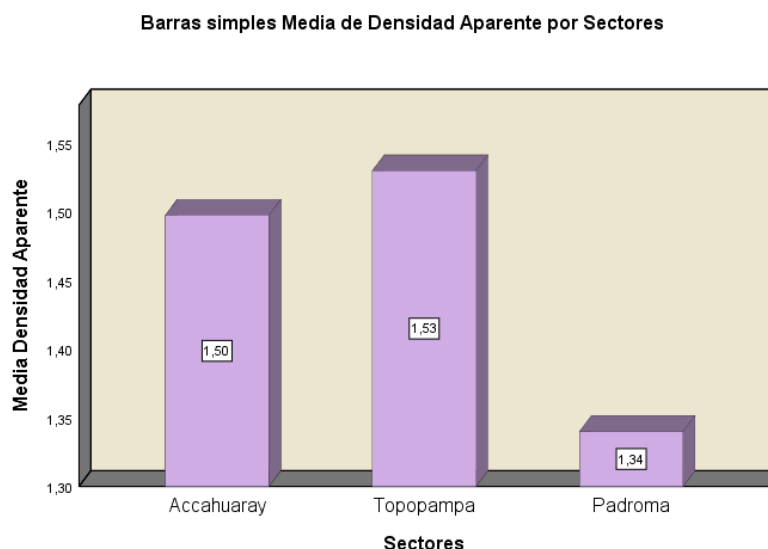


Figura 14 — Barras de medias de densidad aparente por sectores

En la figura 14, se observa las medias de densidad aparente de los tres sectores en estudios, con los siguientes datos Accahuaray, 1.50g/m^3 , Topopampa 1.53g/m^3 y Padroma 1.34g/m^3

La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa o peso del suelo seco (peso de la fase sólida) y el volumen total, incluyendo al espacio poroso. Al calcular la porosidad total de un suelo cuando se conoce la densidad de las partículas, y se estima la masa de la capa arable (Flores y Alcalá, 2010).

Por lo tanto, según a los criterios de Flores y Alcalá, 2010, La densidad aparente por sectores tiene una relación con las clases texturales Accahuaray: Franco arcilloso arenoso ($\text{DA}=1.50\text{g/m}^3$); Topopampa: franco arenoso ($\text{DA}=1.53\text{ g/m}^3$), Padroma franco arcilloso ($\text{DA}= 1.34\text{g/m}^3$)

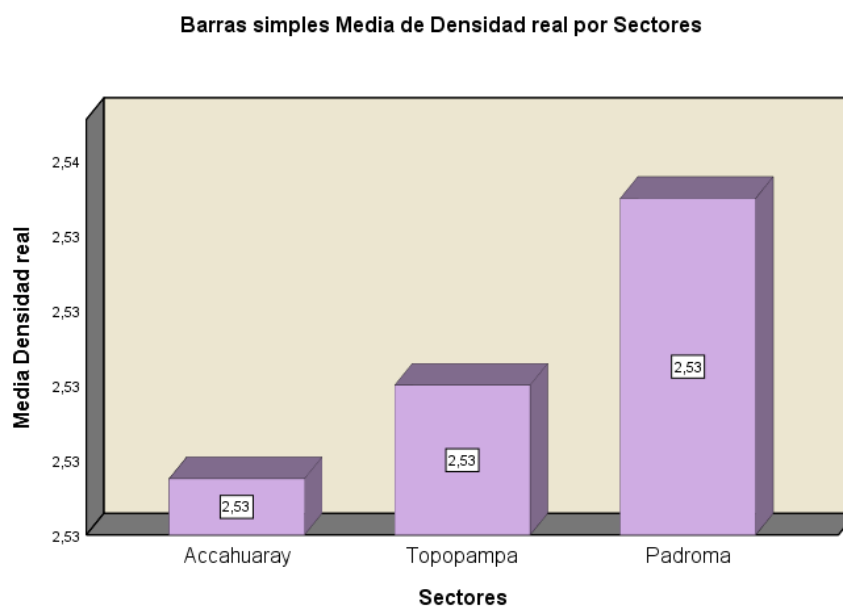
d) Densidad real de los suelos

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolido utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 33 — Densidad real de los suelos

Sectores	Densidad real			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	2.53	2.58	2.50	0.04
Topopampa	2.53	2.55	2.51	0.02
Padroma	2.54	2.56	2.51	0.02

En la tabla 33, se observa los resultados de densidad aparente de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Accahuaray, 2.53g/m^3 , Topopampa 2.53 g/m^3 y Padroma 2.54g/m^3

**Figura 15 — Barras de medias de densidad real por sectores**

En la figura 15, se observa las medias de densidad aparente de los tres sectores en estudios, con los siguientes datos Accahuaray, 2.53g/m^3 , Topopampa 2.53 g/m^3 y Padroma 2.54g/m^3 . La densidad real del suelo es la relación que existe entre el peso de éste, en seco (P_{ss}) y el volumen real o sea el volumen de sus partículas (V_p), expresado en g/cm^3 (Castillo, 2005)

Tomando en cuenta lo manifestado por Castillo, 2005, La densidad real por sectores tiene una relación con las clases texturales Accahuaray: Franco arcilloso arenoso ($\text{DR}=2.53\text{g/m}^3$); Topopampa: franco arenoso ($\text{DR}=2.53\text{ g/m}^3$), Padroma franco arcilloso ($\text{DR}= 2.54\text{g/m}^3$), todos los suelos de los sectores se clasifican en el nivel bajo.

e) Porosidad de los suelos

Se realizó la toma de muestras de los suelos, y se llevó al laboratorio para el análisis y se consolidó utilizando las fichas de recojo de información, presento los siguientes resultados.

Tabla 34 — Porosidad de los suelos

Sectores	Porosidad			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Accahuaray	40.13	42.80	37.84	2.18
Topopampa	38.86	41.20	36.40	2.24
Padroma	46.66	48.41	44.62	1.63

En la tabla 34, se observa los resultados de densidad aparente de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Accahuaray, 40.13%, Topopampa 38.86% y Padroma 46.66%

Barras simples Media de Porosidad por Sectores

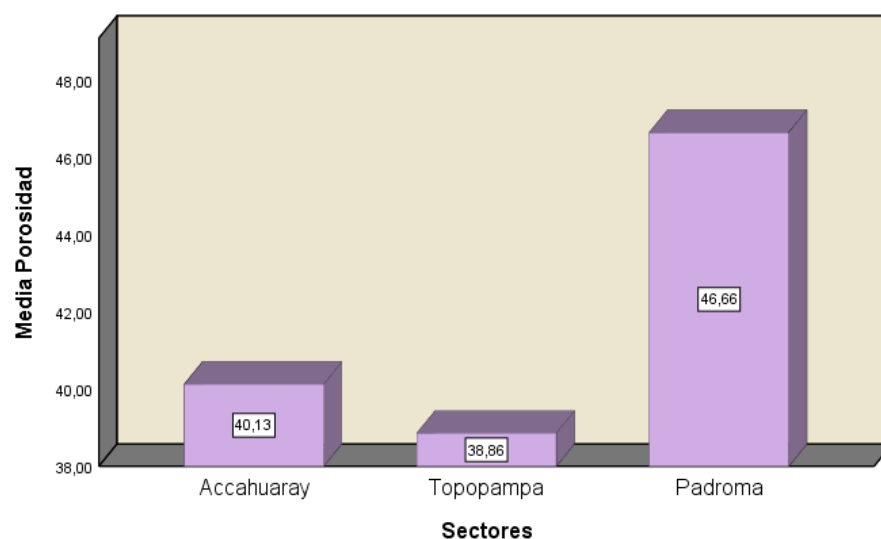


Figura 16 — Barras de medias de porosidad por sectores

En la figura 16, se observa las medias de porosidad de los tres sectores en estudios, con los siguientes datos: Accahuaray, 40.13%, Topopampa 38.86% y Padroma 46.66%. La porosidad está referido al espacio que no está ocupado por fracciones sólidas, minerales u orgánicas; independientemente si éste está ocupado por agua o por aire en el momento del muestreo (CASTILLO, 2005)

Por lo tanto, tomando los criterios de CASTILLO, 2005; la porosidad por sectores tiene una relación con las clases texturales Accahuaray: Franco arcilloso arenoso (porosidad=40.13%); nivel bajo Topopampa: franco arenoso (Porosidad=38.86%), muy bajo y Padroma franco arcilloso (Porosidad= 46.66) nivel medio.

5.1.3. Características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor.

Se realizó las evaluaciones de las características de los suelos de capacidad de uso mayor, evaluando las variables: Pendientes, Micro relieve, Profundidad, Pedregosidad, Drenaje, Erosión e Inundación, en los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Pendiente de los suelos

Se realizó la evaluación de la pendiente de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 35 — Pendiente de los suelos

Sectores	% Pendiente							Total
	0 - 4	4 – 8	8 - 15	15 - 25	25 - 50	50 – 75	>75	
Accahuaray	10.00%	20.00%	30.00%	0.00%	20.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Topopampa	0.00%	0.00%	20.00%	30.00%	20.00%	20.00%	10.00%	100.00%
Padroma	0.00%	0.00%	20.00%	30.00%	20.00%	20.00%	10.00%	100.00%

En la tabla 35, se observa los resultados de la pendiente de los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: Accahuaray, en su territorio tiene un 30.00% de pendiente entre el rango de 8-15%, el 20.00% de 4-8%, 25-50% y 50 – 75% de pendiente respectivamente y 10.00% de 0 – 4% de pendiente. Topopampa en su territorio tiene un 30.00% de pendiente entre el rango de 15-25% de pendiente, el 20.00% 8-15%, 25-50% y 50 – 75% de pendiente respectivamente y 10.00% > a 75%, de pendiente. Padroma en su territorio tiene

un 30.00% de pendiente entre el rango de 15-25% , el 20.00% 8-15%, 25-50% y 50 – 75% de pendiente respectivamente y 10.00% > a 75%, de pendiente.

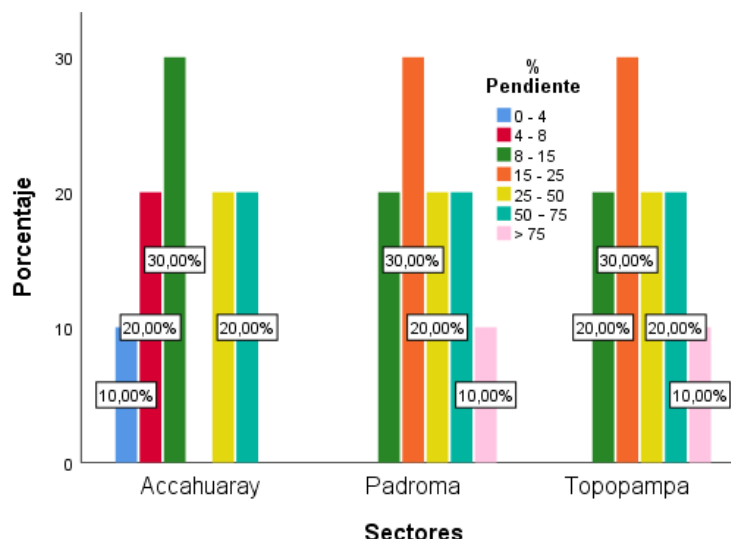


Figura 17 — Barras agrupadas de pendientes de los tres sectores

En la figura 17, se observa la variabilidad de las pendientes, de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes Accahuaray tiene un 30.00% de pendiente en el rango de 8 – 15 %, Padroma con 30.00% de pendiente en el rango de 15 – 25% de pendiente y Topopampa con 30.00% en el rango de 15-25% de pendiente.

b) Microrelieve de los suelos

Se realizó la evaluación de la pendiente de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 36 — Micro relieve de los suelos

Sectores	%Microrelieve				Total
	Plano	Ondulado suave	Ondulado	Microquebrado	
Accahuaray	30.00%	40.00%	20.00%	10.00%	100.00%
Topopampa	10.00%	50.00%	30.00%	10.00%	100.00%
Padroma	10.00%	20.00%	40.00%	30.00%	100.00%

En la tabla 36, se observa los resultados del micro relieve de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: Accahuaray tiene 30.00% microrelieve plano, 40.00% ondulado suave, 20.00% ondulado y 10.00% microquebrado, Topopampa, tiene 10.00% microrelieve plano, 50.00% ondulado suave, 30.00% ondulado y 10.00% microquebrado y finalmente Padroma, tiene 10.00% micro

relieve plano, 20.00% ondulado suave, 40.00% ondulado y 30.00% micro quebrado.

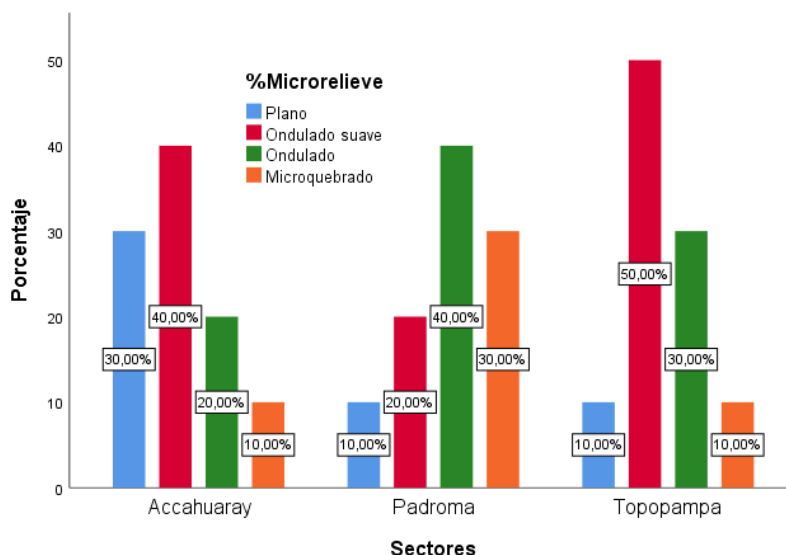


Figura 18 — Barras agrupadas de los tres sectores por micro relieve

En la figura 18, se observa la variabilidad del micro relieve de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes: Accahuaray, tiene un 40.00% de micro relieve ondulado suave, Topopampa con 50.00% de ondulado suave y Padroma con 40.00% ondulado.

c) Profundidad de los suelos

Se realizó la evaluación de la profundidad de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 37 — Profundidad de los suelos

Sectores	Profundidad					Total
	< 25cm: muy superficiales	25 - 50 cm: superficiales	50 – 100 cm: moderadamente profundo	100 – 150 cm: profundo	> 150cm: muy profundo	
Accahuaray	10.00%	0.00%	30.00%	40.00%	20.00%	100.00%
Topopampa	10.00%	30.00%	40.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Padroma	30.00%	30.00%	30.00%	10.00%	0.00%	100.00%

En la tabla 37, se observa los resultados de profundidad de los suelos de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: Accahuaray tiene 10.00% suelos muy superficiales <25cm, 30.00% suelos moderadamente profundos con rangos de 50 – 100cm; 40.00% suelos profundos de 100-150cm y 20.00% suelos muy profundos >150cm. Topopampa, tiene 10.00% suelos muy superficiales <25cm, 30.00% suelos superficiales con rangos de 25-50cm; 40.00% suelos moderadamente profundos de 50-100cm, 10.00% suelos profundos 100-150cm. Padroma, tiene 30.00% suelos muy superficiales <25cm, 30.00% suelos superficiales con rangos de 25-50cm; 30.00% suelos moderadamente profundos de 50-100cm, 10.00% suelos profundos 100-150cm.

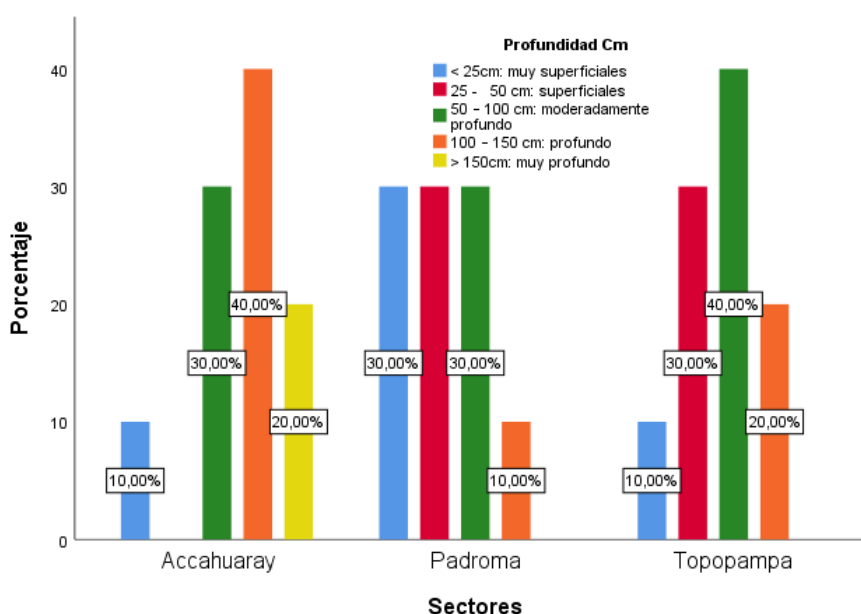


Figura 19 — Barras agrupadas de profundidad de los tres sectores

En la figura 19, se observa la variabilidad de la profundidad de los suelos, de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes: Accahuaray, tiene un 40.00% de suelos profundos con rangos de 100-150cm, Topopampa con 40.00% tiene suelos moderadamente profundos con rangos de 50-100cm y Padroma tiene un 30.00% de suelos muy superficiales con rangos <25cm, suelos superficiales con rangos de 25-50cm, moderadamente 50-100cm.

