

UNIVERSIDAD NACIONAL “DANIEL ALCIDES CARRIÓN”
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA-PASCO



TESIS

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE
PALLANCHACRA- PASCO**

RESPONSABLES: Bach. CHUQUILLANQUI QUITO, Ketty Inés

Bach. VEGA LUNA, Roger Cesar

ASESOR : Ing. Teodosio, ASTUHUAMAN VARA

CERRO DE PASCO

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL “DANIEL ALCIDES CARRION”
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FO UNIVERSIDAD NACIONAL “DANIEL ALCIDES
CARRIÓN”



PROYECTO DE TESIS
DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE
PALLANCHACRA- PASCO
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. CHUQUILLANQUI QUITO, Ketty Inés

Bach. VEGA LUNA, Roger Cesar

Sustentado y aprobado ante los jurados

Mg. Vicente Nilo, GAMARRA TORIBIO
PRESIDENTE

Dra. Edith Luz, ZEVALLOS ARIAS
MIEMBRO

Mg. Hickey Emilio, CORDOVA HERRERA
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios Padre por darnos una gran virtud y talento en nuestra profesión.

A nuestros padres en reconocimientos y gratitud a sus invaluables esfuerzos y sacrificios que hicieron, para que nuestros anhelos de ser útil como profesionales al desarrollo de las Ciencias Agrícolas, se hagan realidad a nuestra entera satisfacción.

A nuestro Asesor, Ing. Teodosio, ASTUHUAMAN VARA quién nos apoyó desinteresadamente con sus conocimientos sabios de ser Profesional para la culminación satisfactoria del trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

- A nuestra alma Mater la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por ser parte importante para nosotros y acogernos en sus aulas durante el tiempo que hemos estudiado en ella.
- Al Ing. Teodosio, ASTUHUAMAN VARA, por su asesoramiento y valiosa orientación en el presente Trabajo de Investigación.
- Reconocimiento y gratitud a los Docentes de la UNDAC, Escuela de Formación Profesional de Agronomía Pasco, por sus enseñanzas que contribuyeron en nuestra Formación Profesional
- Nuestra sincera gratitud al personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- A cada uno de los miembros del Jurado:
 - Mg. Vicente Nilo GAMARRA TORIBIO
 - Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS
 - Mg. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA
 - Mg. Jhonny Luis RODRIGUEZ SALDAÑA

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN

RESUMEN

Página

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1	RECURSO SUELO	14
2.2	PROPIEDADES FÍSICAS.....	19
2.2.1.	TEXTURA DEL SUELO.....	19
2.2.2.	POROSIDAD.....	22
2.2.2.1.	CAPACIDAD DE CAMPO.....	22
2.2.2.2.	CAPACIDAD DE AIRE.....	22
2.2.3.	DENSIDAD APARENTE.....	25
2.2.4.	DENSIDAD REAL.....	26
2.2.5.	COEFICIENTE HIDRICOS.....	27
2.3	PROPIEDADES QUÍMICAS.....	28
2.3.1.	pH DEL SUELO.....	29
2.3.2.	LAS ARCILLAS DEL SUELO.....	32
2.3.3.	EL COMPLEJO ARCILLO – HUMICA.....	34
2.3.4.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.....	34
2.3.5.	MATERIA ORGANICA.....	36
2.3.5.1.	SUSTANCIAS NO HUMICAS.....	41
2.3.5.1.1.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANCA DEL SUELO.....	43
2.3.6.	METALES PESADOS EN LOS SUELOS.....	43
2.4	CLASIFICACION DE SUELOS.....	46
2.5	CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU FERTILIDAD.....	48
2.6	CLASIFICACIÓN DE TIERRAS. SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR.....	50
2.6.1.	CLASES DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS.....	53
2.6.1.1.	SUB CLASES DE CAPACIDAD DE USO MAYOR.....	59
2.6.1.2.	CONDICIONES ESPECIALES.....	63
2.7	DEFINICIONES.....	64
2.8	ANTECEDENTE.....	66

III.	MATERIALES Y METODOS	
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	68
	3.1.1. ECOLOGIA Y VEGETACION.....	68
	3.1.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS.....	69
	3.1.3. FISIOGRAFIA.....	72
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	73
	3.2.1. MUESTRA.....	73
3.3	METODOLOGÍA	74
	3.3.1. FASES DE ESTUDIO.....	74
	3.3.2. FASE DE CAMPO.....	75
	3.3.2.1. METODOLOGIA SEGÚN EL SITEMA NACIONAL.....	76
	3.3.2.2. METODOLOGIA SEGÚN EL SISTEMA DE FERTILIDAD.....	77
	3.3.3. FASE DE LABORATORIO.....	78
	3.3.4. FASE DE GABINETE.....	79
3.4.	DATOS A REGISTRAR	79
	3.4.1. DESCRIPCIONES DE PERFILES.....	79
	3.4.2. ANALISIS MECANICO DEL SUELO.....	80
	3.4.3. ANALISIS QUIMICO.....	82
	3.4.4. CLASIFICACION DE SUELOS POR SU CAPACIDAD UM.....	85
	3.4.4.1. SUBCLASE.....	85
	3.4.4.2. FORMA Y GRADO DE PENDIENTE.....	85
	3.4.4.3. PROFUNDIDAD.....	85
	3.4.4.4. TEXTURA.....	86
	3.4.4.5. PEDREGOSIDAD Y/O GRAVOSIDAD.....	86
	3.4.4.6. DRENAJE INTERNO.....	87
	3.4.4.7. PH.....	87
	3.4.4.8. EROSION HIDRICA.....	87
	3.4.5. CLASIFICACION DE LOS SUELOS SEGÚN SU FERTILIDAD.....	88
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1.	DESCRIPCIÓN DE PERFILES.....	90

4.2.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS MECÁNICO DEL SUELO.....	95
4.3	RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO	97
4.3.1.	PH.....	98
4.3.2.	MATERIA ORGANICA.....	98
4.3.3.	NITROGENO (N) %.....	98
4.3.4.	FOSFORO (P) ppm.....	99
4.3.5.	POTASIO (K) ppm.....	99
4.3.6.	CARBONATO DE CALCIO.....	100
4.4	CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR.....	103
4.4.1.	SUBCLASE A2.....	104
4.4.2.	SUBCLASE A3a.....	105
4.4.3.	SUBCLASE A3c.....	105
4.4.4.	SUBCLASE A3e.....	106
4.4.5.	SUBCLASE A3ec.....	107
4.5	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU FERTILIDAD.....	110
4.6	NUMERO DE PUNTOS MUESTREADOS UTM.....	111

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

V. BIBLIOGRAFIA

ANEXO

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Clase o tamaño.....	21
CUADRO 2: Distribución de diferentes poros en suelos de tres clases texturales.....	24
CUADRO 3: Valores promedio para cada grupo de suelos.....	26
CUADRO 4: Capacidad de campo, punto de marchitez y agua disponible en suelos de diferentes clases texturales.....	28
CUADRO 5: Análisis físico-mecánico y químico de las muestras de suelos.....	78
CUADRO 6: Resultado del análisis físico mecánico.....	95
CUADRO 7: Resultado de análisis químico	97
CUADRO 8: Resultado del análisis químico de bases cambiables.....	101
CUADRO 9: Subclases de capacidad de uso mayor de los suelos de la Comunidad Campesina de Pallanchacra – Pasco	103
CUADRO 10: Factores edáficos: clases permisibles.....	108
CUADRO 11: Características generales de suelos de acuerdo a su fertilidad.....	110

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1: temperatura promedio anual 2014.....	70
GRAFICO 2: precipitación pluvial 2014.....	71
GRAFICO 3: humedad relativa mensual 2014	71

I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la fertilidad natural del suelo es el proceso mediante el cual se determina los problemas de nutrición de las plantas y se hacen recomendaciones para un adecuado plan de fertilización. Actualmente se usan varios procedimientos para determinar la fertilidad natural de los suelos pero los más difundidos se basan en los análisis de suelos.

Adicional al diagnóstico de la fertilidad del suelo se ordenan los suelos según su fertilidad con la finalidad de ubicación de áreas geográficas con determinados niveles de fertilidad permitiendo la instalación de cultivos con requerimientos altos o bajos de insumos adicionales.

Gran parte de los suelos cultivables en uso de la Región andina son bajos en fertilidad natural, deficientes en materia orgánica que promedian el 2 % de materia orgánica como consecuencia de una agricultura deficiente que está contribuyendo al deterioro del ecosistema y al desequilibrio ecológico sumado a esto el pH ácido que es característico de la sierra, limitando la estabilidad de la agricultura y ocasionando bajos niveles de Ingresos económicos a los agricultores de esta importante Región del país,

El desarrollo y ejecución del proyecto permite conocer los niveles de fertilidad natural de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Pallanchacra cuya superficie cultivable es de 1.995 ha., localizados en la Provincia y Región de Pasco

El desarrollo y ejecución del presente proyecto de investigación permite determinar las “**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA PALLANCHACRA**”, Distrito del mismo nombre, Provincia y Región Pasco, haciendo posible la implementación de un adecuado plan de cultivos que permita usar el recurso suelo de acuerdo a sus aptitudes y cualidades evitando así su deterioro y degradación.

Por lo que se planteó el problema

¿Cuáles serán las características físicas y químicas de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Pallanchacra - Pasco?;

Teniendo como hipótesis:

Las características físicas y químicas de los suelos agrícolas presentaran variaciones en sus factores edáficos.

Se considera como

Objetivo general:

Determinar las características físicas y químicas de los suelos agrícolas.

Objetivos específicos:

- Evaluar los suelos de acuerdo las características físicas y químicas propias
- Clasificar los suelos de acuerdo al nivel de fertilidad natural

- Clasificar los suelos estudiados en base a sus niveles de fertilidad natural en correlación con las condiciones medioambientales de la zona.
- Clasificar los suelos de acuerdo a la capacidad de uso mayor de tierras.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Comunidad Campesina de Pallanchacra que se encuentra en el Distrito de Pallanchacra que está ubicado en la Provincia y Región de Pasco, tiene una altitud de 2.971 a 3.700 m.s.n.m., con una superficie de 73,69 km² de extensión, y presenta un clima templado frío, se encuentra a 38 km de la ciudad de Cerro de Pasco

Para este trabajo hemos considerado 25 sitios de muestreo, divididas por el río Tingo abarcando un total de 164 ha. De los cuales se tomaron muestras a una profundidad de 0.30 m, cuyos análisis de suelo se realizaron en los laboratorios de suelos de INIA - Huancayo, teniendo los resultados de dicho análisis se observó que existen cuatro clases texturales como son:

TEXTURA	N° DE MUESTRAS
FRANCO ARENOSO	8
FRANCO ARCILLOSO	7
FRANCO	5
FRANCO ARCILLOSO ARENOSO	5

El pH de las muestras queda muy marcada en ligeramente ácido con 7 muestras y neutro con 18 muestras rangos para una normal asimilación de nutrientes, de mínimas a libres de carbonatos que puedan alterar la fijación del P el contenido de materia orgánica es medio con rangos de 2.92 a 3.97

%, el fósforo (P) en ppm está en nivel medio en 18 muestra y 7 muestras esta en nivel alto. El potasio (K) ppm se encuentra en nivel bajo en 19 muestras y solo 6 muestras el contenido es medio lo cual amerita la aplicación de fertilizante en dosis alta de potasio (K), por el tipo de topografía que es de pendiente inclinada ligera a pendiente severa el riesgo de erosión hídrica está en el nivel (e – i - o) de moderada a muy severa.