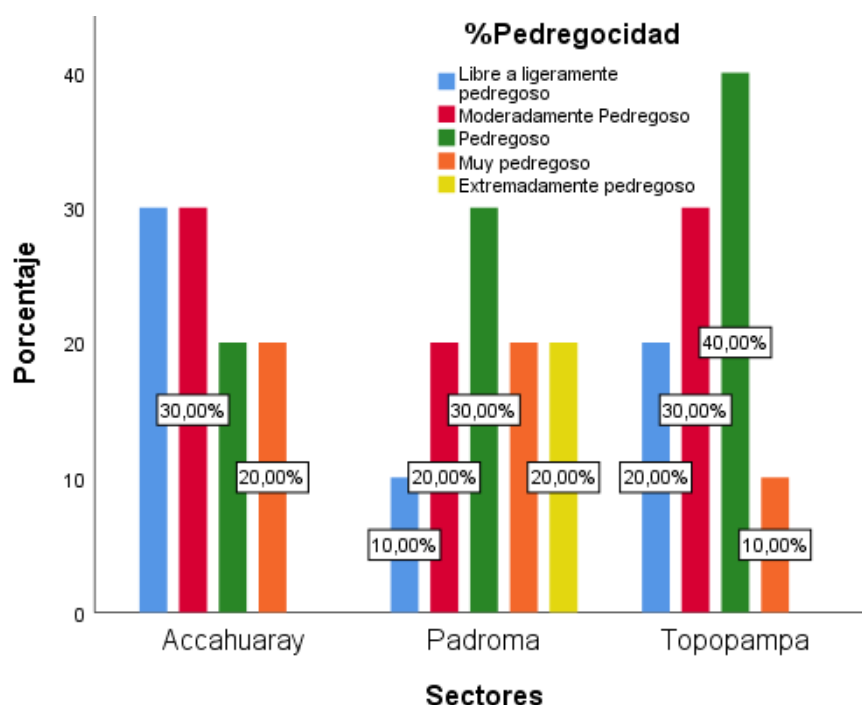
d) Pedregosidad de los suelos

Se realizó la evaluación de la pedregosidad de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 38 — Pedregosidad de los suelos

Sectores	%Pedregosidad					Total
	Libre a ligeramente pedregoso	Moderadamente Pedregoso	Pedregoso	Muy pedregoso	Extremadamente pedregoso	
Topopampa	30.00%	30.00%	20.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Accahuaray	20.00%	30.00%	40.00%	10.00%	0.00%	100.00%
Padroma	10.00%	20.00%	30.00%	20.00%	20.00%	100.00%

En la tabla 38, se observa los resultados de la pedregosidad de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: Topopampa, con 30.00% de suelos ligeramente pedregoso, 30.00% moderadamente pedregoso, 20.00% muy pedregoso; Accahuaray, con 20.00% de ligeramente pedregoso, 30.00% moderadamente pedregoso, 40.00% pedregoso, 10.00% muy pedregoso y finalmente Padroma, con 10.00% de ligeramente pedregoso, 20.00% moderadamente pedregoso, 30.00% pedregoso, 20.00% muy pedregoso y 20.0% extremadamente pedregoso.

**Figura 20 — Barras agrupadas de los tres sectores – pedregosidad**

En la figura 20, se observa la variabilidad de pedregosidad de los suelos, de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes: Accahuaray, tiene un 30.00% de suelos ligeramente pedregosos y 30.00% moderadamente pedregosos, Topopampa con 40.00% pedregoso y Padroma con 30.00% suelos pedregosos

e) Drenaje de los suelos

Se realizó la evaluación del drenaje de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 39 — Drenaje de los suelos

Sectores	%Drenaje						Total
	Algo excesivo	Bueno	Moderado	Imperfecto	Pobre	Muy pobre	
Accahuaray	20.00%	30.00%	20.00%	30.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Topopampa	0.00%	20.00%	30.00%	30.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Padroma	0.00%	10.00%	20.00%	30.00%	20.00%	20.00%	100.00%

En la tabla 39, se observa los resultados de drenaje de los suelos de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: **Accahuaray**, con 20.00% de suelos con drenaje algo excesivo, 30.00% con drenaje bueno, 20.00% con drenaje moderado y 30.00% con drenaje imperfecto. **Topopampa**, con 20.00% de suelos con drenaje bueno, 30.00% con drenaje moderado, 30.00% con drenaje imperfecto y 20.00% con drenaje pobre. **Padroma**, con 10.00% de suelos con drenaje bueno, 20.00% con drenaje moderado, 30.00% con drenaje imperfecto, 20.00% con drenaje pobre y 20.00% con drenaje muy pobre.

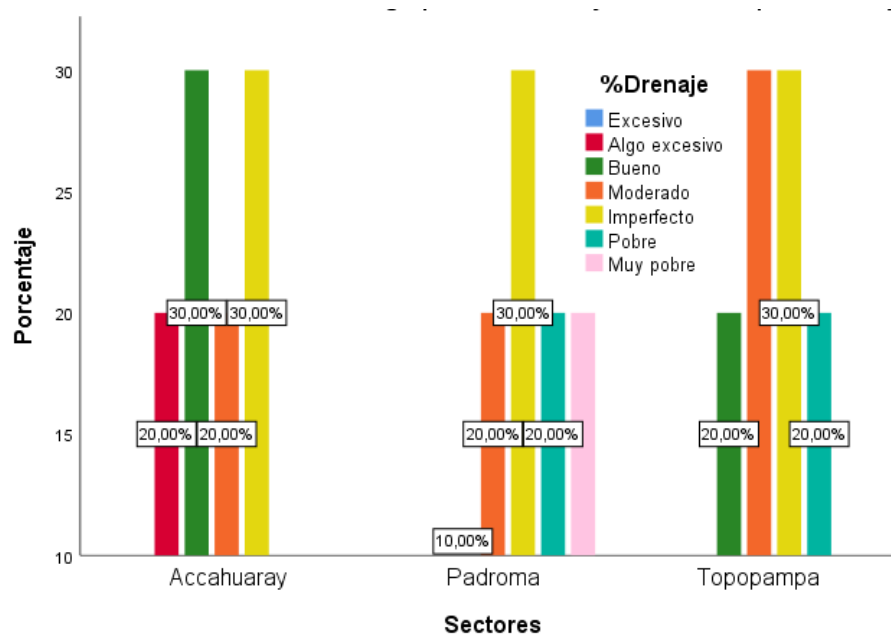


Figura 21 — Barras agrupadas de los tres sectores – drenaje

En la figura 21, se observa la variabilidad de drenaje de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes: Accahuaray, conformado en su mayoría

con 30.00% de suelos con drenaje imperfectos y buenos respectivamente, Topopampa conformado por 30.00% de suelos con drenaje imperfecto y moderado respectivamente y Padroma con 30.00% de suelos con drenaje imperfecto.

f) Erosión de los suelos

Se realizó la evaluación del drenaje de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 40 — Erosión de los suelos

Sectores	%Erosión					Total
	Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Extrema	
Accahuaray	30.00%	20.00%	30.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Topopampa	20.00%	40.00%	20.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Padroma	20.00%	20.00%	20.00%	10.00%	30.00%	100.00%

En la tabla 40, se observa los resultados de porcentaje de erosión de los suelos de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: **Accahuaray**, con 30.00% de suelos con muy ligera erosión, 20.00% con ligera erosión, 30.00% con erosión moderada y 20.00% erosión severa; **Topopampa**, con 20.00% suelos con muy ligera erosión, 40.00% ligera erosión, 20.00% moderada erosión, 20.00 severa erosión y **Padroma** con 20.00% de suelos con erosión muy ligera, 20.00% con erosión ligera, 20.00% con erosión moderada, 10.00% con erosión severa y 30.00% erosión extrema.

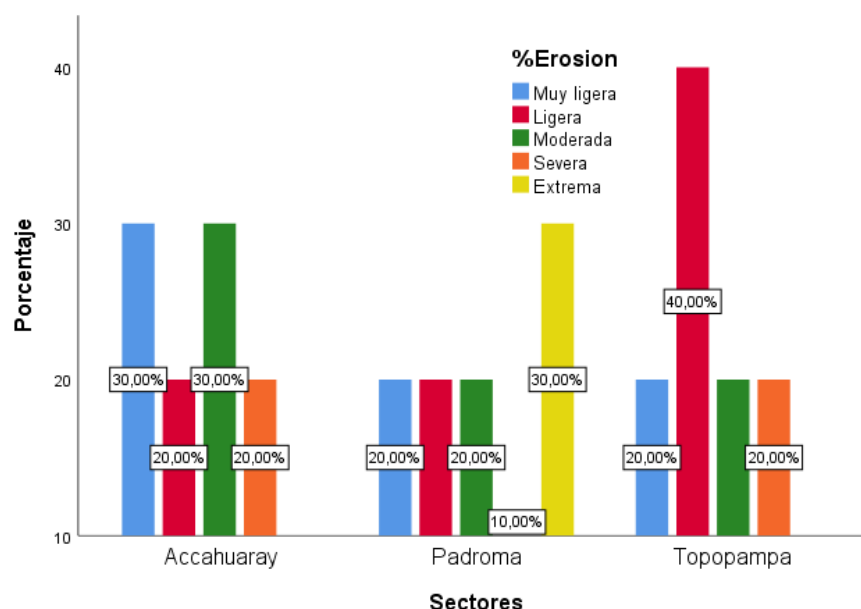


Figura 22 — Barras agrupadas de los tres sectores – erosión

En la figura 22, se observa la variabilidad de drenaje de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes: **Accahuaray**, conformado en su mayoría por suelos con 30.00% de erosión muy ligera y 30.00% de erosión moderada; Topopampa conformado por 40.00% de suelos con erosión ligera y **Padroma** con 30.00% de suelos con erosión extrema.

g) Inundación de los suelos

Se realizó la evaluación del drenaje de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 41 — Inundación de los suelos

Sectores	%Inundación					Total
	Sin riesgo de inundación	Inundación ligera	Inundación moderada	Inundación severa	Inundación extrema	
Accahuaray	20.00%	30.00%	30.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Topopampa	10.00%	40.00%	30.00%	20.00%	0.00%	100.00%
Padroma	20.00%	10.00%	40.00%	20.00%	10.00%	100.00%

En la tabla 41, se observa los resultados de porcentaje de inundación de los suelos de los tres sectores en estudio, teniendo los siguientes datos: **Accahuaray**, con 20.00% con riesgo de inundación, 30.00% de inundación ligera, 30.00% de inundación moderada y 20.00% con inundación severa; **Topopampa**, con 10.00% sin riesgo de inundación, 40.00% inundación ligera, 30.00% inundación moderada, 20.00% inundación severa y Padroma con 20.00% sin riesgo de inundación, 10.00% inundación ligera, 40.00% inundación moderada, 20.00% inundación severa y 10.00% inundación extrema.

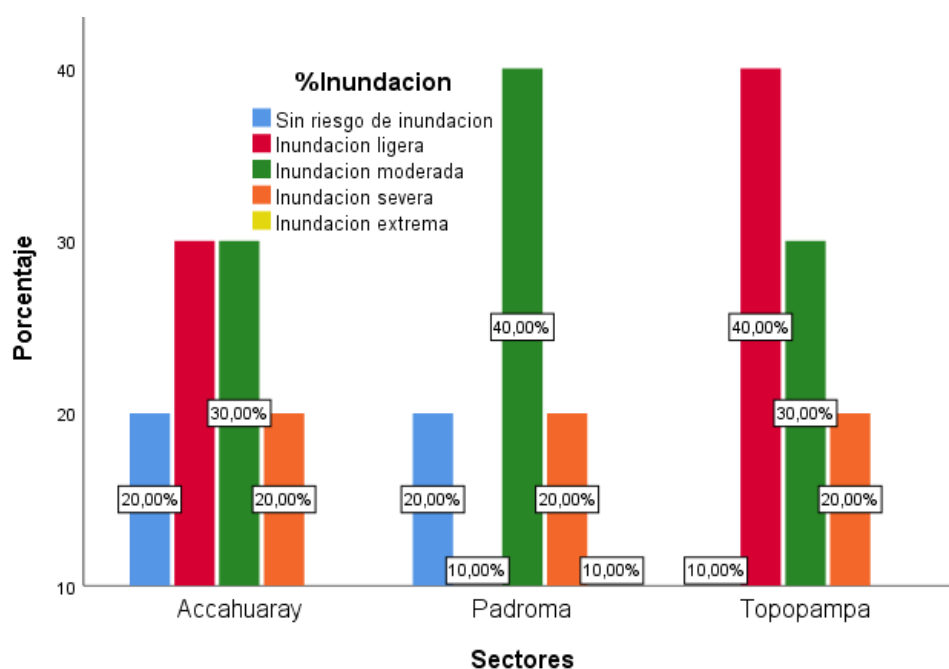


Figura 23 — Barras agrupadas de los tres sectores – inundación

En la figura 23, se observa la variabilidad de inundación de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes: Accahuaray, conformado en su mayoría por suelos con 30.00% inundación ligera e inundación moderada respectivamente, Topopampa conformado por 40.00% de suelos con inundación moderada y Padroma con 40.00% de suelos con inundación moderada. Concluimos que el mayor porcentaje de inundación en los suelos de los tres sectores, 40.00% erosión moderada, 40.00% inundación moderada.

h) Caracterizando los suelos por grupo de capacidad de uso mayor.

Se realizó las evaluaciones de las características de los suelos de capacidad de uso mayor, identificando que características tienen para determinar las (A)

Tierras aptas para el cultivo en limpio, (C) Tierras aptas para cultivos permanentes, (P) Tierras aptas para pastos, (F) Tierras aptas para producción forestal y (X) Tierras de protección, en los tres sectores Auccahuaray Topopampa Paoroma, en Huayllati, Grau.

Para identificar la numeración y ordenamiento de zonas de vida, se toma en consideración los pisos altitudinales, la biotemperatura y la altitud, utilizando el diagrama bioclimático del sistema de Holdridge. (D.S. 017-2010-AG).

Cuadros, 2010, establece que el bosque seco – MONTANO BAJO SUBTROPICAL (bs-MBS). Está ubicada en la región latitudinal subtropical del país abarcando una superficie de 239,525 hectáreas que representa el 11.34 % del área total de la región Apurímac, geográficamente se extiende entre altitudes que van de 2000 a 3000 m.s.n.m., principalmente abarca a áreas de todas las provincias de la región

La biotemperatura promedio anual va de 12°C a 18°C, mientras que la precipitación total anual promedio está entre 500 a 1000 mm. La cobertura vegetal de esta zona de vida está compuesta principalmente por vegetación arbórea-arbustiva y bosques nativos, en esta zona de vida es donde se desarrollan las actividades agrícolas (Cuadros, 2010)

Asimismo, Cuadros, 2010, considera que el bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS). Se ubica en la región latitudinal subtropical del país abarcando una superficie de 290,591 hectáreas que representa el 13.76 % del área total de la región Apurímac, geográficamente se extiende entre altitudes de 3000 a 4000 m.s.n.m., principalmente abarca a áreas de todas las provincias

La biotemperatura promedio anual va de 6°C a 12°C, mientras que la precipitación total anual promedio está entre 500 a 1000 m.m. La cobertura vegetal de esta zona de vida está compuesta principalmente por plantaciones forestales exóticas, bosques nativos y vegetación arbustiva arbórea, en esta zona de vida se desarrollan actividades agrícolas con cultivos bajo secano y cultivos en agroforestería. (Cuadros, 2010).



Tomando la información de Cuadros, 2010, Huayllati en la provincia de Grau, se clasifica en la zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS), de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 42 — Ordenamiento de zona de vida

N° Clave	Formación Ecológica	Piso altitudinal	Región latitudinal
12	Bosque húmedo	Montano bajo	Tropical y Subtropical
13	Bosque muy húmedo	Montano	Tropical y Subtropical

Extraído de Decreto Supremo N° 017-2009-AG

Para caracterizar la capacidad de uso mayor, se utiliza la metodología de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2009-AG. Por las características ecológicas y el piso altitudinal y las variables climáticas, los sectores Accahuaray, Topopampa y Padroma de Huayllati, Grau.

Una vez determinado la formación ecológica, el piso altitudinal y latitudinal, se utilizan las claves para determinar el grupo de capacidad de uso mayor de los suelos, tomando la información de la tabla que se detalla, a continuación:

Tabla 43 — Caracterización de suelos de los tres sectores

Sectores	Promedios de los indicadores y categorías						
	%Pendiente						
	0 – 4	4 - 8	8 - 15	15 - 25	25 - 50	50 – 75	> 75
Accahuaray	10%	20%	30%	0%	20%	20%	0%
Topopampa	0%	0%	20%	30%	20%	20%	10%
Padroma	0%	0%	20%	30%	20%	20%	10%
	%Micro relieve						
	Plano	Ondulado suave	Ondulado	Micro quebrado			
Accahuaray	30.00%	40.00%	20.00%	10.00%			
Topopampa	10.00%	50.00%	30.00%	10.00%			
Padroma	10.00%	20.00%	40.00%	30.00%			
	Profundidad Cm						
	< 25cm: muy superficiales	25 - 50 cm: superficiales	50 – 100 cm: moderadamente profundo	100 – 150 cm: profundo	> 150cm: Muy profundo		
Accahuaray	10.00%	0.00%	30.00%	40.00%	20.00%		
Topopampa	10.00%	30.00%	40.00%	20.00%	0.00%		
Padroma	30.00%	30.00%	30.00%	10.00%	0.00%		
	Clase Textural						
	Arena ($\bar{x}$)	Limo ($\bar{x}$)	Arcilla ($\bar{x}$)	Textura aceptada			
Accahuaray	49.5	26	24.5	Franco arcillo arenoso			
Topopampa	55.25	27.5	17.25	franco arenoso			
Padroma	29.4	40.88	29.69	franco arcilloso			
	%Pedregosidad						
	Libre a ligeramente pedregoso	Moderadamente Pedregoso	Pedregoso	Muy pedregoso	Extremadamente pedregoso		
Accahuaray	30.00%	30.00%	20.00%	20.00%	0.00%		
Topopampa	20.00%	30.00%	40.00%	10.00%	0.00%		
Padroma	10.00%	20.00%	30.00%	20.00%	20.00%		
	%Drenaje						
	Algo excesivo	Bueno	Moderado	Imperfecto	Pobre	Muy pobre	
Accahuaray	20.00%	30.00%	20.00%	30.00%	0.00%	0.00%	
Topopampa	0.00%	20.00%	30.00%	30.00%	20.00%	0.00%	
Padroma	0.00%	10.00%	20.00%	30.00%	20.00%	20.00%	
	pH						
	Media	Máximo	Mínimo				
Accahuaray	7.33	7.5	7.2				
Topopampa	8.23	8.3	8.1				
Padroma	8.38	8.5	8.2				
	%Erosión						
	Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Extrema		
Accahuaray	30.00%	20.00%	30.00%	20.00%	0.00%		
Topopampa	20.00%	40.00%	20.00%	20.00%	0.00%		
Padroma	20.00%	20.00%	20.00%	10.00%	30.00%		
	%Inundación						
	Sin riesgo de inundación	Inundación ligera	Inundación moderada	Inundación severa	Inundación extrema		
Accahuaray	20.00%	30.00%	30.00%	20.00%	0.00%		
Topopampa	10.00%	40.00%	30.00%	20.00%	0.00%		
Padroma	20.00%	10.00%	40.00%	20.00%	10.00%		

i) **Características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor Accahuaray, Topopampa y Padroma.**

El mayor porcentaje de suelos del sector de Accahuaray que se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo - montano tropical, con las características edáficas, que se caracterizan en la tabla 43, tomando los valores y la metodológica de clasificación de tierras de uso mayor aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2010-AG, y se tiene los siguientes resultados:

Tabla 44 — Caracterización de tierras grupo de capacidad de uso mayor

Símbolo	Grupo de tierras	Accahuaray		Topopampa		Padroma	
		Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)
A	Cultivo en limpio	10.00	52.63	50.50	61.96	25.50	51.00
C	Cultivo permanente	2.00	10.53	15.00	18.40	8.30	16.60
P	Pastos	3.00	15.79	5.00	6.13	5.20	10.40
F	Producción forestal	0.50	2.63	6.00	7.36	6.00	12.00
X	Protección	3.50	18.42	5.00	6.13	5.00	10.00
	TOTAL	19.00	100.00	81.50	100.00	50.00	100.00

En la tabla 44, observo que, en la caracterización de tierras por grupo de capacidad de uso mayor, en el sector de **Accahuaray**, el mayor porcentaje son tierras de cultivo en limpio (A) con 52.63% (10.00 ha), seguido por tierras de protección (X) con el 18.42% (3.5 ha), el 15.79% (3.00 ha) son tierras para pastos (P), el 10.53% (2.00ha) son tierras de cultivo permanente (C) y un 2.63% (0.50 ha) tierras de producción forestal. En el sector de **Topopampa**, el mayor porcentaje son tierras de cultivo en limpio (A) con 61.96% (50.50 ha), seguido por tierras de cultivo permanente (C) con 18.40% (15.00ha), el 7.36% (6.00 ha) son tierras de producción forestal (F), el 6.13% (5.00ha) son tierras para pastos (P) y el 6.13% (5.00 ha) son tierras de protección (X). En el sector de **Padroma**, el mayor porcentaje son tierras de cultivo en limpio (A) con 51.00% (25.50 ha), seguido por tierras de cultivo permanente (C) con 16.60% (8.30 ha) , el 12.00% (6.00 ha) son tierras de producción forestal (F), el 10.40% (5.20 ha) son tierras para pastos (P) y el 10.00% (5.00) son tierras de protección (X)

5.1.4. Características de las clases de capacidad de uso mayor (calidad agrologica)

Considerado como el segundo nivel categórico del Sistema de Clasificación de Tierras. Reúne a unidades de suelos tierra según su Calidad Agrológica dentro de cada grupo. Asimismo, un grupo de Capacidad de Uso Mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad (MINAGRI, 2010 - D.S. 017-2010-AG).

La calidad agrológica, es la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, relieve y características climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo (MINAGRI, 2010 - D.S. 017-2010-AG).

Se han establecido tres (03) clases de calidad agrológica: alta, media y baja. La clase de Calidad Alta comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad, la clase de Calidad Baja reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada. La clase de Calidad Media corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos (MINAGRI, 2010 - D.S. 017-2010-AG).

Se realizó las evaluaciones de las características de los suelos de capacidad de uso mayor, identificando que características para determinar las clases de capacidad de uso mayor. Este análisis se realiza una vez determinado la formación ecológica, el piso altitudinal y latitudinal, se utilizan las claves para determinar el grupo de capacidad de uso mayor de los suelos, tomando la información de la tabla que se detalla, a continuación

Tabla 45 — Caracterización fisicoquímicas de suelos de los tres sectores

Variable	Sectores	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Conductividad Eléctrica	Accahuaray	0.08	0.11	0.05	0.03
	Topopampa	0.14	0.20	0.10	0.04
	Padroma	0.19	0.24	0.16	0.04
pH	Accahuaray	7.33	7.50	7.20	0.13
	Topopampa	8.23	8.30	8.10	0.10
	Padroma	8.38	8.50	8.20	0.13
Carbonato de calcio	Accahuaray	1.55	1.86	1.25	0.30
	Topopampa	4.17	4.58	3.67	0.40
	Padroma	4.59	4.90	4.32	0.26
Materia Orgánica	Accahuaray	1.74	2.46	1.10	0.58
	Topopampa	0.77	0.93	0.63	0.13
	Padroma	2.00	2.58	1.47	0.48
Nitrógeno	Accahuaray	0.08	0.12	0.05	0.03
	Topopampa	0.15	0.50	0.03	0.23
	Padroma	0.28	0.80	0.07	0.35
Fosforo	Accahuaray	27.75	38.60	16.10	9.60
	Topopampa	19.05	25.50	13.60	5.05
	Padroma	14.58	17.00	11.20	2.64
Potasio	Accahuaray	156.00	175.00	144.00	13.44
	Topopampa	112.00	116.00	105.00	4.97
	Padroma	96.25	98.00	95.00	1.50
Capacidad Intercambio Catiónico	Accahuaray	13.30	16.06	10.17	2.80
	Topopampa	9.46	11.23	8.02	1.49
	Padroma	19.14	20.41	18.06	0.99
Clase textural		Arena ($\bar{X}$)	Limo ($\bar{X}$)	Arcilla ($\bar{X}$)	
	Accahuaray	49.50	26.00	24.50	Franco arcillo arenoso
	Topopampa	55.25	27.50	17.25	franco arenoso
	Padroma	29.40	40.88	29.69	franco arcilloso
Capacidad de campo	Accahuaray	21.82	25.02	20.01	2.21
	Topopampa	20.80	25.14	18.49	2.98
	Padroma	29.20	30.71	28.12	1.19
Densidad Aparente	Accahuaray	1.50	1.56	1.43	0.05
	Topopampa	1.53	1.59	1.47	0.05
	Padroma	1.34	1.39	1.30	0.04
Densidad real	Accahuaray	2.53	2.58	2.50	0.04
	Topopampa	2.53	2.55	2.51	0.02
	Padroma	2.54	2.56	2.51	0.02
Porosidad	Accahuaray	40.13	42.80	37.84	2.18
	Topopampa	38.86	41.20	36.40	2.24
	Padroma	46.66	48.41	44.62	1.63

a) Características de las clases de suelos de capacidad de uso mayor Accahuaray.

El mayor porcentaje de suelos del sector de Accahuaray que se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo - montano tropical, con las características edáficas, que se caracterizan en la tabla 43 y 45, tomando los valores y la metodológica de clasificación de tierras de uso mayor aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2010-AG, y se tiene los siguientes resultados:

Tabla 46 — Caracterización de clases de tierras por capacidad uso mayor-Accahuaray

Símbolo	Grupo	Clase	Sub clase	Área (Ha)	Área (%)
A	Cultivo en limpio	A2	A2se	10.00	52.63
C	Cultivo permanente	C2	C2se-A2se	2.00	10.53
P	Pastos	P2	P2sec-A3sec	3.00	15.79
F	Producción forestal	F2	F2se - Xse	0.50	2.63
X	Protección	X	Xn	1.00	5.26
			Xse	1.00	5.26
			Xse - F3se	1.00	5.26
			Xse - P3sec	0.50	2.63
	TOTAL			19.00	100.00

Las tierras en el sector de Accahuaray, el 52.63% (10.00 ha) pertenecen a la **clase (A2)**, es decir tienen una calidad agrologica media, que presenta algunas limitaciones climáticas, edáficas y de relieve, por lo que se requiere prácticas de manejo para su uso sostenible. En la sub clase (s) existe limitaciones por suelo: fertilidad de suelo influenciada por el pH y riesgo de erosión. Y sub clase (e) limitaciones por topografía y riesgo de erosión. El 10.53% (2.00ha) pertenecen a la **Clase (C2)** calidad agrologica media, con presencia de limitaciones de orden edáfico y climático. Sub clase (s) limitaciones por pH, salinidad y fertilidad, sub clase (e) susceptibilidad a erosión. El 15.79% (3.00 ha) pertenece a la **Clase (P2)** Limitaciones y deficiencias para el desarrollo de pasturas. Sub clase (s)limitaciones por textura, presencia de grava, reacción del suelo (pH), sub clase

(e) limitación por pendientes moderadas y superficie desigual, sub clase(c) limitaciones por clima, presencia de heladas o bajas temperaturas. El 2.63% (0.50 ha) pertenecen a la **Clase (F2)** limitaciones y deficiencia de orden edáfico o relieve; Sub clase (s) limitaciones en profundidad efectiva, textura dominante y presencia de grava. El 18.41% (3.5ha) **Clase (X)** presentan limitaciones severas climáticas edáficas, no se permite cultivos en limpio. Sub clase (s) limitaciones por suelo y sales, sub clase (e) limitaciones por topografía y erosión, sub clase (c), limitación por clima.

b) Características de las clases de suelos de capacidad de uso mayor Topopampa.

El mayor porcentaje de suelos del sector de Topopampa, que se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo - montano tropical, con las características edáficas, que se caracterizan en la tabla 43 y 45, tomando los valores y la metodológica de clasificación de tierras de uso mayor aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2010-AG, y se tiene los siguientes resultados:

Tabla 47 — Caracterización de clases de tierras capacidad de uso mayor - Topopampa

Símbolo	Grupo	Clase	Sub clase	Área (Ha)	Área (%)
A	Cultivo en limpio	A1	A1se	50.50	61.96
C	Cultivo permanente	C1	C1se – A1se	15.00	18.40
P	Pastos	P1	P2sec – A2sec	5.00	6.13
F	Producción forestal	F2	F2se - Xse	6.00	7.36
X	Protección	X	Xn	2.00	2.45
			Xse	1.00	1.23
			Xse - F3se	1.00	1.23
			Xse – P2sec	1.00	1.23
	TOTAL			81.50	100.00

Las tierras en el sector de Topopampa, el 61.96% (50.50 ha) pertenecen a la clase **(A1)**, es decir tienen una calidad agrologica alta, presenta ligeras limitaciones

climáticas, edáficas y de relieve, permiten un amplio cuadro de cultivos. En la sub clase (s) existe limitaciones por suelo: fertilidad de suelo influenciada por el pH y riesgo de erosión. Y sub clase (e) limitaciones por topografía y riesgo de erosión. El 18.40% (15.00ha) pertenecen a la **Clase (C1)** calidad agrologica alta, con ligeras limitaciones, pueden desarrollarse los frutales. Sub clase (s) limitaciones por pH, salinidad y fertilidad, sub clase (e) susceptibilidad a erosión. El 6.13% (5.00ha) pertenece a la **Clase (P1)** calidad agrologica alta requieren prácticas de manejo de pasturas. Sub clase (s) limitaciones por textura, presencia de grava, reacción del suelo (pH), sub clase (e) limitación por pendientes moderadas y superficie desigual, sub clase (c) limitaciones por clima, presencia de heladas o bajas temperaturas. El 7.36% (6.00ha) pertenece a la **Clase (F2)** limitaciones y deficiencia de orden edáfico o relieve; Sub clase (s) limitaciones en profundidad efectiva, textura dominante y presencia de grava. El 6.14% (5.00 ha) pertenece a la **Clase (X)** presentan limitaciones severas climáticas edáficas, no se permite cultivos en limpio. Sub clase (s) limitaciones por suelo y sales, sub clase (e) limitaciones por topografía y erosión, sub clase (c), limitación por clima.

c) Características de las clases de suelos de capacidad de uso mayor Padroma.

El mayor porcentaje de suelos del sector de Padroma que se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo - montano tropical, con las características edáficas, que se caracterizan en la tabla 43 y 45, tomando los valores y la metodológica de clasificación de tierras de uso mayor aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2010-AG, y se tiene los siguientes resultados:



Tabla 48 — Caracterización de clases de tierras capacidad de uso mayor Padroma

Símbolo	Grupo	Clase	Sub clase	Área (Ha)	Área (%)
A	Cultivo en limpio	A2	A2se	25.50	51.00
C	Cultivo permanente	C1	C1se – A1se	8.30	16.60
P	Pastos	P1	P2sec – A2sec	5.20	10.40
F	Producción forestal	F2	F2se - Xse	6.00	12.00
X	Protección	X	Xw	3.00	6.00
			Xse	1.00	2.00
			Xse - F3se	1.00	2.00
	TOTAL			81.50	100.00

Las tierras en el sector de Padroma, el 51.00% (25.50 ha) pertenecen a la **clase (A2)**, es decir tienen una calidad agrologica media, que presenta algunas limitaciones climáticas, edáficas y de relieve, por lo que se requiere prácticas de manejo para su uso sostenible. En la sub clase (s) existe limitaciones por suelo: fertilidad de suelo influenciada por el pH y riesgo de erosión. Y sub clase (e) limitaciones por topografía y riesgo de erosión. El 16.60% (8.30 ha) **Clase (C1)** calidad agrologica alta, con ligeras limitaciones, pueden desarrollarse los frutales. Sub clase (s) limitaciones por pH, salinidad y fertilidad, sub clase (e) susceptibilidad a erosión. El 10.40% (5.20ha) pertenecen a la **Clase (P1)** calidad agrologica alta requieren prácticas de manejo de pasturas. Sub clase (s) limitaciones por textura, presencia de grava, reacción del suelo (pH), sub clase (e) limitación por pendientes moderadas y superficie desigual, sub clase (c) limitaciones por clima, presencia de heladas o bajas temperaturas. El 12.00% (6.00 ha) pertenecen a la **Clase (F2)** limitaciones y deficiencia de orden edáfico o relieve; Sub clase (s) limitaciones en profundidad efectiva, textura dominante y presencia de grava. El 10.00% (5.00 ha) pertenecen a la **Clase (X)** presentan limitaciones severas climáticas edáficas, no se permite cultivos en limpio. Sub clase (w) limitaciones por drenaje, exceso agua en el suelo; sub clase (e) limitaciones por topografía y erosión, sub clase (c), limitación por clima.