Según la clasificación de suelos por su Capacidad de Usó Mayor se encontró cinco subclases de suelo los que a continuación se mencionan: Subclase A2, Subclase A3a, Subclase A3c, Subclase A3e, Subclase A3ec

Sobre la clasificación por su fertilidad natural encontramos suelos en nivel medio con deficiencia de potasio, contenido de fosforo (P) en niveles medio a alta; materia orgánica en nivel medio, teniendo la necesidad de realizar aportaciones de estos importantes elementos químicos y enmiendas para el mejoramiento de los suelos y obtener una buena productividad de los cultivos.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 RECURSO SUELO.

CAMPOS Y CORNELIO (2006), Describe sobre el grado de fertilidad natural de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de San Juan Bautista de Huariaca, distrito del mismo nombre, Provincia y Región Pasco, dice, lo siguiente:

- a.) Descripción de Perfiles:** En la morfología externa se han encontrado perfiles A/R (entisoles), suelos superficiales, A/C, suelos moderadamente superficiales, cuyas altitudes varían de 3.310 a 3.400 m.s.n.m., terrenos en descanso, de fisiografía montañosa ondulada, de topografía inclinada en pendiente entre 25 a 30 %, de buena permeabilidad, con excesivo escurrimiento superficial, napafreática muy profunda, pedregosidad ligera (10 %), erosión severa, bien drenado y de humedad normal. Observándose los horizontes Ap. y Rr. (C, A1), permeables abrupto, presencia de roca consolidada en proceso de intemperización. Horizonte A1 y C, caracterizando por moderado a buena permeabilidad.
- b.) Resultado del análisis físico mecánico:** Las clases texturales corresponde a franco arenoso, franco, franco arcillo arenoso y

franco arcilloso. En los suelos franco arcillosos habrán mayor capacidad de retención de agua, en tanto los suelos francos arcilloso arenoso así como los suelos francos serán ideales para los cultivos, mientras que los suelos de textura arenoso tendrán menor capacidad de retención de agua, condiciones que será limitantes de la disponibilidad de agua, particularmente en periodo de sequias.

c.) Reacción de los Suelos: Los resultados obtenidos arrojaron un rango variable de pH, comprendido entre 6.2 y 7.8, que corresponden a los rangos moderadamente ácidos, suelo neutro, suelos moderadamente alcalinos de 7.4 a 7.8 de pH. A pesar de esta variabilidad la reacción de los suelos no dificultan el desarrollo normalmente de las plantas a cultivarse y no restringen el aprovechamiento normal de los elementos nutritivos aplicados en forma de fertilizantes.

d.) Carbonato de calcio: En cuanto a la presencia de carbonatos libres, en la mayoría de muestras están ausentes están compuestos, probablemente aun mayor de los bases y al efecto de la erosión. También se han encontrado un contenido medio de carbonatos, como también contenidos altos de carbonatos en menor proporción, en cuales pueden producir problemas de fijación de fosforo.

- e.) Carbono Orgánico:** Los niveles de materia orgánica en términos de carbono orgánico son variables de niveles bajos y medios. Estos resultados hacen suponer la urgencia de las aplicaciones de materia orgánica en los suelos bajos y medios en cantidades que varían entre 10 a 12 toneladas por hectáreas.
- f.) Fosforo Disponible:** El fosforo disponible se encuentra en niveles bajos, medios y altos, resultado que presumen las aplicaciones de dosis variable de este elemento en calcio, sobre todo en aquellos suelos que tiene pH ácidos.
- g.) Potasio Disponible:** Se ha encontrado que el K₂O disponible está en niveles bajos y medios en la mayoría de sitios muestreados.
- h.) Capacidad de Intercambio Catiónico:** Bases cambiables y saturación de bases. Los resultados de análisis de los cationes cambiables, la capacidad de intercambio catiónico y el porcentaje de saturación de bases así como la acidez cambiable los cationes Ca, Mg y Na, se encontraron en niveles normales y solo el catión K, es deficiente por lo tanto habrá buena respuesta a altos niveles de fertilización de potásica.
- Los valores del porcentaje de saturación de bases y acidez cambiable encontrados están dentro de los límites normales y por lo tanto no interfieren ni en el desarrollo normal de las plantas ni en la asimilación de la mayoría de elementos nutritivos

La clasificación de los suelos por su capacidad de uso mayor, se han identificado las sub clases: A3sc; A3se y A3sec.

La clasificación de los suelos según su fertilidad natural corresponden a los rangos de bajo en los grupos: LRdk, LLdk, LLdbk y medio en los grupos LLdb y LLd

RODRIGUEZ FUENTES H. Et Al y Otros. (2011), Menciona que las características del suelo varia en sentido vertical y horizontal Esta situación se debe considerar en el muestreo de suelos, por lo que hay que sub dividir en ambos sentidos.