5.1.5. Características del uso actual de suelos.

Se realizó las evaluaciones de las características de los suelos de capacidad de uso mayor, evaluando las variables: Pendientes, Micro relieve, Profundidad, Pedregosidad, Drenaje, Erosión e Inundación, en los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Cultivos y frutales

Se realizó la evaluación de los cultivos y frutales presentes en los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 49 — Cultivos y frutales en suelos de los tres sectores

Sectores	Cultivos y frutales					Total
	Maíz, trigo, cebada, hortalizas	Frutales: peras, manzanos y otros	Arveja, Garbanzo menestras y otros	Quinua, Tarwi, Haba y granos	Papa, olluco, oca y raíces	
Accahuaray	30.00%	20.00%	30.00%	10.00%	10.00%	100.00%
Topopampa	40.00%	10.00%	10.00%	20.00%	20.00%	100.00%
Padroma	10.00%	20.00%	20.00%	40.00%	10.00%	100.00%

En la tabla 49, se observa los resultados de los cultivos y frutales encontrados en los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: **Accahuaray** el 30.00% de cultivos Maíz, trigo, cebada, hortalizas, un 20.00% de frutales peras, manzanos y otros, 30.00% de Arveja, Garbanzo y menestras, 10.00% Quinua, Tarwi, Haba y granos y 10.00% de Papa, olluco, oca y raíces; **Topopampa** con 40.00% de cultivos Maíz, trigo, cebada, hortalizas, 10.00% Frutales: peras, manzanos entre otros, 10.00% Arveja, Garbanzo menestras, 20.00% Quinua, Tarwi, Haba y granos y 20.00% papa, olluco, oca y raíces; **Padroma**, 10.00% Maíz, trigo, cebada, hortalizas, 20.00% Frutales: peras, manzanos, otros, 20.00% Arveja, Garbanzo y menestras, 40.00% Quinua, Tarwi, Haba y granos y 10.00% Papa, olluco, oca y raíces.

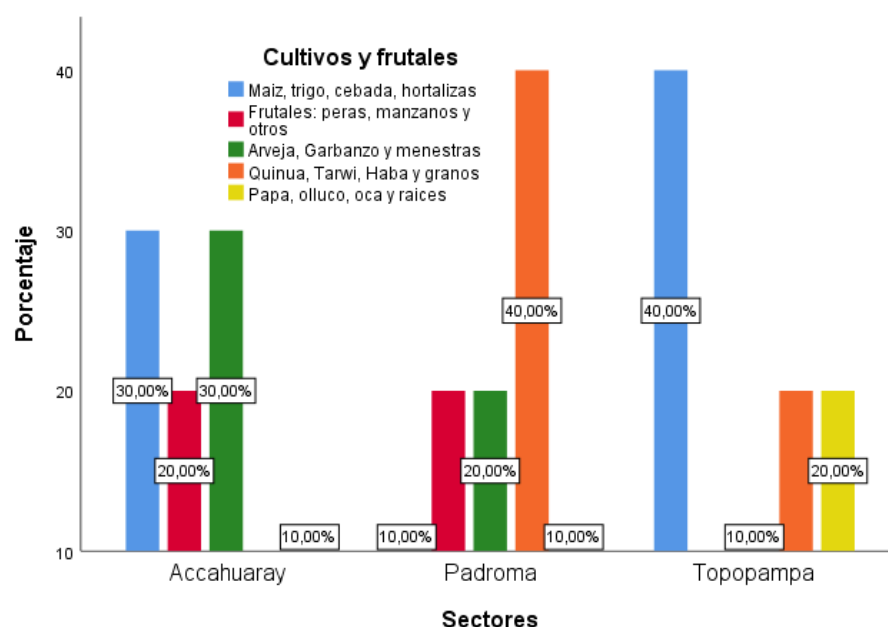


Figura 24 — Barras agrupadas de porcentajes de cultivos de los tres sectores

En la figura 24, se observa la variabilidad de los cultivos y frutales, de los tres sectores en estudios, con los mayores promedios **Accahuaray** con 30.00% de cultivos de arvejas, garbanzo y menestras, maíz, trigo, cebada y hortalizas respetivamente, Padroma, tiene media de 40.00% de Quinua, tarwi, haba y granos y Topopampa con 40.00% de cultivos de maíz, trigo, cebada y hortalizas

b) Plantas de protección

Se realizó la evaluación de las plantas de protección presentes en los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 50 — Plantas de protección en suelos de los tres sectores

Sectores	Plantas protección				Total
	Molle, maguey, tara y chilka	Huarango, tuna y retama	Mutuy, sauco y Llualli	Cheqche, tankar y k'antu	
Accahuaray	40.00%	30.00%	20.00%	10.00%	100.00%
Topopampa	20.00%	40.00%	20.00%	20.00%	100.00%
Padroma	10.00%	20.00%	30.00%	40.00%	100.00%

En la tabla 50, se observa los resultados de las plantas de protección encontrados en los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: **Accahuaray** un

40.00% plantas de Molle, maguey, tara y chilka; 30.00% Huarango, tuna y retama; 20.00% Mutuy, sauco y Llualli y 10.00% Cheqche, tankar y k'antu; **Topopampa** con 20.00% Molle, maguey, tara y chilka, 40.00% Huarango, tuna y retama, 20.00% Mutuy, sauco y Llualli y 20.00% Cheqche, tankar y k'antu **Padroma** 10.00% Molle, maguey, tara y chilka, 20.00% Huarango, tuna y retama, 30.00% Mutuy, sauco y Llualli y 40.00% Cheqche, tankar y k'antu , 10.00%.

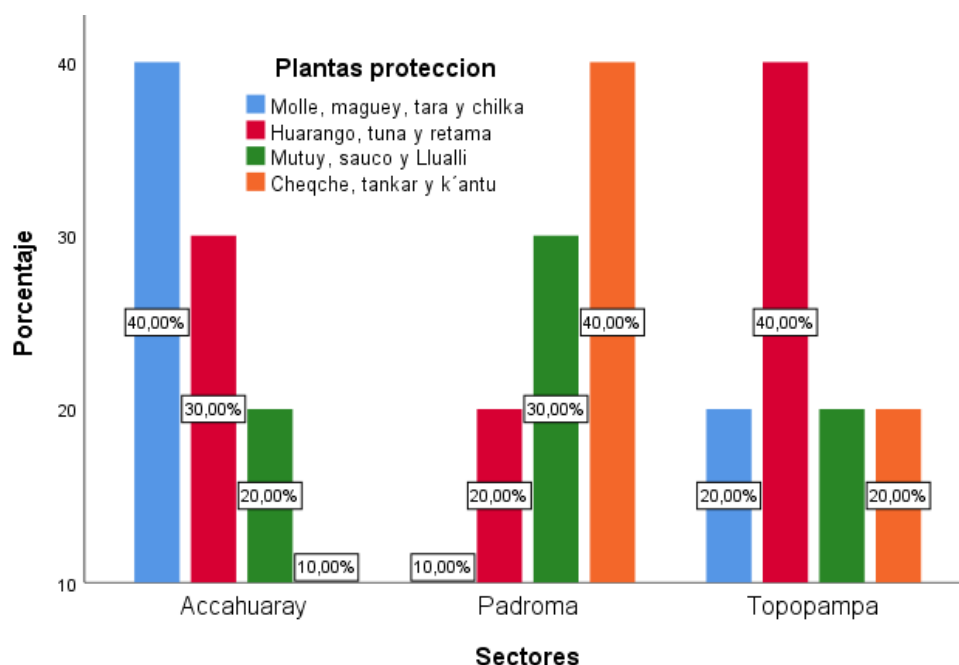


Figura 25 — Barras agrupadas de porcentajes de plantas de protección

En la figura 25, se observa la variabilidad de las plantas de protección, de los tres sectores en estudios, con los mayores porcentajes: **Accahuaray** con 40.00% Molle, maguey, tara y chilka; **Topopampa** con 40.00% Huarango, tuna y retama y **Padroma** 40.00% de Cheqche, tankar y k'antu.

c) Plantas de cobertura

Se realizó la evaluación de las plantas de cobertura de los suelos, mediante la observación y utilizando las fichas de recojo de información, y se tiene los siguientes resultados.

Tabla 51 — Plantas de protección en suelos de los tres sectores

Sectores	Plantas cobertura				Total
	Alfalfa, Rye grass y kikuyo	Retama y trébol	Sara sara, avena silvestre	Paja brava, ichu y Totorá	
Accahuaray	30.00%	20.00%	40.00%	10.00%	100.00%
Topopampa	10.00%	30.00%	40.00%	20.00%	100.00%
Padroma	10.00%	30.00%	20.00%	40.00%	100.00%

En la tabla 51, se observa los resultados de las plantas de cobertura encontrados en los tres sectores en estudios, teniendo los siguientes datos: **Accahuaray** 30.00% Alfalfa, Rye grass y kikuyo, 20.00% Retama y trébol, 40.00% Sara sara, avena silvestre y 10.00% Paja brava, ichu y Totorá; **Topopampa** 10.00% Alfalfa, Rye grass y kikuyo, 30.00% Retama y trébol, 40.00% Sara sara, avena silvestre y 20.00% Paja brava, ichu y Totorá. **Padroma** 10.00% Alfalfa, Rye grass y kikuyo, 30.00% Retama y trébol, 20.00% Sara sara, avena silvestre, 40.00% Paja brava, ichu y Totorá.

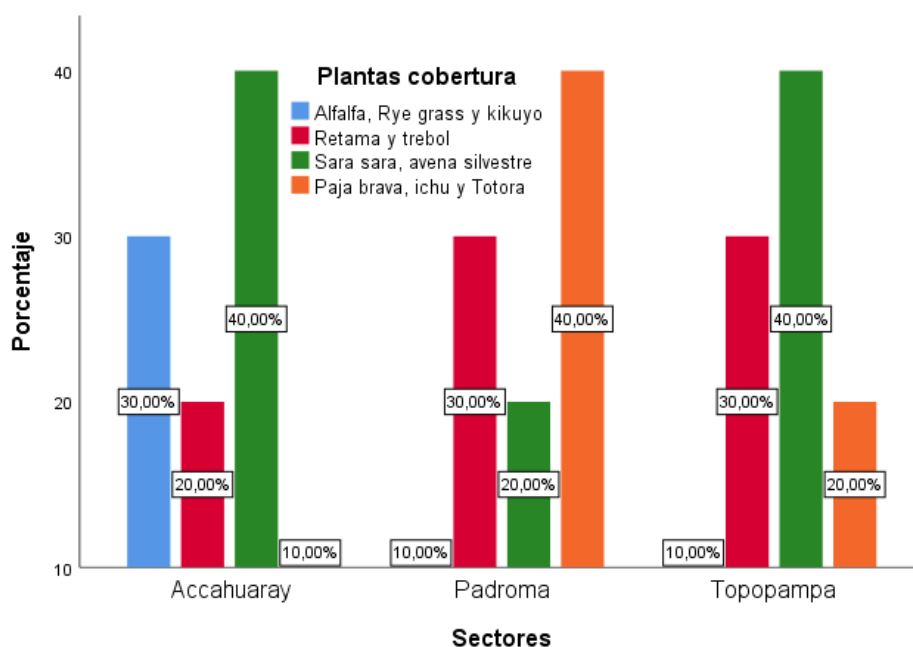


Figura 26 — Barras agrupadas de porcentajes de plantas de cobertura

En la figura 26, se observa la variabilidad de las plantas de cobertura, de los tres sectores en estudios, con los promedios **Accahuaray** con 40.00% de Sara sara, avena silvestre, **Topopampa** 40.00% Paja brava, Ichu y Totorá y **Padroma**, 40.00% Sara sara, avena silvestre.

5.2 Contrastación de hipótesis

En la investigación, se utilizan datos cuantitativos, que provienen de poblaciones normales y datos cualitativos que provienen de poblaciones no normales, por lo tanto, se utiliza la estadística paramétrica y no paramétrica. Para las pruebas de datos cuantitativos se utiliza el análisis de varianza y para datos cualitativos el Chi cuadrado.

Cabe manifestar que el análisis de varianza, es una prueba robusta, debiendo cumplir con la normalidad, homoscedasticidad, independencia; formulación del modelo de análisis unifactorial, considerando la hipótesis nula y alternativa, asimismo el incumplimiento de alguno de los supuestos no debe entenderse como totalmente restrictivo en la aplicación de la prueba, ni el análisis resulta invalidado (López-Roldán y Fachelli, 2016).

La prueba chi-cuadrado, es una de las técnicas estadísticas más usadas en la evaluación de datos de conteo o frecuencias, donde se resumen datos categóricos. Es una prueba de libre distribución (no paramétrica) que mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas. (Mendivelso y Rodríguez, 2018).

5.2.1. Prueba de hipótesis propiedades químicas de los suelos

Se formula las hipótesis para realizar la prueba, de aceptar o rechazar la hipótesis planteada, para las variables: Conductividad Eléctrica (CE), pH, Carbonato de calcio (CaCO_2), Materia Orgánica (MO), Nitrógeno (N total), Fosforo (P_2O_3), Potasio (K20) Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), en los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Prueba de hipótesis de conductividad eléctrica de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

H₀: Las características de las propiedades químicas – conductividad eléctrica de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

H_a: Las características de las propiedades químicas – conductividad eléctrica de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes



Tabla 52 — Análisis de varianza conductividad eléctrica de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,027 ^a	2	0.013	10.210	0.005
Intersección	0.221	1	0.221	169.229	0.000
Sector	0.027	2	0.013	10.210	0.005
Error	0.012	9	0.001		
Total	0.260	12			
Total, corregido	0.038	11			

a. R al cuadrado = ,694 (R al cuadrado ajustada = ,626)

En la tabla 52, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,005 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades químicas – conductividad eléctrica de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

b) Prueba de hipótesis de potencia de hidrogeniones (pH) de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Las características de las propiedades químicas –pH de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades químicas – pH de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 53 — Análisis de varianza potencial de hidrogeniones de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,580 ^a	2	1.290	94.776	0.000
Intersección	763.208	1	763.208	56072.388	0.000
Sector	2.580	2	1.290	94.776	0.000
Error	0.123	9	0.014		
Total	765.910	12			
Total, corregido	2.703	11			

a. R al cuadrado = ,955 (R al cuadrado ajustada = ,945)

En la tabla 53, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,000 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades químicas – pH de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

c) Prueba de hipótesis de Carbonato de calcio de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Las características de las propiedades químicas –Carbonato de calcio de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades químicas – Carbonato de calcio de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 54 — Análisis de varianza carbonato de calcio de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	21,658 ^a	2	10.829	103.090	0.000
Intersección	141.522	1	141.522	1347.294	0.000
Sector	21.658	2	10.829	103.090	0.000
Error	0.945	9	0.105		
Total	164.125	12			
Total, corregido	22.603	11			

a. R al cuadrado = ,958 (R al cuadrado ajustada = ,949)

En la tabla 54, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,000 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades químicas – carbonato de calcio de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

d) Prueba de hipótesis de materia orgánica de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

H₀: Las características de las propiedades químicas –materia orgánica de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

H_a: Las características de las propiedades químicas – materia orgánica de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 55 — Análisis de varianza materia orgánica de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,352 ^a	2	1.676	8.666	0.008
Intersección	27.000	1	27.000	139.603	0.000
Sector	3.352	2	1.676	8.666	0.008
Error	1.741	9	0.193		
Total	32.093	12			
Total, corregido	5.093	11			

a. R al cuadrado = ,658 (R al cuadrado ajustada = ,582)

En la tabla 55, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,008 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades químicas – materia orgánica de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

e) Prueba de hipótesis para nitrógeno de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

H₀: Las características de las propiedades químicas –nitrógeno de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

H_a: Las características de las propiedades químicas – nitrógeno de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 56 — Análisis de varianza nitrógeno de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,078 ^a	2	0.039	0.663	0.539
Intersección	0.350	1	0.350	5.951	0.037
Sector	0.078	2	0.039	0.663	0.539
Error	0.530	9	0.059		
Total	0.958	12			
Total, corregido	0.608	11			

a. R al cuadrado = ,128 (R al cuadrado ajustada = ,650)

En la tabla 56, se observa que el valor-p es mayor al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,539 > \alpha = 0,05$) por lo que acepto la hipótesis nula y concluyo que no existen diferencias en las características de las propiedades químicas – nitrógeno de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

f) Prueba de hipótesis fosforo(P_2O_3) de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Las características de las propiedades químicas –fosforo de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades químicas – fosforo de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 57 — Análisis de varianza fosforo de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	359,062 ^a	2	179.531	4.324	0.048
Intersección	5022.521	1	5022.521	120.970	0.000
Sector	359.062	2	179.531	4.324	0.048
Error	373.668	9	41.519		
Total	5755.250	12			
Total, corregido	732.729	11			

a. R al cuadrado = ,490 (R al cuadrado ajustada = ,377)

En la tabla 57, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,048 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis

nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades químicas – fosforo de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

g) Prueba de hipótesis Potasio (K_2O) de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Las características de las propiedades químicas –potasio de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades químicas – potasio de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 58 — Análisis de varianza potasio de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7672,167 ^a	2	3836.083	55.439	0.000
Intersección	176904.083	1	176904.083	2556.623	0.000
Sector	7672.167	2	3836.083	55.439	0.000
Error	622.750	9	69.194		
Total	185199.000	12			
Total, corregido	8294.917	11			

a. R al cuadrado = ,925 (R al cuadrado ajustada = ,908)

En la tabla 58, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($Sig = 0,000 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades químicas – potasio de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

h) Prueba de hipótesis (CIC) de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Las características de las propiedades químicas – Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) potasio de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades químicas – Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 59 — Análisis de varianza para Catiónico (CIC) de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	189,891 ^a	2	94.946	25.839	0.000
Intersección	2339.696	1	2339.696	636.733	0.000
Sector	189.891	2	94.946	25.839	0.000
Error	33.071	9	3.675		
Total	2562.658	12			
Total, corregido	222.962	11			

a. R al cuadrado = ,852 (R al cuadrado ajustada = ,819)

En la tabla 59, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,000 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades químicas – potasio de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

5.2.2. Prueba de hipótesis propiedades físicas de los suelos

Se formula las hipótesis para realizar la prueba, de aceptar o rechazar la hipótesis planteada, para las variables de las características de las propiedades físicas de los suelos: clase textural (arena, limo y arcilla), Capacidad de Campo (CC), Densidad aparente (D_a), Densidad real (D_r) y Porosidad en los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Prueba de hipótesis clase textural de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

H₀: Las características de las propiedades físicas-clase textural de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

H_a: Las características de las propiedades físicas- clase textural de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 60 — Análisis de varianza clase textural de los suelos

Clase textural						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
%Arena	Sector	1473.727	2	736.863	14.503	0.002
	Error	457.270	9	50.808		
	Total	1930.997	11			
%Limo	Sector	536.542	2	268.271	12.196	0.003
	Error	197.968	9	21.996		
	Total	734.509	11			
% Arcilla	Sector	312.101	2	156.051	6.712	0.016
	Error	209.241	9	23.249		
	Total	521.342	11			

En la tabla 60, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,000 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades físicas – clase textural de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

b) Prueba de hipótesis capacidad de campo de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Las características de las propiedades físicas-capacidad de campo de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades físicas- capacidad de campo de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 61 — Análisis de varianza capacidad de campo de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	167,918 ^a	2	83.959	16.597	0.001
Intersección	6877.483	1	6877.483	1359.552	0.000
Sector	167.918	2	83.959	16.597	0.001
Error	45.528	9	5.059		
Total	7090.929	12			
Total, corregido	213.446	11			

a. R al cuadrado = ,787 (R al cuadrado ajustada = ,739)

En la tabla 61, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,001 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades físicas – capacidad de campo de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

c) Prueba de hipótesis densidad aparente de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

H₀: Las características de las propiedades físicas-densidad aparente de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

H_a: Las características de las propiedades físicas- densidad aparente de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 62 — Análisis de varianza densidad aparente de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,083 ^a	2	0.041	16.690	0.001
Intersección	25.433	1	25.433	10276.125	0.000
Sector	0.083	2	0.041	16.690	0.001
Error	0.022	9	0.002		
Total	25.538	12			
Total, corregido	0.105	11			

a. R al cuadrado = ,788 (R al cuadrado ajustada = ,740)

En la tabla 62, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,001 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades físicas – densidad aparente de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

d) Prueba de hipótesis densidad real de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

H₀: Las características de las propiedades físicas-densidad real de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades físicas- densidad real de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 63 — Análisis de varianza densidad real de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,000 ^a	2	5.833E-05	0.080	0.924
Intersección	76.861	1	76.861	105209.532	0.000
Sector	0.000	2	5.833E-05	0.080	0.924
Error	0.007	9	0.001		
Total	76.868	12			
Total, corregido	0.007	11			

a. R al cuadrado = ,017 (R al cuadrado ajustada = ,201)

En la tabla 63, se observa que el valor-p es mayor al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,924 < \alpha = 0,05$) por lo que acepto la hipótesis nula y concluyo que no existen diferencias en las características de las propiedades físicas – densidad real de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

e) Prueba de hipótesis porosidad de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Las características de las propiedades físicas-porosidad de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: Las características de las propiedades físicas- porosidad de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 64 — Análisis de varianza porosidad de los suelos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	140,316 ^a	2	70.158	16.984	0.001
Intersección	21049.726	1	21049.726	5095.658	0.000
Sector	140.316	2	70.158	16.984	0.001
Error	37.178	9	4.131		
Total	21227.220	12			
Total, corregido	177.494	11			

a. R al cuadrado = ,791 (R al cuadrado ajustada = ,744)

En la tabla 64, se observa que el valor-p es inferior al valor del nivel de significancia asumida ($\text{Sig} = 0,001 < \alpha = 0,05$) por lo que rechazo la hipótesis nula y concluyo que existen diferencias en las características de las propiedades físicas – densidad real de los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac.

5.2.3. Prueba de hipótesis suelos por grupo y clase de capacidad de uso mayor.

Al ser variables categorías, se realizará las pruebas de independencia utilizando el estadístico de Chi cuadrado de Pearson. Se formula las hipótesis para realizar la prueba, de aceptar o rechazar la hipótesis planteada, para las variables: Pendientes, Micro relieve, Profundidad, Pedregosidad, Drenaje, Erosión e Inundación, en los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Prueba de hipótesis pendiente de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de pendiente, no pertenecen a diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de pendiente, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Tabla 65 — Prueba de Chi cuadrado pendiente de los suelos

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,286 ^a	12	0.591
Razón de verosimilitud	13.354	12	0.344
Asociación lineal por lineal	2.555	1	0.110
N de casos válidos	30		

a. 21 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es ,33.

En la tabla 65, el valor de Chi cuadrado de Pearson 10,286 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.591 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por

sus características de pendiente, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

b) Prueba de hipótesis microrelieve de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de microrelieve, no pertenecen a diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de microrelieve, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Tabla 66 — Prueba de Chi cuadrado microrelieve de los suelos

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,139a	6	0.526
Razón de verosimilitud	5.020	6	0.541
Asociación lineal por lineal	3.379	1	0.066
N de casos válidos	30		

a. 12 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es 1,67.

En la tabla 66, el valor de Chi cuadrado de Pearson 5,139 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.526 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de microrelieve, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

c) Prueba de hipótesis profundidad de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de profundidad, no pertenecen a diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de profundidad, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Tabla 67 — Prueba de Chi cuadrado profundidad de los suelos

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,800a	8	0.213
Razón de verosimilitud	12.938	8	0.114
Asociación lineal por lineal	7.076	1	0.008
N de casos válidos	30		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es ,67.

En la tabla 67, el valor de Chi cuadrado de Pearson 10,800 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.213 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de profundidad, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

d) Prueba de hipótesis pedregosidad de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de pedregosidad, no pertenecen a diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de pedregosidad, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Tabla 68 — Prueba de Chi cuadrado pedregosidad de los suelos

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,317a	8	0.612
Razón de verosimilitud	6.820	8	0.556
Asociación lineal por lineal	2.867	1	0.090
N de casos válidos	30		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es ,67.

En la tabla 68, el valor de Chi cuadrado de Pearson 6,317 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.612 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de pedregosidad, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

e) Prueba de hipótesis drenaje de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de drenaje, no pertenecen a diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de drenaje, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Tabla 69 — Prueba de Chi cuadrado drenaje de los suelos

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,286a	10	0.336
Razón de verosimilitud	13.354	10	0.205
Asociación lineal por lineal	7.226	1	0.007
N de casos válidos	30		

a. 18 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es ,67.

En la tabla 69, el valor de Chi cuadrado de Pearson 11,286 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.336 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de drenaje, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

f) Prueba de hipótesis erosión de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de erosión, no pertenecen a diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de erosión, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Tabla 70 — Prueba de Chi cuadrado erosión de los suelos

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,971a	8	0.436
Razón de verosimilitud	8.520	8	0.384
Asociación lineal por lineal	1.451	1	0.228
N de casos válidos	30		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es 1,00.

En la tabla 70, el valor de Chi cuadrado de Pearson 7,971 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.436 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de erosión, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

g) Prueba de hipótesis inundación de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de inundación, no pertenecen a diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Ha: Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de inundación, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

Tabla 71 — Prueba de Chi cuadrado inundación de los suelos

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,350a	8	0.824
Razón de verosimilitud	4.817	8	0.777
Asociación lineal por lineal	0.669	1	0.413
N de casos válidos	30		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es ,33.

En la tabla 71, el valor de Chi cuadrado de Pearson 4,350 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.824 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características de inundación, pertenecen a los diferentes grupos y clases de capacidad de uso mayor.

5.2.4. Prueba de hipótesis plantas y cultivos en los suelos

Al ser variables categorías, se realizará las pruebas de independencia utilizando el estadístico de Chi cuadrado de Pearson. Se formula las hipótesis para realizar la prueba, de aceptar o rechazar la hipótesis planteada, para las variables: Cultivos y frutales, plantas de protección y plantas de cobertura, en los tres sectores Accahuaray, Topopampa y Padroma, en Huayllati, Grau.

a) Prueba de hipótesis cultivos y frutales de los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: El uso actual de los suelos: cultivos y frutales de los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: El uso actual de los suelos: cultivos y frutales de los tres sectores: Accahuaray Topopampa Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 72 — Prueba de Chi cuadrado cultivos y frutales de los sectores

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,650 ^a	8	0.686
Razón de verosimilitud	5.944	8	0.653
Asociación lineal por lineal	1.208	1	0.272
N de casos válidos	30		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es 1,33.

En la tabla 72, el valor de Chi cuadrado de Pearson 5,650 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.686 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por el uso actual de los suelos tienen cultivos o frutales diferentes.

b) Prueba de hipótesis plantas de protección en los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: El uso actual de los suelos: plantas de protección de los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: El uso actual de los suelos: plantas de protección de los tres sectores: Accahuaray Topopampa Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 73 — Prueba de Chi cuadrado plantas de protección de los sectores

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,952a	6	0.550
Razón de verosimilitud	4.956	6	0.549
Asociación lineal por lineal	4.088	1	0.043
N de casos válidos	30		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es 1,33.

En la tabla 73, el valor de Chi cuadrado de Pearson 4,952 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.550 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray,

Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por el uso actual de los suelos: plantas de protección, son diferentes.

c) Prueba de hipótesis plantas de cobertura en los suelos

Se realizó la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

Ho: El uso actual de los suelos: plantas de cobertura de los tres sectores Accahuaray Topopampa Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, no son diferentes

Ha: El uso actual de los suelos: plantas de cobertura de los tres sectores: Accahuaray Topopampa Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 74 — Prueba de Chi cuadrado plantas de cobertura de los sectores

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,650 ^a	6	0.589
Razón de verosimilitud	4.621	6	0.593
Asociación lineal por lineal	1.686	1	0.194
N de casos válidos	30		

a. 12 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

El recuento mínimo esperado es 1,67.

En la tabla 74, el valor de Chi cuadrado de Pearson 4,650 tiene una significancia asintótica bilateral de 0.589 el cual es mayor a 0,05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye, que los suelos de los tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por el uso actual de los suelos: plantas de cobertura, son diferentes.

5.3 Discusión

Realizamos la discusión de los resultados, en atención a los objetivos de la investigación

5.3.1. Discusión sobre características de las propiedades químicas de los suelos

La conductividad eléctrica, con los promedios en Padroma, con 0.19 mmhos/cm², Topopampa con 0.14 mmhos/cm² y Accahuaray con 0.08 mmhos/cm². **Potencial de hidrogeniones (pH)** con los promedios Padroma, con 8.38 pH, Topopampa con 8.23pH y Accahuaray con 7.33pH. **Carbonato de calcio**, con los promedios Padroma, 4.59%, Topopampa con 4.17% y Accahuaray con 1.55%. **Materia orgánica**, con los promedios, Padroma con 2.00%, Accahuaray con 1.74% y Topopampa con 0.77%. **Nitrógeno** con los promedios, Padroma con 0.28%, Topopampa con 0.15% y Accahuaray con 0.08%. **fosforo (P₂O₃)**, con los promedios, Accahuaray con 27.75ppm, Topopampa con 19.05ppm y Padroma con 14.58ppm. **potasio (K₂O)**, con los promedios, Accahuaray con 156.00ppm, Topopampa con 112.00ppm y Padroma con 96.25ppm. **Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**, con los promedios, de los tres Padroma con 19.30 meq/100g, Accahuaray con 13.30 meq/100g, y Topopampa con 9.46 meq/100g. Los resultados tienen relación con los hallazgos de **Vivas (2015)**, sobre la materia orgánica en un rango de 0.92 a 2.2%. Niveles de nitrógeno de bajos a medios; Fosforo en rango de 3.7 a 19.7ppm. Potasio en un rango de 122 a 250 ppm. Asimismo, **Maldonado (2016)**, obtuvo resultados en el pH que oscila desde 4,07 a 6,85 con suelos ácidos y neutrales. Contenido de sales de 0,85 a 5,37 (dS/m) suelos poco salinos a moderadamente salino; Las bases intercambiables oscila entre 0,7 a 32 cmol +)/kg-1, suelos con baja fertilidad natural; la Capacidad de Intercambio Catiónico oscila de 7,72 a 61,78 cmol (+)/kg-1, con considerable de suelos con baja fertilidad natural. Finalmente, **Gómez (2015)**, obtuvo resultados en el pH fluctuaron entre 7,01 y 8,95, con un promedio de 8,45, capacidad de intercambio catiónico (CIC) valor promedio de 40 meq/100g, como mínimo 0,14 dS m-1 y como máximo 0.50 dS m-1 de conductividad eléctrica (CE) sin problemas de salinidad



5.3.2. Discusión sobre características de las propiedades físicas de los suelos

Las clases texturales, identificadas Accahuaray: Franco arcillo arenoso; Topopampa: franco arenoso, Padroma franco arcilloso. **Capacidad de campo**, con los promedios, Accahuaray, 21.82%, Topopampa 20.80% y Padroma 29.20%. **Densidad aparente** con los promedios, Accahuaray, 1.50g/m³, Topopampa 1.53 g/m³ y Padroma 1.34g/m³. **Densidad real** con los promedios Accahuaray, 2.53g/m³, Topopampa 2.53 g/m³ y Padroma 2.54g/m³. **Porosidad de los suelos** con los promedios, Accahuaray, 40.13%, Topopampa 38.86% y Padroma 46.66%. los resultados tienen relación con los hallazgos de **Maldonado (2016)**, el Grado de Saturación de Bases oscila de 5,63 a 96,7 %, revelando algunos suelos con problemas de acidez. Asimismo, **Gómez (2015)**, sobre la densidad aparente tienen 1,5 g/cm³ con un grado de compactación moderado. La materia orgánica con un valor medio de 0,5%. Suelos con texturas como arena francos, franco arcilloso, franco limoso y franco arenoso.