Generalmente para formar una muestra compuesta se recomienda una superficie de 2 a 5 ha.; sin embargo en este influye la intensidad de uso del suelo y la aplicación de fertilizantes y o enmiendas, por lo cual es deseable tomar como unidad de muestreo áreas más pequeñas; entre estos cultivo se encuentran hortalizas, tabaco, etc.; los cuales son de un alto valor unitario. En cultivos extensivos de bajo valor unitario, como papa, maíz, haba, arveja, trigo, cebada, etc.; se recomienda unidades mayores. En caso de campos que tenga pastos naturales y otra vegetación nativa o introducida uniforme, el área puede extenderse de 5 a 10 ha.

ZAVALETA, G, A (1992), Describe que hay muchos conceptos de suelo dependiendo del ángulo y enfoque que se le dé al mismo. Sin embargo, resumiendo todos ellos podemos llegar al siguiente:

“Suelo: Es un ente natural, tridimensional, trifásico, dinámico, sobre el cual crecen y se desarrollan la mayoría de las plantas”.

Es un ente, porque tiene vida; tridimensional, porque es visto a lo largo, ancho y profundidad; trifásico, porque existe fase sólida, líquida y gaseosa; dinámico, porque dentro del suelo ocurren procesos que involucran cambios físicos y reacciones químicas constantemente. Además es el medio natural donde crecen las plantas, por tanto sirve como soporte.

ZAVALETA, G, A (1992), manifiesta que una propiedad física química o biológica del suelo es aquella que caracteriza al suelo; por ejemplo, la composición química y la estructura física del suelo están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por el tiempo en que ha actuado el intemperismo (desintegración por agentes atmosféricos), por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas a través del tiempo

Las propiedades físicas de un suelo tienen mucho que ver con la capacidad que el hombre les da para muchos usos. Las características físicas de un suelo en condiciones húmedas y secas para las

edificaciones, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la retención de nutrimentos de las plantas, etc. Están íntimamente conectados con la condición física del suelo

2.2. PROPIEDADES FÍSICAS

2.2.1 TEXTURA DEL SUELO

ZVALETA, G, A (1992) explica que la textura de un suelo está determinada por las cantidades de partículas minerales inorgánicas (medidas como porcentajes en peso) de diferentes tamaños (arena, limo y arcilla) que contiene. La proporción y magnitud de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas en los suelos están gobernadas por la textura, debido a que ésta determina el tamaño de la superficie sobre la cual ocurren las reacciones, además de la plasticidad, la permeabilidad, la facilidad para trabajar la tierra, la sequedad, la fertilidad y la productividad que varían dependiendo de la región geográfica.

Las partículas de arena son comparativamente de tamaño grande (0.05 - 2 mm) y, por lo tanto, exponen una superficie pequeña comparada con el expuesto por un peso igual de partículas de arcilla o de limo. La función que ésta tiene en las actividades físicas y químicas de un suelo es casi insignificante, las arenas aumentan el tamaño de los espacios de los poros entre las partículas, facilitando el movimiento del aire y del

agua de drenaje. El tamaño de partícula de los limos va de 0.002 a 0.05 mm, tiene una velocidad de intemperización más rápida y una liberación de nutrientes solubles para el crecimiento vegetal mayor que la arena. Los suelos limosos tienen gran capacidad para retener agua disponible para el crecimiento vegetal. Las partículas de limo se sienten suaves, semejantes a un polvo y tienen poca tendencia a reunirse o a adherirse a otras partículas

El tamaño de partícula de los suelos arcillosos es menor a 0.002 mm; tienen la capacidad de retener agua contra la fuerza de gravedad. La fracción de arcilla, en la mayoría de los suelos, está compuesta de minerales que difieren grandemente en composición y propiedades en comparación con la arena y el limo. El componente arcilloso de un suelo es fundamental para determinar muchas características de éste, debido a que las partículas de arcilla tienen un área superficial mayor. Cada partícula de arcilla tiene cargas eléctricas negativas en su superficie externa que atraen y retienen cationes de manera reversible. Muchos cationes como potasio (K^+) y magnesio (Mg), son esenciales para el crecimiento vegetal y son retenidos en el suelo por las partículas de arcilla.

a.) ESTRUCTURA: Es la manera como se agrupan las partículas de arena, limo y arcilla, para formar agregados, no debe confundirse “agregado” con “terrón”.

El terrón es el resultado de las operaciones de labranza y no guarda la estabilidad que corresponde a un agregado.

El factor cementante de los agregados del suelo lo constituyen la materia orgánica y la arcilla básicamente. Del mismo modo, el Ca favorece mucho a la agregación, mientras que el Na tiene un efecto dispersante. La estructura se juzga por:

Tipo o forma del agregado:

- Laminar
- Prismática
- Columnar
- Bloque cúbico angular
- Bloque cúbico sub angular
- Granular
- Migajosa

Cuadro 1: Clase o tamaño

Tamaño o Clase	Diámetro gránulos	Espesor de lámina	Diámetro bloques	Altura de Prisma
Muy fino	< 1 mm	< 1 mm	< 5 mm	<10 mm
Fino	1 – 2 mm	1 – 2 mm	5 – 10 mm	10 – 20 mm
Medio	2 – 5 mm	2 – 5 mm	10 – 20 mm	20 – 50 mm
Grueso	5 – 10 mm	5 – 10 mm	20 – 50 mm	50 – 100 mm
Muy grueso	> 10 mm	> 10 mm	> 50 mm	> 100 mm

Fuente: INIA

b.) GRADO O CLARIDAD:

- Sin estructura: carente de agregación
- Débil: agregados escasamente visibles
- Moderada: agregados fácilmente observables
- Fuertes: agregados prominentes y visibles.