5.3.3. Discusión sobre características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor.

Las tierras por grupo de capacidad de uso mayor, **Accahuaray**, las tierras de cultivo en limpio (A) son 52.63% (10.00 ha), tierras de protección (X) el 18.42% (3.5 ha), el 15.79% (3.00 ha) tierras para pastos (P), el 10.53% (2.00ha) tierras de cultivo permanente (C) y el 2.63% (0.50 ha) tierras de producción forestal. **Topopampa**, tierras de cultivo en limpio (A) con 61.96% (50.50 ha), tierras de cultivo permanente (C) con 18.40% (15.00ha), el 7.36% (6.00 ha) tierras de producción forestal (F), el 6.13% (5.00ha) tierras para pastos (P) y el 6.13% (5.00 ha) tierras de protección (X). **Padroma**, tierras de cultivo en limpio (A) con 51.00% (25.50 ha), tierras de cultivo permanente (C) con 16.60% (8.30 ha) , el 12.00% (6.00 ha) son tierras de producción forestal (F), el 10.40% (5.20 ha) son tierras para pastos (P) y el 10.00% (5.00) son tierras de protección (X). estos resultados tienen relación con los hallazgos de **Cardoso (2018)**, en el sector Ahijadero con un área de 208.19 ha, el 0.96% (1.99 ha) tierras clasificadas como protección (X), 0.97% (2.02 ha) tierras aptas para cultivo en limpio (A), 18.06% (37.61 ha), tierras aptas para la producción de pastos (P), y 80.01% (166.57 ha) tierras aptas para la producción forestal (F). Asimismo **Cusi y Aguirre (2015)** identifico los grupos de capacidad de uso mayor de tierras: grupo A con 0.57% (1856.74 ha), tierras aptas para cultivo en limpio;



Grupo C, con 0.17% (548.34 ha), grupo P, con 0.79% (2,560.99 ha) grupo F, con 15.09% (48905.98 ha) y el grupo X, con 82.96% (268903.02 ha).

5.3.4. Discusión sobre características de las clases de capacidad de uso mayor (calidad agrologica)

Las clases de tierras por su capacidad de uso mayor. **Accahuray**, el 52.63% (10.00 ha) pertenecen a la **clase (A2)**, con calidad agrologica media. El 10.53% (2.00ha) pertenecen a la **Clase (C2)** calidad agrologica media. El 15.79% (3.00 ha) pertenece a la **Clase (P2)** calidad agrologica media. El 2.63% (0.50 ha) pertenecen a la **Clase (F2)** calidad agrologica media. El 18.41% (3.5ha) **Clase (X)** con limitaciones severas climáticas edáficas, no permite cultivos en limpio. **Topopampa**, el 61.96% (50.50 ha) pertenecen a la clase **(A1)**, con calidad agrologica alta. El 18.40% (15.00ha) pertenecen a la **Clase (C1)** calidad agrologica alta. El 6.13% (5.00ha) pertenece a la **Clase (P1)** calidad agrologica alta El 7.36% (6.00ha) pertenece a la **Clase (F2)** calidad agrologica media. El 6.14% (5.00 ha) pertenece a la **Clase (X)** presentan limitaciones severas climáticas edáficas, no permite cultivos en limpio. **Padroma**, el 51.00% (25.50 ha) pertenecen a la **clase (A2)**, calidad agrologica media. El 16.60% (8.30 ha) **Clase (C1)** calidad agrologica alta. El 10.40% (5.20ha) pertenecen a la **Clase (P1)** calidad agrologica alta. El 12.00% (6.00 ha) pertenecen a la **Clase (F2)** calidad agrologica media. El 10.00% (5.00 ha) pertenecen a la **Clase (X)** presentan limitaciones severas climáticas edáficas, no permite cultivos en limpio. Estos resultados tienen relación con los hallazgos de **Cardoso (2018)**, sobre las clases de capacidad de uso mayor, 0.97% (2.02 ha) (A3) tierras para cultivos en limpio, calidad agrologica baja; 0.05% (0.10 ha) (P2) tierra para pastos, calidad agrologica media; 18.02% (37.52 ha) (P3) tierra para pastos, calidad agrologica bajo; 0.14% (0.28 ha) (F1) tierra para forestales, calidad agrologica alta; 64.93% (135.19 ha) (F2) tierra para forestales, calidad agrologica medio; 14.94% (31.10 ha) (F3) tierra para forestales, calidad agrologica medio y 0.96% (1.99 ha) (X) tierra para protección. Asimismo **Cusi y Aguirre (2015)** en las clases de capacidad de uso mayor, 0.57% (1856.74 ha) (A2) tierras para cultivos en limpio, calidad agrologica media; 0.17% (548.34 ha), (C2) tierra para cultivos permanentes, calidad agrologica media; 0.74% (2404.16 ha) (P1) tierra para pastos, calidad agrologica alta, 0.05% (2404.16 ha) (P1) tierra para pastos, calidad agrologica media, 11.23% (36405.63 ha) (F1) tierra para forestales,

calidad agrologica alta, 1.69% (55465.30 ha) (F2) tierra para forestales, calidad agrologica media; 2.17% (7,035.05 ha) (F3) tierra para forestales, calidad agrologica baja, 82.96% (268903.02 ha) (X) tierra para protección.

5.3.5. Discusión sobres las características del uso actual de suelos

Cultivos y frutales, con mayor porcentaje de tierras en **Accahuaray** el 30.00% de cultivos de arvejas, garbanzo y menestras, maíz, trigo, cebada y hortalizas respetivamente, **Padroma**, con el 40.00% de Quinoa, tarwi, haba y granos y **Topopampa** con 40.00% de cultivos de maíz, trigo, cebada y hortalizas. **Plantas de protección**, con mayor porcentaje de tierras en **Accahuaray** el 40.00% Molle, maguey, tara y chilka; **Topopampa** con 40.00% Huarango, tuna y retama y **Padroma** 40.00% de Cheqche, tankar y k'antu. **Plantas de cobertura**, con mayor porcentaje de tierras en **Accahuaray** el 40.00% de Sara sara, avena silvestre, **Topopampa** 40.00% Paja brava, ichu y Totorá y **Padroma**, 40.00% Sara sara, avena silvestre. Los resultados tienen relación con los hallazgos de **Maldonado (2016)**, que considera que la utilización de la Tierra lo realizan en agricultura anual intensiva y extensiva, agricultura perenne extensiva, ganadería extensiva e intensiva con vacunos en pastos sembrados, ovinos o caprinos en campos naturales, uso forestal, implantación de bosques con fines productivos



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- En cumplimiento al objetivo general, concluyo que las características de los suelos en sus propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual en tres sectores Accahuaray, Topopampa y Padroma de la Comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, muestra diferencias significativas y de dependencia ($\text{Sig.} < 0.05$), entre las variables de estudio, siendo el sector Topopampa que presenta mejores características de tierras frente a los otros sectores
- En cumplimiento al objetivo específico 1, concluyo que las características de las propiedades químicas de suelos en tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, muestra diferencias significativas ($\text{Sig.} < 0.050$) entre las variables de los sectores, siendo el sector Padroma mostrando mejores características de las propiedades químicas frente a los otros sectores.
- En cumplimiento al objetivo específico 2, concluyo que las características de las propiedades físicas de suelos en tres sectores: Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, muestran diferencias significativas ($\text{Sig.} < 0.050$) entre las variables de los sectores, siendo el sector de Topopampa que presenta mejores características de las propiedades físicas frente a los otros sectores.
- En cumplimiento al objetivo específico 3, concluyo que las características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, muestran agrupación ($\text{Sig.} < 0.050$), con porcentajes mayores en los grupos de capacidad de uso mayor (A) tierras de cultivo en limpio.
- En cumplimiento al objetivo específico 4, concluyo que las características de los suelos por clase de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, muestran agrupación ($\text{Sig.} < 0.050$), con porcentajes mayores en los



grupos de clase de uso mayor (A2) tierras de cultivo en limpio con calidad agrología media.

- En cumplimiento al objetivo específico 5, concluyo que el uso actual de suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, muestran agrupación ($\text{Sig.} < 0.050$), con porcentajes de cultivos y frutales, plantas de protección y cobertura, diferentes en cada sector.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda a los agricultores aprovechar el suelo edáfico que posee la comunidad de Huayllati, para aumentar su producción no sólo para consumo, sino para realizar ventas, ya que el clima beneficia, y se evitaría de usar muchos componentes químicos para que año tras año los suelos sean aprovechados de manera ecológica y contribuyendo a la salud.
- Se recomienda a los pobladores en los tres sectores, para el consumo hídrico de riego, instalar como medida de prevención y abastecimiento un sistema de riego solicitando ayuda a un experto en Ingeniería Agrícola, Agrónomo y afines para que se le brinde una asesoría técnica en optimización de riego para los cultivos de productos más propensos a resistir sin mucha agua, así también un programa de mantenimiento técnico periódico y conservación de suelos.
- Se recomienda a los agricultores, para optimizar sus cultivos; uso de materia orgánica, abono parcialmente descompuesto o el estiércol, que ayudan a retener la humedad y los nutrientes del suelo durante la temporada de crecimiento. Además, esta materia orgánica ayuda a mantener componentes saludables de microbios del suelo, gusanos y otras criaturas vivientes en el suelo. Respecto al carbonato de calcio y potasio existentes en un nivel medio en la comunidad de Huayllati, se puede contrarrestar o ayudar con cal agrícola para que exista acidez en el suelo y ayude en el crecimiento de los cultivos.
- Se recomienda a los pobladores, sectorizar y elegir de acuerdo al clima y tipos de suelo, para aprovechar las siembras en mayores cantidades. Lo que permite su abastecimiento no sólo para consumo, sino realizar ventas que generen ingresos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS, R. M., & BARTHA, R. (2002). *Ecología microbiana y microbiología ambiental*. Pearson-Addison Wesley.

AGROECOLOGÍA TORNOS (2018) Cómo realizar un buen análisis del suelo para el cultivo. Extraído el 02 de noviembre del 2021 de: <https://www.agroecologiatornos.com/como-realizar-un-buen-analisis-del-suelo-para-el-cultivo/>

BAZÁN TAPIA, R. (2017). Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego.

BUDHU, M., 2010. *Mecánica de suelos y fundaciones* [en línea]. 3. S.l.: s.n. ISBN 978-0-470-55684-9. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/455975106/Budhu-Soil-Mechanics-Foundations-3rd-txtbk-pA-ginas-1-50-converted-en-es-converted-pdf>.

CAMARILLO, G. (1997). Confiabilidad y validez en estudios cualitativos. *Educación y ciencia*, 1(15), 77-82.

CARDOSO ROJAS, H. J. (2018). Determinación de la capacidad de uso mayor de los suelos con fines agrícolas del sector ahijadero, Conchucos-Ancash-Perú 2017.

CASANOVA, Manuel (2010). Estudios de suelos. Departamento de ingeniería y suelos Facultad de CS. Agronómicas. Universidad de Chile.

CASTILLO CERNA, C. M. (2005). Selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca Cuscamá El Tuma-La Dalia, Matagalpa, 2005 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

CORTÉS, A., Y MALAGÓN, D. (1983). Los levantamientos de suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias. Mérida, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. *Pro Sci*, 3(18), 10-18.

CUADROS LOAYZA, J. A. (2010). Estudio de Zonas de Vida del Proceso De Meso Zonificación Ecológica Y Económica De La Región Apurímac, Gobierno Regional De Apurímac



CUMBA, A., IMBELLONE, P. y LIGIER, D., 2005. Propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de suelos del sur de Corrientes. Revista de la Asociación Geológica Argentina [en línea], vol. 60, no. 3. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262702666_Propiedades_morfologicas_fisicas_quimicas_y_mineralogicas_de_suelos_del_sur_de_Corrientes

CUSI, N. y AGUIRRE, L., 2015. Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del distrito de Kosñipata-Paucartambo-Cusco [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/127/253T20150033.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DAGNINO, J. (2014). Análisis de varianza. Revista chilena de anestesia, 43(4), 306-310.

DORRONSORO, C., 2009. Introducción a la Edafología [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://docplayer.es/65673563-Introduccion-a-la-edafologia.html>

FAO, 2021. Conservación del suelo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [en línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/conservacion-del-suelo/es/>

FLORES DELGADILLO, L., & ALCALÁ MARTÍNEZ, J. R. (2010). Manual de procedimientos analíticos. Laboratorio de Física de Suelos, México: Universidad nacional autónoma de México.

FLORES-RUIZ, E., MIRANDA-NOVALES, M. G., & VILLASÍS-KEEVER, M. Á. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial. Revista Alergia México, 64(3), 364-370.

FULVIO, R., ALVARADO, A., SERRANO, E. y LAGUNA, J., 2010. Caracterización química y clasificación taxonómica de algunos suelos cultivados con banano en las llanuras aluviales del Caribe de Costa Rica. Agronomía Costarricense [en línea], vol. 32, no. 2. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/3631/3536>

GARCÍA PANDO, Gilberto Arquímedes (2013). Guía técnica: Fertilización en el cultivo de maíz blanco. UNALM- Agrobanco. Calca- Cusco- Perú.



GARDI, C., ANGELINI, M., BARCELÓ, S., COMERMA, J., CRUZ, C., ENCINA, A., JONES, A., KRASILNIKOV, P., MENDOZA, M., MONTARANELLA, L., MUÑIZ, O., SCHAD, P., VARA, M. Y VARGAS, R., 2013. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 978-92-79-25599-1. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262731098_Atlas_de_suelos_de_America_Latina_y_el_Caribe

GÓMEZ EGAS, D. (2015). Levantamiento de información agrológica de suelos dedicados a la producción agrícola en la parroquia el Cambio provincia de El Oro (Doctoral dissertation, tesis de pregrado recuperado el 29 de Agosto de 2017, del repositorio de la UTMACH: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3004>).

GRIEM, W., (2020). Apuntes Geología General - Introducción a la Geología. Apuntes Geología [en línea]. Disponible en: <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/geogenap.htm>

GUTIERREZ, E., (2008). Geomorfología [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 97884832. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/investigaciones-geograficas-instituto-de-geografia-unam/articulo/gutierrez-elorza-m-geomorfologia-madrid-pearsonprentice-hall-2008-898-p-isbn-9788483223895>

HERNÁNDEZ R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. (2010). Metodología de la investigación. (Quinta Edición). México: McGraw-Hill

INTAGRI SC (2022) Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.

JIMÉNEZ MIRANDA, V. (2021). La influencia del tamaño muestral en la selección de pruebas paramétricas o no paramétricas: estudio comparativo mediante simulación de Monte Carlo.

JORDAN, A., (2010). Manual de Edafología [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/80240/manual-de-edafologia-antonio-jordan>

LÓPEZ-ROLDÁN, P., & FACHELLI, S. (2016). Análisis de varianza. Metodología de la investigación social cuantitativa.



MALDONADO ZAPANA, G. S. (2016). Determinación de la aptitud de uso del suelo en la comunidad de Karhuiza La Paz (Doctoral dissertation).

MALDONADO, G., 2016. Determinación de la aptitud de uso del suelo en la comunidad de Karhuiza, la Paz [en línea]. S.l.: Universidad Mayor De San Andrés. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10719/T2373.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MARTÍNEZ, Carlos, (2020). Cómo interpretar análisis de suelos. AGROCULTURA . Extraído el 02 de noviembre del 2021, de: https://youtu.be/GQFF_oXLHIY

MARTÍNEZ, J. y CASAS, D., (1997). Geomorfología Ambiental [en línea]. 1. S.l.: s.n. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/223809244/Geologia-Geomorfologia-y-Fisiografia-Ataco-83-Pag-186-Kb>.

MAYORGA-PONCE, GRACIANO-VENTURA, HERNÁNDEZ, MOCTEZUMA-JIMÉNEZ, PÉREZ-GALINDO y ROLDAN-CARPIO (2022). Cuadro comparativo de Análisis Paramétrico y No Paramétrico. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 10(20), 90-93.

MEDINA LAURA, Cesar (2020) Charla Técnica Virtual: "Interpretación de resultados del análisis de suelos". Extraído el 02 de noviembre del 2021 <https://youtu.be/z-kldeEdz-ohttps://www.inia.gob.pe/events/charla-analisis-suelos/>

MENDIVELSO, F., & RODRÍGUEZ, M. (2018). Prueba Chi-Cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xN. Revista Médica Sanitas, 21(2), 92-95.

MINAGRI, (2010). Decreto Supremo N° 017-2009-AG, Reglamento de Clasificación de Tierras por su capacidad de uso Mayor [en línea]. 2010. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/reglamento-ctcum-junio2018.pdf>

MOUSALLI-KAYAT, Gloria, (2015). Métodos y diseños de investigación cuantitativa. Revista researchgate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa.

PAITÁN, H. Ñ., MEJÍA, E. M., RAMÍREZ, E. N., & PAUCAR, A. V. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U.



PORTA, J., LÓPEZ-ACEVEDO, M. y ROQUERO, C., (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente [en línea]. 3. Madrid: s.n. Disponible en: https://catoute.unileon.es/discovery/fulldisplay/alma991008769488805772/34BUC_ULE:VU1

STIEFEL, M., PAUTASSO, N. y CROTTI, C., (2000). La información de Suelos en Formato SIG en el Proyecto “Cambios climáticos y Sumideros de carbono. [en línea], vol. 1, no. 1.

USDA, (2014). Claves para la Taxonomía de Suelos [en línea]. 10. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf

VEGA, J., (2007). Análisis de las potencialidades de los suelos de la comuna de melipilla, identificando zonas aptas para la disposicion final de biosolidos, region metropolitana [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101135>

VIVAS REMIGIO, G. S. (2015). Caracterización y evaluación de los niveles de fertilidad en predios bananeros del valle del Chira región Piura.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLATI, (2015). Proyecto “Mejoramiento del Sistema de riego con la instalación de riego presurizado en los sectores Topopampa, Padroma y Accahuray, de la Comunidad y Distrito de Huayllati, Provincia de Grau – Apurímac”



ANEXOS



ANEXO 1

Título: “Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac”

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Problema general ¿Es posible caracterizar los suelos por sus propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual en tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?	Objetivo general Caracterizar los suelos por sus propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual en tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac	Hipótesis General Los suelos de los tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, presentan características diferentes en las propiedades físicas, químicas, su capacidad de uso mayor, su clase de uso mayor y su uso actual
Problema específico 1 ¿Es posible caracterizar los suelos por sus propiedades químicas en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?	Objetivo específico 1 Determinar las características de las propiedades químicas de suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.	Hipótesis específica 1 Las características de las propiedades químicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes
Problema específico 2 ¿Es posible caracterizar los suelos por sus propiedades físicas en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?	Objetivo específico 2 Determinar las características de las propiedades físicas de suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.	Hipótesis específica 2 Las características de las propiedades físicas de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes
Problema específico 3 ¿Es posible caracterizar los suelos por grupo de capacidad de uso mayor en tres sectores de la Comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?	Objetivo específico 3 Caracterizar los suelos por grupo de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.	Hipótesis específica 3 Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características pertenecen a diferentes grupos de capacidad de uso mayor
Problema específico 4 ¿Es posible caracterizar los suelos por clases de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?	Objetivo específico 4 Caracterizar los suelos por clases de capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.	Hipótesis específica 4 Los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, por sus características pertenecen a diferentes clases de capacidad de uso mayor
Problema específico 5 ¿Es posible caracterizar el uso actual de los suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac?	Objetivo específico 5 Determinar el uso actual de suelos en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac.	Hipótesis específica 5 El uso actual de los suelos de los tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau – Apurímac, son diferentes

Tabla 75— Matriz de consistencia metodológica

ANEXO 2

Título: “Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac”

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Índices
Características de las propiedades químicas	Los parámetros químicos de contenido que tienen los suelos en función a sus características y variabilidad	Conductividad Eléctrica (CE) pH Carbonato de calcio (CaCo2) Materia Orgánica (MO) Nitrógeno (N total) Fosforo (P2O3) Potasio (K2O) Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	• mmhos/cm • Escala • % • % • % • ppm • ppm • Meq/100
Características de las propiedades físicas	Los parámetros físicos de contenido que tienen los suelos en función a sus características y variabilidad	Arena Limo Arcilla Capacidad de Campo (CC) Densidad aparente (Da) Densidad real (Dr) Porosidad	• % • % • % • % • gr/C.C • gr/C.C • %
Características de los suelos por grupo de capacidad de uso mayor.	La clasificación de las tierras por grupo de capacidad de uso mayor, en función a sus características, fisiográficas, químicas, físicas.	(A) Tierras aptas para el cultivo en limpio (C) Tierras aptas para cultivos permanentes (P) Tierras aptas para pastos (F) Tierras aptas para producción forestal (X) Tierras de protección	• Pendiente • Micro relieve • Profundidad • Pedregosidad • Drenaje • Erosión • Inundación
Características de las clases de capacidad de uso mayor (Calidad agrologica)	La clasificación de las tierras por clase de capacidad de uso mayor, en función a sus características, fisiográficas, químicas, físicas.	Calidad alta Calidad Media Calidad baja	• Pendiente • Micro relieve • Profundidad • Pedregosidad • Drenaje • Erosión • Inundación
Plantas y cultivos instalados	La diversidad de cultivos, frutales, plantas forestales y de protección por su variabilidad fisiográfica.	Cultivo y frutales Plantas de protección Plantas de cobertura	• Cultivos • Plantas de protección • Plantas de cobertura

Tabla 76— Matriz de consistencia operacional

ANEXO 3

Tabla 78— Ficha de evaluación de las características de las propiedades químicas

Ficha de evaluación

Título: “Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac”

Nombre del evaluador:

Toma de datos N° :..... Temperatura:..... Humedad:.....

Variable: Características de las propiedades químicas de los suelos

Muestra	Conductividad Eléctrica (CE)	pH	Carbonato de calcio (CaCo ₂)	Materia Orgánica (MO)	Nitrógeno (N total)	Fosforo (P ₂ O ₃)	Potasio (K ₂ O)	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
	mmhos/cm	Escala	%	%	%	ppm	ppm	Meq/100
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Observaciones:

.....

ANEXO 4

Tabla 79— Ficha de evaluación de las características de las propiedades físicas

Ficha de evaluación

Título: “Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac”

Nombre del evaluador:

Toma de datos N° :..... Temperatura:..... Humedad:.....

Variable: Características de las propiedades físicas de los suelos

Muestra	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural	Capacidad de Campo (CC)	Densidad aparente (Da)	Densidad real (Dr)	Porosidad	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
	%	%	%		%	gr/C.C	gr/C.C	%	Meq/100
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observaciones:

.....

ANEXO 5

Tabla 80— Ficha de evaluación de las características de los suelos por grupo y clase de capacidad de uso mayor

Ficha de evaluación

Título: “Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac”

Nombre del evaluador:

Toma de datos N° :..... Temperatura:..... Humedad:.....

Variable: Características de los suelos por grupo y clase de capacidad de uso mayor.

Muestra	Pendientes		Micro relieve	Profundidad	Pedregosidad	Drenaje	pH	Erosión	Salinidad	Inundación
	Corta (%)	Larga (%)	(1-4)	Cm	(1-4)	(A-G)	(0-14)	(0-4)	(0-1)	(0-4)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

Observaciones:

.....

ANEXO 6

Tabla 81— Ficha de evaluación de las características del uso actual de suelos

Ficha de evaluación

Título: “Caracterización de suelos por su capacidad de uso mayor en tres sectores de la comunidad de Huayllati – Grau - Apurímac”

Nombre del evaluador:

Toma de datos N° :..... Temperatura:..... Humedad:.....

Variable: Características del uso actual de los suelos

	Cultivos y frutales	Plantas de protección	plantas de Cobertura
Muestra	1= Maiz, trigo, cebada, hortalizas 2=Frutales: peras, manzanos y otros 3= Arveja, Garbanzo y menestras 4= Quinua, Tarwi, Haba y granos 5= Papa, olluco, oca y raíces	1= Molle, maguey, tara y chilka 2= Huarango, tuna y retama 3= Mutuy, sauco y Llualli 4= Cheqche, tankar y k'antu	1= Alfalfa, Rye grass y kikuyo 2= Retama y trebol 3= Sara sara, avena silvestre 4= Paja brava, ichu y Totorá
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Observaciones:

.....

ANEXO 7

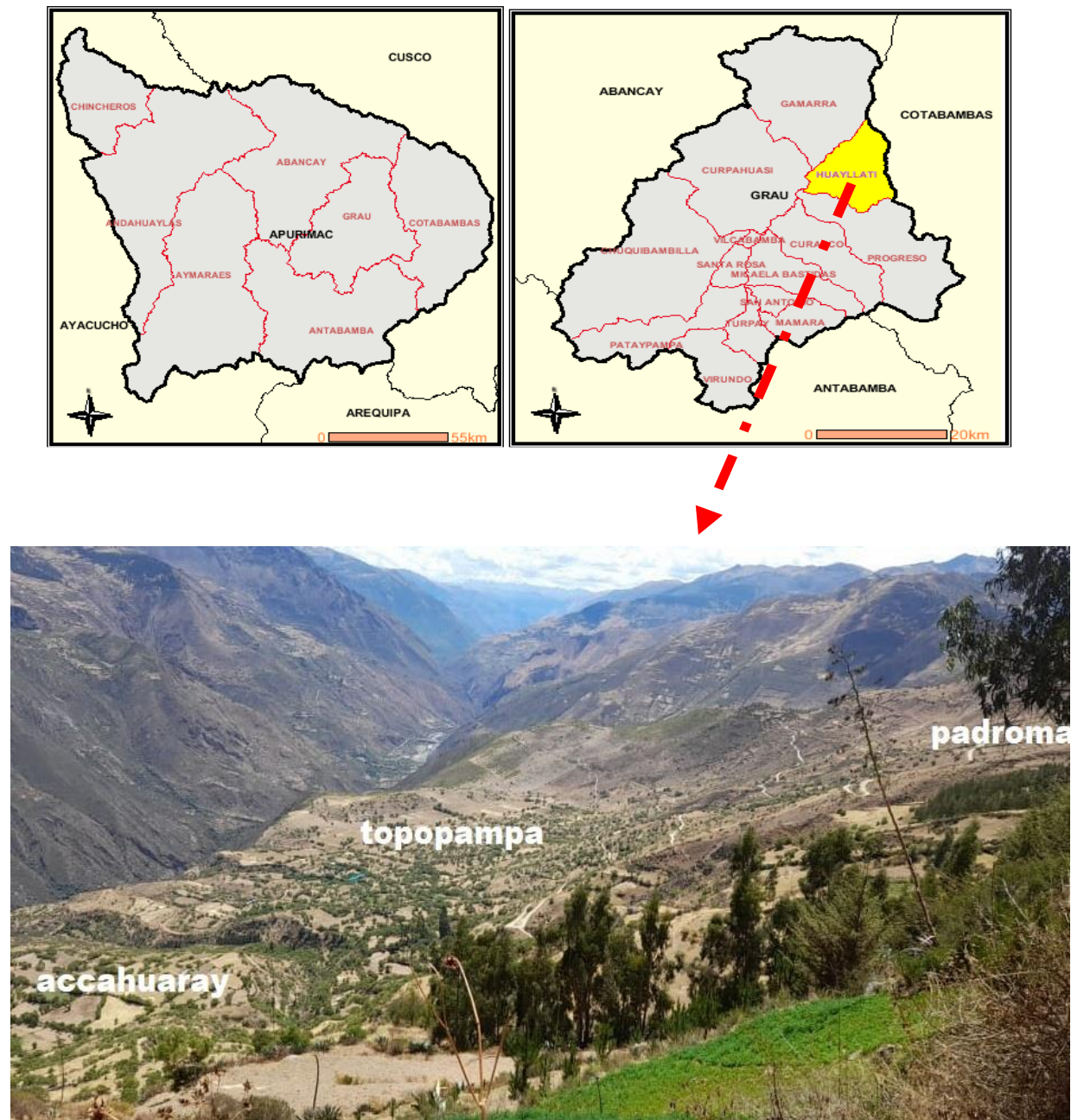


Figura 27— Mapa de ubicación de los sectores de la comunidad de Huayllati

ANEXO 8

Análisis de suelos.



LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO, FISICO DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

CALLE ALMAGRO N° 190
TELF.: 277471 - CEL: 984 163025
SAN JERÓNIMO - CUSCO



INFORME DE ANALISIS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD CARACTERIZACION Y OTROS ANALISIS
PROCEDENCIA DE MUESTRAS : SECTOR ,PAOROMA,FUNDO HUAYLLATI, GRAU – APURIMAC.
INSTITUCION SOLICITANTE : NORMA AGUIRRE QUISPE.

ANALISIS DE FERTILIDAD:

N°	CLAVE	mmhos/cm. C.E.	PH	% CaCO ₃	% M.ORG	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	CAL-05-HOR-A	0.16	8.20	4.32	2.16	0.11	6.3	98
02	CAL-05-HOR-B	0.24	8.40	4.43	1.47	0.07	0.7	65
03	CAL-06-HOR-A	0.20	8.40	4.70	2.58	0.13	3.8	97
04	CAL-06-HOR-B	0.16	8.50	4.90	1.77	0.08	11.2	95

ANALISIS FISICO MECANICO:

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	CAL-05-HOR-A	19.31	27	45	28	FRANCO-ARCILLOSO
02	CAL-05-HOR-B	18.76	31	41	28	FRANCO-ARCILLOSO
03	CAL-06-HOR-A	20.41	31	38	31	FRANCO-ARCILLOSO
04	CAL-06-HOR-B	10.06	27	39	31	FRANCO-ARCILLOSO

OTROS ANALISIS:

N°	CLAVE	% H.E.	% C.C.	gr/c.c. Da	gr/c.c. Dr	% PMP	% POROSIDAD
01	CAL-05-HOR-A	29.48	28.12	1.32	2.51	13.43	47.41
02	CAL-05-HOR-B	29.80	28.39	1.30	2.52	13.08	48.41
03	CAL-06-HOR-A	31.16	29.57	1.39	2.51	13.68	44.62
04	CAL-06-HOR-B	32.48	30.71	1.35	2.51	14.62	46.21

CUSCO, 21 DE JULIO DEL 2,021.



ING. AGRO. Marco Antonio Yapura Cayo
CIP - 217601
QUIMICA DE SUELOS Y FERTILIZANTES



FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA: QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS



LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO, FISICO DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

CALLE ALMAGRO N° 190
TELF.: 277471 - CEL: 984 163025
SAN JERÓNIMO - CUSCO



INFORME DE ANALISIS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD CARACTERIZACION Y OTROS ANALISIS

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : SECTOR TOPOPAMPA, FUNDO HUAYLLATI, GRAU - APURIMAC.

INSTITUCION SOLICITANTE : NORMA AGUIRRE QUISPE.

ANALISIS DE FERTILIDAD:

N°	CLAVE	mmhos/cm. C.E.	PH	% CaCO ₃	% M.ORG	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	CAL-03-HOR-A	0.13	8.00	4.05	0.93	0.04	20.1	512
02	CAL-03-HOE-B	0.10	8.20	4.36	0.81	0.04	7.0	350
03	CAL-04-HOR-A	0.20	8.30	4.58	0.70	0.03	13.6	50
04	CAL-04-HOR-B	0.14	8.30	3.67	0.63	0.03	25.5	62

ANALISIS FISICO MECANICO:

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	CAL-03-HOR-A	14.23	40	37	23	FRANCO
02	CAL-03-HOR-B	10.12	53	24	23	FRAN-ARCILLO-ARENOSO
03	CAL-04-HOR-A	8.47	61	26	13	FRANCO-ARENOSO
04	CAL-04-HOE-B	8.02	67	20	13	FRANCO-ARENOSO

OTROS ANALISIS:

N°	CLAVE	% H.E.	% C.C.	gr/c.c. Da	gr/c.c. Dr	% PMP	% POROSIDAD
01	CAL-03-HOR-A	26.04	25.14	1.50	2.51	11.29	40.23
02	CAL-03-HOR-B	20.43	20.22	1.47	2.50	10.15	41.20
03	CAL-04-HOR-A	18.20	18.49	1.56	2.50	7.49	37.60
04	CAL-04-HOR-B	18.03	18.36	1.59	2.50	6.94	36.40

CUSCO, 21 DE JULIO DEL 2,021.



ING. AGRO. Marco Antonio Yapura Cayo
CIF - 217601
QUIMICA DE SUELOS Y FERTILIZANTES



FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA: QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS



LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO, FISICO DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

CALLE ALMAGRO N° 190
TELF.: 277471 - CEL: 984 163025
SAN JERÓNIMO - CUSCO



INFORME DE ANALISIS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD CARACTERIZACION Y OTROS ANALISIS
PROCEDENCIA DE MUESTRAS : SECTOR-ACCAHURAY,FUNDO HUAYLLATI, GRAU – APURIMAC.
INSTITUCION SOLICITANTE : NORMA AGUIRRE QUISPE.