2.2.2. POROSIDAD

PORTA, J., LÓPEZ-ACEVEDO, M., Y ROQUERO, C. 1(999), Describe que la textura y la estructura del suelo condicionan la porosidad. Ya se ha citado la importancia de la porosidad del suelo en la regulación de la aireación y la dinámica del agua en el suelo.

El volumen de poros del suelo puede expresarse como un porcentaje del volumen total de huecos. A su vez, este espacio puede dividirse en dos compartimentos:

2.2.2.1. CAPACIDAD DE CAMPO: Es la máxima cantidad de agua que un suelo puede retener en contra de la fuerza de la gravedad. Este valor depende, obviamente del número, tamaño, distribución y forma de los poros.

2.2.2.2. CAPACIDAD DE AIRE: Es el volumen total de aire que existe en el suelo cuando la humedad coincide con la capacidad de campo. La capacidad de aire en los suelos arenosos se sitúa en torno al 30 %

del volumen poroso. En los suelos arcillosos, sin embargo, puede llegar a representar tan sólo el 5 %, lo que resulta insuficiente para la mayoría de los cultivos.

El valor de estos dos parámetros nos proporciona información sobre el estado de la estructura en un momento dado y sobre las propiedades físicas que condicionan el comportamiento de las plantas.

La porosidad está relacionada con dos parámetros característicos.

A. DENSIDAD REAL: Es la densidad de la fase sólida del suelo. Este valor es prácticamente constante en la mayoría de los suelos, y oscila en torno a 2,65 g/cc. La posible variación de la densidad real del suelo se debe normalmente a la variación de la cantidad de materia orgánica en el suelo.

B. DENSIDAD APARENTE: Es la densidad del suelo seco en su conjunto (fase sólida + fase gaseosa). La densidad aparente oscila entre 1 g/cc (suelos bien estructurados) y 1,8 g/cc (suelos compactados).

Un aumento en el valor de la densidad aparente se debe a la disminución del espacio poroso. De manera indirecta, un incremento de la densidad aparente puede ocasionar una mayor conductividad térmica y una menor facilidad de penetración de las raíces en el suelo.

La densidad aparente del suelo puede disminuir por diversas causas:

1. Por una reducción en el contenido de materia orgánica del suelo.
2. Por la degradación de la estructura.
3. Por aplicación de una fuerza que reduzca el espacio poroso.

Normalmente, la utilización de maquinaria pesada en las labores de campo puede originar lo que se conoce como suela de labor, una capa compactada en profundidad que interrumpe el paso de fluidos y que se comporta como una barrera impenetrable para las raíces.

La porosidad del suelo varía según el grado de desarrollo y el tipo de estructura que posee.

Normalmente, los suelos mejor estructurados, con un contenido apreciable de arcilla y materia orgánica poseen una porosidad en torno al 60 %. Los suelos compactados por presión o cementados poseen valores muy bajos de porosidad.

Cuadro 2: Distribución de diferentes poros en suelos de tres clases texturales:

Suelo Textura	Porosidad (% total)	Microporosidad %	Macroporosidad %
Arenoso	37	3	34
Franco	50	27	23
Arcilloso	53	44	9

Fuente: INIA

2.2.3 DENSIDAD APARENTE

PORTA, J., LÓPEZ-ACEVEDO, M., y ROQUERO, C. (1999), menciona que la densidad aparente, es la medida en peso del suelo por unidad de volumen (g/cc), se analiza con suelos secados al aire o secados en la estufa a 110°C. La densidad aparente está relacionada con el peso específico de las partículas minerales y las partículas orgánicas así como por la porosidad de los suelos. Si se considera cierto volumen de suelo en sus condiciones naturales, es evidente que solo cierta proporción de dicho volumen está ocupada por el material del suelo

El resto lo constituyen espacios en condiciones ordinarias de campo, están ocupados en parte por agua y en parte por aire. El peso de la unidad de volumen de suelo con espacios intersticiales es lo que da la densidad aparente

Casi todos los suelos minerales tienen una densidad aparente que varía de 0.4 a 2.0 g/cc. La densidad aparente es importante para estudios cuantitativos de suelo. Los resultados de las densidades aparentes son fundamentales para calcular los movimientos de humedad, los grados de formación de arcilla y la acumulación de los carbonatos en los perfiles de suelo, Los suelos orgánicos tienen muy baja densidad aparente en comparación con los suelos minerales

Cuadro 3: valores promedio para cada grupo de suelos:

Clase Textural	Densidad Aparente	%Porosidad
Arenoso	1.6 -1.8	30 – 35
Franco. Arenoso	1.4 -1.3	35 – 40
Franco	1.3 -1.4	40 – 45
Franco. Limoso	1.2 -1.3	45 – 50
Arcilloso	1.1 - 1.2	50 – 60

Fuente: INIA

2.2.4 DENSIDAD REAL

MUNIVE JÁUREGUI, Eloy. (1995), acepta que un medio de expresión del peso del suelo se manifiesta según la densidad de las partículas sólidas que lo constituye. Normalmente se define como la masa (o peso) de una unidad de volumen de sólidos del suelo y es llamada densidad de la partícula; aunque pueden observarse variaciones considerables en la densidad de los suelos minerales, individuales; la mayor parte de los suelos normales varían entre los límites estrechos de 2,6 a 2,7 g/cc. Debido a que la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de ese constituyente en un suelo afecta marcadamente a la densidad de partículas. Como consecuencia, los suelos superficiales poseen generalmente una densidad de partículas más baja que la del sub suelo. La densidad más alta en estas condiciones, suele ser de 2,4 g/cc.