ANALISIS DE FERTILIDAD:

N°	CLAVE	mmhos/cm. C.E.	PH	% CaCO ₃	% M.ORG	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	CAL-01-HOR-A	0.11	7.20	0.75	2.46	0.12	16.1	850
02	CAL-01-HOR-B	0.08	7.30	0.74	1.52	0.07	24.8	175
03	CAL-02-HOR-A	0.06	7.30	0.75	1.87	0.09	38.6	155
04	CAL-02-HOR-B	0.05	7.50	0.86	1.10	0.05	81.5	144

ANALISIS FISICO MECANICO:

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	CAL-01-HOR-A	10.17	54	28	18	FRANCO-ARENOSO
02	CAL-01-HOR-B	12.06	49	23	28	FRAN-ARCILLO-ARENOSO
03	CAL-02-HOR-A	15.21	48	29	23	FRANCO
04	CAL-02-HOR-B	11.74	47	24	29	FRAN-ARCILLO-ARENOSO

OTROS ANALISIS:

N°	CLAVE	% H.E.	% C.C.	gr/c.c. Da	gr/c.c. Dr	% PMP	% POROSIDAD
01	CAL-01-HOR-A	20.16	20.01	1.43	2.50	9.07	42.80
02	CAL-01-HOR-B	22.03	21.46	1.56	2.51	18.02	37.84
03	CAL-02-HOR-A	25.90	25.02	1.49	2.52	10.59	40.87
04	CAL-02-HOR-B	21.17	20.79	1.51	2.50	12.41	39.60

CUSCO, 21 DE JULIO DEL 2,021.



ING. AGRO. Marco Antonio Yapura Cayo
CIP - 217601
QUIMICA DE SUELOS Y FERTILIZANTES



FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA: QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

ANEXO 9

Ubicación	Localidad
Departamento	Apurímac
Provincia	Grau
Distrito	Huayllati
Sector	Paoroma, Topopampa, Accahuray
Latitud sur	13° 55' 42"
Latitud oeste	72° 29' 4"
Altitud	3,300 msnm.

Fuente: municipalidad de Huayllati, 2022

Tabla 82 — Ubicación de los lugares del experimento

ANEXO 10

Ubicación	Localidad
Zona agroecológica	sub tropical
Franja latitudinal	tropical
Grupo ecológico	bosque seco subtropical
Zona de vida	bosque húmedo – montano tropical (bs-MT)
Cuenca hidrográfica:	
Cuenca	Apurímac
Sub cuenca	Vilcabamba
Micro Cuenca	Huayllati
Temperatura	Su temperatura promedio anual varía entre 3 y 24° C, entre los meses de junio y Julio baja hasta 7°

Extraído de la Municipalidad de Huayllati, 2022

Tabla 83—Características agroecológicas de los lugares del experimento(opcional)

ANEXO 11

Instalación y actividades de campo	Fecha
Etapa I. pre campo	20/04/2021
Etapa II. Ubicación del lugar de estudio	10/05/2021
Etapa III. Toma de muestras	20/06/2021
Etapa IV Análisis de suelo	15/07/2021
Etapa V paso final de gabinete (post – campo)	01/08/2021
Etapa VI. Registro de unidades de uso actual de suelos	
Visita a parcelas a levantar información de unidad de uso actual Sector Padroma	20/10/2021
Visita a parcelas a levantar información de unidad de uso actual Sector Topopampa	20/11/2021
Visita a parcelas a levantar informacion de unidad de uso actual Sector Accahuray	10/12/2021

Tabla 84—Procedimiento y duración del experimento (fechas de recojo de información)

ANEXO 12

COSTO DE PRODUCCIÓN

ITEMS	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
	A. COSTOS DIRECTOS				
1	SERVICIOS				6,150.00
	GPS	1	3 días	150.00	450.00
	Movilidad	1	15 días	300.00	4500.00
	Laboratorio	6 calicatas	12 muestras	100.00	1200.00
2	MANO DE OBRA				240.00
	Apertura de calicatas	Jornal	3	80.00	240.00
3	MATERIALES, HERRAMIENTAS Y OTROS				168.00
	Pala	unidad	1	25.00	25.00
	Pico	unidad	1	25.00	25.00
	Wincha	5 m	1	30.00	30.00
	Barilejo	unidad	1	20.00	20.00
	Tablero	unidad	1	20.00	20.00
	Bolsa de 1 kg	unidad	3	3.00	9.00
	Sacos	Unidad	3	1.00	3.00
	Cuaderno de campo	Unidad	1	5.00	5.00
	½ millar papel bond	Unidad	1	25.00	25.00
	Lapiceros	Unidad	2	3.00	6.00
	TOTAL, COSTOS DIRECTOS				6,558.00
	B COSTOS INDIRECTOS				
	Gastos administrativos	% C/D	3%		202.86
	Gastos financieros	% C/D	7%		473.34
	TOTAL, COSTOS INDIRECTOS				676.20
	COSTO TOTAL				7,234.20

Tabla 85 — Costo de producción de la tesis

ANEXO 13

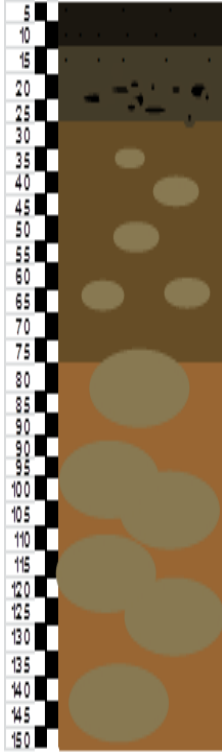
SECTOR	ACCAHUARAY				FECHA:	13-07-2021																			
DEPARTAMENTO	PROVINCIA		DISTRITO																						
APURÍMAC	GRAU		HUAYLLATI																						
CALICATA	UTM	Latitud	Altitud	Calicata	UTM	Latitud	Altitud																		
01	8459631	0771221	3117	02	8459579	0771331	3138																		
USO ACTUAL	Cultivo agrícola																								
COBERTURA VEGETAL	Gramina, restos vegetales de maíz																								
FISIOGRAFIA				MATERIAL MADRE		PENDIENTE																			
DESCRIPCIÓN DEL PERFIL MODAL																									
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horizonte</th><th>Prof. /cm.</th><th>Descripción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0 - 40</td><td>Franco arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.20); contenido medio de materia orgánica (2.46%), presencia de hoja rascas.</td></tr> <tr> <td>B</td><td>40 - 80</td><td>Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.30); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (1.52%). raíces finas comunes.</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horizonte</th><th>Prof. /cm.</th><th>Descripción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0 - 30</td><td>Franco; muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.30); contenido bajo de materia orgánica (1.87%), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.</td></tr> <tr> <td>B</td><td>30 - 80</td><td>Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción ligeramente básica (pH 7.50); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (1.52%). raíces finas comunes.</td></tr> </tbody> </table>								Horizonte	Prof. /cm.	Descripción	A	0 - 40	Franco arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.20); contenido medio de materia orgánica (2.46%), presencia de hoja rascas.	B	40 - 80	Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.30); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (1.52%). raíces finas comunes.	Horizonte	Prof. /cm.	Descripción	A	0 - 30	Franco; muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.30); contenido bajo de materia orgánica (1.87%), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.	B	30 - 80	Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción ligeramente básica (pH 7.50); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (1.52%). raíces finas comunes.
Horizonte	Prof. /cm.	Descripción																							
A	0 - 40	Franco arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.20); contenido medio de materia orgánica (2.46%), presencia de hoja rascas.																							
B	40 - 80	Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.30); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (1.52%). raíces finas comunes.																							
Horizonte	Prof. /cm.	Descripción																							
A	0 - 30	Franco; muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción neutra (pH 7.30); contenido bajo de materia orgánica (1.87%), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.																							
B	30 - 80	Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción ligeramente básica (pH 7.50); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (1.52%). raíces finas comunes.																							
																									

Figura 27— Ficha para la obtención de perfiles modales del sector en estudio Accahuaray

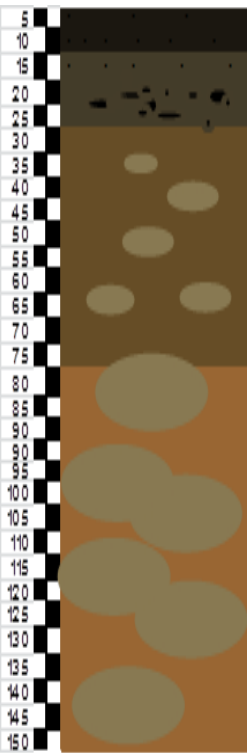
SECTOR	TOPOPAMPA				FECHA:	16-07-2021																			
Departamento	Provincia		Distrito																						
APURÍMAC	GRAU		HUAYLLATI																						
CALICATA	UTM	Latitud	Altitud	Calicata	UTM	Latitud	Altitud																		
01	8461029	0771768	2918	02	8461056	0772116	2938																		
USO ACTUAL	Cultivo agrícola																								
COBERTURA VEGETAL	restos vegetales de maíz y trigo																								
FISIOGRAFÍA				MATERIAL MADRE		PENDIENTE																			
DESCRIPCIÓN DEL PERFIL MODAL																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Horizonte</th><th>Prof. /cm.</th><th>Descripción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0 - 30</td><td>Franco; muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8); contenido bajo de materia orgánica (0.93 %), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.</td></tr> <tr> <td>B</td><td>30 - 80</td><td>Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.20); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (0.81%).</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horizonte</th><th>Prof. /cm.</th><th>Descripción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0 - 30</td><td>Franco arenoso; Marrón Amarillento Oscuro (10YR: 4/4), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.30); contenido bajo de materia orgánica (0.7%), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.</td></tr> <tr> <td>B</td><td>30 - 80</td><td>Franco arenoso; Marrón Amarillento Oscuro (10YR: 4/4), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.30); contenido bajo de materia orgánica (0.63%).</td></tr> </tbody> </table>						Horizonte	Prof. /cm.	Descripción	A	0 - 30	Franco; muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8); contenido bajo de materia orgánica (0.93 %), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.	B	30 - 80	Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.20); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (0.81%).	Horizonte	Prof. /cm.	Descripción	A	0 - 30	Franco arenoso; Marrón Amarillento Oscuro (10YR: 4/4), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.30); contenido bajo de materia orgánica (0.7%), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.	B	30 - 80	Franco arenoso; Marrón Amarillento Oscuro (10YR: 4/4), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.30); contenido bajo de materia orgánica (0.63%).
Horizonte	Prof. /cm.	Descripción																							
A	0 - 30	Franco; muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8); contenido bajo de materia orgánica (0.93 %), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.																							
B	30 - 80	Franco arcilloso arenoso; Pardo Grisáceo muy Oscuro (2.5Y: 3/2), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.20); fragmentos terrosos; contenido bajo de materia orgánica (0.81%).																							
Horizonte	Prof. /cm.	Descripción																							
A	0 - 30	Franco arenoso; Marrón Amarillento Oscuro (10YR: 4/4), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.30); contenido bajo de materia orgánica (0.7%), presencia de hoja rascas y restos de cosecha.																							
B	30 - 80	Franco arenoso; Marrón Amarillento Oscuro (10YR: 4/4), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.30); contenido bajo de materia orgánica (0.63%).																							
																									

Figura 28— Ficha para la obtención de perfiles modales del sector en estudio Topopampa

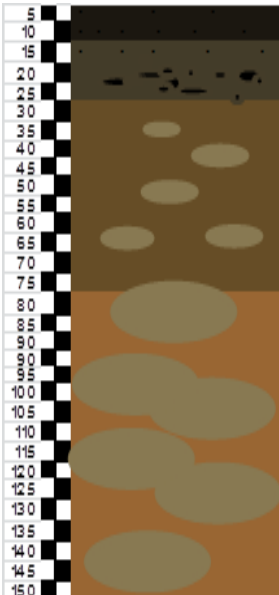
SECTOR	PADROMA				FECHA:	20-07-2021										
Departamento	Provincia		Distrito													
APURÍMAC		GRAU		HUAYLLATI												
CALICATA	UTM	Latitud	Altitud	Calicata	UTM	Latitud	Altitud									
01	8459943	0772880	3363	02	8459944	0772881	3373									
USO ACTUAL	Cultivo agrícola															
COBERTURA VEGETAL	restos vegetales de maíz y trigo															
FISIOGRAFIA				MATERIAL MADRE		PENDIENTE										
DESCRIPCION DEL PERFIL MODAL																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Horizonte</th><th>Prof. /cm.</th><th>Descripción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0 - 30</td><td>Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básico (pH 8.20); contenido medio de materia orgánica (2.16 %), presencia grama.</td></tr> <tr> <td>B</td><td>30 - 80</td><td>Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.40); contenido bajo de materia orgánica (1.47 %).</td></tr> </tbody> </table>				Horizonte	Prof. /cm.	Descripción	A	0 - 30	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básico (pH 8.20); contenido medio de materia orgánica (2.16 %), presencia grama.	B	30 - 80	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.40); contenido bajo de materia orgánica (1.47 %).		
Horizonte	Prof. /cm.	Descripción														
A	0 - 30	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básico (pH 8.20); contenido medio de materia orgánica (2.16 %), presencia grama.														
B	30 - 80	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.40); contenido bajo de materia orgánica (1.47 %).														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Horizonte</th><th>Prof. /cm.</th><th>Descripción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0 - 30</td><td>Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básico (pH 8.40); contenido medio de materia orgánica (2.58 %), presencia de restos vegetales.</td></tr> <tr> <td>B</td><td>30 - 80</td><td>Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.50); contenido bajo de materia orgánica (1.77 %).</td></tr> </tbody> </table>				Horizonte	Prof. /cm.	Descripción	A	0 - 30	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básico (pH 8.40); contenido medio de materia orgánica (2.58 %), presencia de restos vegetales.	B	30 - 80	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.50); contenido bajo de materia orgánica (1.77 %).		
Horizonte	Prof. /cm.	Descripción														
A	0 - 30	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básico (pH 8.40); contenido medio de materia orgánica (2.58 %), presencia de restos vegetales.														
B	30 - 80	Franco arcilloso; muy Oscuro (2.5 YR 3/1), en húmedo; reacción medianamente básica (pH 8.50); contenido bajo de materia orgánica (1.77 %).														

Figura 29— Ficha para la obtención de perfiles modales del sector en estudio Padroma

ANEXO 14

Identificación de sectores y apertura de calicatas

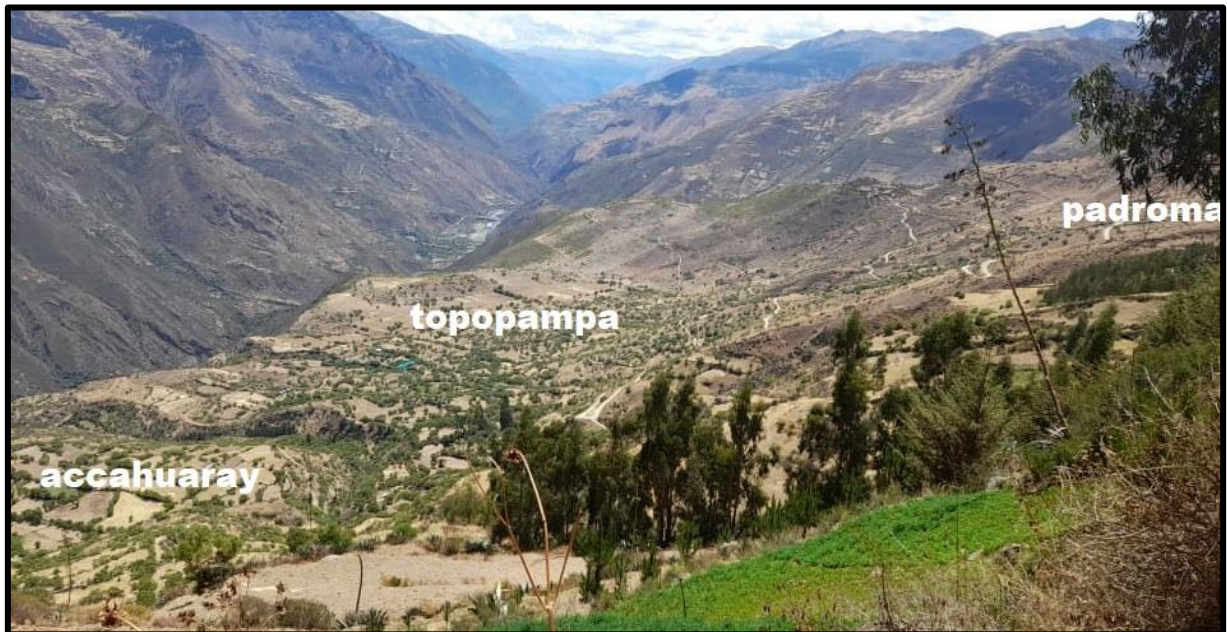


Figura 30— Identificación de terreno de los tres sectores



Figura 31— Predio para abrir calicatas



Figura 32—Apertura de calicatas



Figura 33— Identificación de horizontes



Figura 34— Obtención de muestras



Figura 35— Secado de muestras



Figura 36— Embolsado de muestras para llevar al laboratorio



Figura 37— Plantas de cobertura



Figura 38— Cultivos de consumo



Figura 39—Plantas de protección