También se le define como el peso de un volumen conocido comparado con el peso de volumen igual de agua

2.2.5 COEFICIENTES HÍDRICOS

GROS, A (1996), Describe que los suelos tienen diferente capacidad de retener y habilitar agua para las plantas. Estos valores se expresan a través de los coeficientes hídricos: Capacidad de campo y Punto de Marchitez.

A.- La Capacidad de Campo: Es la máxima capacidad de agua que el suelo puede retener, es decir el agua que está retenida a $1/3$ de atm de tensión y que no está sujeta a la acción de la gravedad. En términos prácticos, para un suelo franco, sería la cantidad de agua que tiene el suelo al segundo o tercer día después de un riego pesado o una lluvia intensa.

Aproximadamente el óptimo de humedad para iniciar la preparación del terreno, después del riego de "machaco".

B.- El Punto de Marchitez: Es más bien un término fisiológico, que corresponde al contenido de humedad del suelo, donde la mayoría de las plantas, no compensan la absorción radicular con la evapotranspiración, mostrando síntomas de marchitez permanente. En este punto, el agua es retenida por el suelo a una tensión de 15 atm.

C.- Agua Disponible y Agua Aprovechable: Agua disponible es la cantidad de agua que existe como diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez; mientras que, agua aprovechable es aproximadamente el 75 % del agua disponible.

Cuadro 4: Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez (PM) y Agua Disponible (AD) en suelos de diferentes clases texturales.

Textura	Punto de Marchitez	Capacidad de Campo	Agua Disponible
	Agua por 30 cm de profundidad		
	% cm	% cm	% cm
Arena media	1.7 - 0.78	6.8 - 3.1	5.1 - 2.3
Arena fina	2.3 - 1.1	8.5 - 3.8	6.2 - 2.8
Franco arenoso	3.4 - 1.5	11.3 - 5.1	7.9 - 3.6
Franco	6.8 - 3.1	18.1 - 8.1	11.3 - 5.1
Franco. Arcilloso	10.2 - 4.6	21.5 - 9.7	11.3 - 5.1
Arcilloso	14.7 - 6.6	22.6 - 10.2	7.9 - 3.6

Fuente: INIA

Por otro lado, en cada especie de planta, las raíces pueden variar de forma y posición, siendo por tanto algunas desde muy superficiales hasta muy profundas o de un patrón de expansión más lateral que vertical, lo que implica diferente volumen de exploración de suelo por agua y nutrientes.

2.3. PROPIEDADES QUÍMICAS

DUCHAUFOR, P. (1999), Suscribe que la química de suelos es la ciencia que estudia las propiedades químicas del suelo y de sus

componentes inorgánicos y orgánicos, así como los fenómenos a que da lugar la mezcla de esos componentes. Algunas propiedades químicas del suelo son:

2.3.1 pH DEL SUELO

ZAVALETA, G,A (1992), Describe una de las características del suelo más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del suelo y los factores asociados con ella. Tres condiciones son posibles: acidez, neutralidad, y alcalinidad

Por lo general la acidez del suelo es común en todas las regiones donde la precipitación es alta, lo que ocasiona la lixiviación de grandes cantidades de bases intercambiables de los niveles superficiales de los suelos; en este caso, la solución del suelo contiene más iones hidrógeno (H^+) que oxidrilos (OH^-). Los suelos alcalinos son característicos de las regiones áridas y semiáridas; la alcalinidad se presenta cuando existe un alto grado de saturación de bases. La presencia de sales especialmente de calcio, magnesio y sodio en formas de carbonatos da también preponderancia a los iones (OH^-) sobre los iones (H^+) en la solución del suelo.

DOMINGUEZ V. A. (1997): Describe dos grupos de factores que provocan cambios en el pH del suelo: (1) los que resultan del aumento del hidrógeno adsorbido y (2) los que aumentan el contenido de bases adsorbidas. Uno de los factores que provocan la acidez en el suelo es la descomposición de la materia orgánica ya que se forman ácidos tanto orgánicos como inorgánicos; el ácido orgánico que se encuentra con mayor frecuencia es el ácido carbónico (CO_2). Éste ácido remueve grandes cantidades de bases por disolución o lixiviación. Los ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el ácido nítrico (HNO_3), son reservorios importantes de iones H en el suelo. Cualquier proceso que pueda aumentar el contenido de bases intercambiables como el Ca, Mg, K y Na, contribuirá a la reducción de la acidez y aumento de la alcalinidad. Uno de los procesos de formación de bases es el intemperismo ya que extraen cationes intercambiables de los minerales y los hacen aprovechables por adsorción. Otro proceso es la adición de materiales que contienen bases tales como las calizas; las aguas de riego son otro factor ya que el agua contiene sales minerales de diferente tipo, siendo sus cationes adsorbidos por los coloides del suelo. Las condiciones que permiten a las bases intercambiables permanecer en el suelo aumentarán también los valores de pH

DOMINGUEZ y., A. (1990), menciona a algunas de las fluctuaciones de pH ocurren durante las diferentes estaciones del año, por ejemplo

durante el verano el pH de los suelos minerales tiende a disminuir sobre todo bajo cultivo, debido a los ácidos producidos. En invierno y primavera se observa un aumento del pH, seguramente a causa de las actividades bióticas. Como resultado, la influencia de la alcalinización de la solución tenderá a aumentar el pH. Los microorganismos del suelo son influenciados por las fluctuaciones de la reacción de la solución del suelo. Las bacterias y los actinomicetos funcionan mejor en suelos minerales con pH intermedios y elevados, siendo su actividad muy reducida cuando el pH desciende por debajo de 5.5. Un suelo con pH intermedio, por ejemplo de 6 a 7, es el que presenta mejor régimen biológico, ya que las condiciones nutrientes son favorables sin ser extremas y la asimilación del fósforo está en el máximo

De acuerdo a los valores de pH la clasificación de suelos puede variar entre los expertos de la ciencia del suelo, sin embargo, de manera general se dice que un suelo es fuertemente ácido si su pH es menor que 5.0 lo que indica que es muy deficiente en bases; moderadamente ácido, si el suelo tiene un pH que varía de 5.0 a 6.0, lo que indica moderada deficiencia de bases; ligeramente ácido cuando el suelo tiene un pH menor que 7.0 pero generalmente más que 6.0; neutro debido a que tiene un pH de aproximadamente 7.0; básico cuando el suelo tiene un pH mayor a 7.0 y alcalino cuando el pH es mayor a 8.5 cuando esto sucede indica la presencia de sodio. Esta clasificación del valor de pH se ve influenciado por los procesos antes mencionados.

2.3.2 LAS ARCILLAS DEL SUELO:

ZAVALETA, G, A (1992), indica que la fracción mineral de los suelos lo constituyen las arcillas. Si bien desde el punto de vista de su tamaño, adoptan ese nombre las partículas < 2 mm de diámetro, es mucho más trascendente el comportamiento coloidal que exhiben, es decir la capacidad de mostrar cargas negativas en donde se absorben los cationes que constituyen la posibilidad de reserva de nutrientes.

Otra característica es su estructura cristalina, la que toma como referencia para su clasificación.

En cuanto a su origen, las arcillas se derivan de minerales primarios como feldespatos, micas, minerales ferromagnesianos, de allí su nombre de minerales secundarios. La mayoría de arcillas tienen estructura cristalina, es decir, poseen una ordenación repetida de los átomos de que están compuestos. Láminas tetraedrales de silicio y láminas octaedrales de Aluminio (Al), se súper ponen en disposición plana para formar capas.

Por diversas razones las arcillas exhiben cargas negativas netas, que le permite atraer y retener cationes como Ca, Mg, K, Na, H, Al, NH₄ +, etc., la magnitud de esa carga negativa se expresa en meq. /100 g de suelo.

A.- La Montmorrillonita: Es una arcilla tipo 2:1, lo que indica 2 láminas tetraédricas de Sílice y una lámina octaédrica de Aluminio al medio de

aquellas para formar una capa. Son arcillas adhesivas y expansibles. En esta arcilla, el agua penetra fácilmente entre las capas originando su expansión. Es común en suelos escasamente lavados, como en las regiones áridas, los pobremente drenados y/o desarrollados de rocas alcalinas como la caliza.

B.- La illita: Es una arcilla tipo 2:1 como la montmorillonita. La alta cantidad de K entre capas adyacentes (en cavidades hexagonales, le impide penetrar el agua, por lo que tiene moderada expansión. Dado su estructura es similar a los minerales micáceos, se asume que deriva de éstas pérdidas y/o alteración parcial de K.

C.- La Vermiculita: Es una arcilla tipo 2:1, pero tiene capas más débilmente unidas por magnesio hidratado (en vez de K): por ello es que la vermiculita tiene más expansión que la illita, pero no tanto como la montmorillonita; igualmente exhibe una alta capacidad de intercambio catiónico.

D.- La Clorita: Es una arcilla tipo 2:2, similar a la vermiculita pero el Mg hidratado (Brucita) prácticamente se constituye en una lámina octaedral.

E.- La Caolinita: Es una arcilla tipo 1:1, común en suelos ácidos intemperizados, casi no se ha producido sustitución de Al^{3+} por Si^{4+} en las láminas tetraedrales o Mg^{2+} por Al^{3+} en las láminas octaedrales, por lo que la carga negativa es muy baja. Sin embargo, cada capa tiene un plano de Oxígeno reemplazado por oxidrilos.

(OH-) que originan un fuerte enlace hidrógeno entre las capas de oxígenos, lo que le impide penetrar al agua y por tanto, no son expandibles.

2.3.3 EL COMPLEJO ARCILLO-HÚMICO:

ZAVALETA, G, A (1992), menciona que el comportamiento coloidal no es exclusivo de las arcillas. Esta propiedad es compartida con el humus. Las arcillas y el humus, forman un todo único, por lo que se denomina Complejo Arcillo Húmico, Complejo de Cambio, etc.

El Humus, el coloide orgánico resultante de la descomposición temporal de los residuos orgánicos en el suelo. Por su estructura, el humus es amorfo (no cristalino) de naturaleza ligno - proteica, elevado peso molecular, de color más o menos oscuro, poco soluble en el agua, de alta CIC, siendo la fracción más estable de la materia orgánica.

2.3.4 CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

DUCHAUFOR, P. (1999), La Capacidad de Intercambio Cationico (CIC) puede definirse como la capacidad total de los coloides del suelo (arcilla y materia orgánica) para intercambiar cationes con la solución del suelo, esta capacidad se ve influenciada por factores como la temperatura, la presión, la composición de la fase líquida y la relación de masa de suelo / solución.

La CIC se expresa en cmol (+) kg^{-1} . Para cada sustancia, su valor depende de la densidad de carga superficial y de su superficie específica, de modo que puede variar de unos coloides a otros. En el caso de la fracción mineral, la distinta superficie específica condiciona la baja CIC de limos y arenas, frente al elevado valor que presentan las arcillas. Dentro de las arcillas, a su vez, la carga superficial varía enormemente de un tipo a otro. En el caso de la materia orgánica, sin embargo, la CIC se ve condicionada por el grado de humificación / descomposición que presenta. Por lo tanto, este parámetro afecta al movimiento y retención de cationes en el suelo, a la nutrición vegetal y a la capacidad tampón del suelo.

Los cationes ligados al complejo de cambio no pueden ser directamente absorbidos por la planta y perderse por lavado hacia las capas internas del perfil por causa del riego o las precipitaciones, lo que sí ocurre con los cationes de la solución del suelo.

Cuando la concentración en el suelo de un determinado catión disminuye por lavado o por absorción de las raíces, parte de los cationes retenidos en el complejo de cambio pueden desplazarse hacia la solución del suelo para restaurar el equilibrio. Del mismo modo, los cationes dominantes en la solución del suelo pueden competir con éxito frente al resto por los lugares de unión a la arcilla: en los suelos ricos en Ca^{2+} , este catión puede saturar el complejo de cambio, lo que produce pérdidas por lavado de otros cationes.

2.3.5 MATERIA ORGÁNICA

BONNEAU, M., SOCHIER, B. (1997), afirma que desde la antigüedad, los agricultores han reconocido el efecto beneficioso de la materia orgánica del suelo sobre los cultivos. Sin embargo, estos beneficios son objeto de controversia aún hoy en día.

No siempre se ha valorado suficientemente el papel de la materia orgánica en los suelos agrícolas, debido posiblemente al bajo contenido de estos componentes en estos suelos, muy inferior en comparación con los suelos forestales. También se ha considerado tradicionalmente que los fertilizantes pueden sustituir a la materia orgánica del suelo, lo cual es cierto sólo en parte.

El papel relevante de la materia orgánica se pone de manifiesto desde las etapas iniciales de la formación del suelo. La formación del suelo comienza cuando la vida vegetal y animal se instala en los primeros restos de descomposición del material original. Los restos de los seres vivos se incorporan al suelo tras su muerte. El relevante papel que ejercen sobre la fertilidad del suelo no se corresponde con la baja proporción en la que estos compuestos se encuentran en los suelos.

Muchos de los efectos beneficiosos de la materia orgánica del suelo han sido investigados y demostrados. Otros, sin embargo, parecen estar asociados con otros factores edáficos, de modo que es difícil atribuirles una causa concreta. De hecho, el suelo debe ser

considerado como un sistema complejo cuyos componentes interactúan entre sí, y sus propiedades resultan del efecto combinado de todas estas interacciones.

BONNEAU, M., SOCHIER, B. (1997), menciona que La materia orgánica del suelo constituye un sistema complejo y heterogéneo, con una dinámica propia e integrado por diversos grupos de sustancias. La materia orgánica del suelo se compone de vegetales, animales y microorganismos vivos, sus restos, y las sustancias resultantes de su degradación físico - química. Normalmente representa del 1 al 6 % en peso, aunque esta proporción puede ser muy variable dependiendo del momento del año, tanto en suelos agrícolas (por causa de la fenología del cultivo o la época de cosecha) como naturales (dependiendo en este caso de la presencia de especies caducifolias o perennes, por ejemplo). Es de gran importancia por su influencia en la estructura, en la capacidad de retención de agua y nutrientes, y en los efectos bioquímicos que causa sobre los vegetales.

Una parte considerable de la materia orgánica está formada por microorganismos, que a su vez crecen a partir de restos, o de enmiendas orgánicas. Durante el proceso degradativo, la relación C/N disminuye, de modo que el contenido medio final en el humus está en torno al 5 % de nitrógeno.

El concepto de materia orgánica del suelo se usa generalmente para referirse a los componentes de origen orgánico del suelo, incluyendo los tejidos animales y vegetales, los productos de su descomposición parcial y la biomasa del suelo. La dinámica de este complejo sistema está determinada por:

1) El continuo aporte al suelo de restos orgánicos de origen vegetal y animal. Los compuestos orgánicos que son aportados al suelo según cualquiera de estas vías sufren en primer lugar una alteración mecánica, por acción de la fauna y los microorganismos del suelo.

2) Su continua transformación bajo la acción de factores de tipo biológico, físico y químico. Así, las moléculas orgánicas complejas (como proteínas o polisacáridos) son degradadas para obtener moléculas más sencillas (como aminoácidos u oligosacáridos). Algunos productos de esta degradación pueden sufrir la acción de procesos de reorganización por causa de los microorganismos del suelo.

Por estas razones, la materia orgánica constituye un conjunto de múltiples sustancias, en constante transformación y difíciles de definir, frente a los componentes inorgánicos de la fase sólida del suelo, lo que unido a la diversidad de reacciones químicas que tienen lugar y a la heterogeneidad del medio, explica la gran diversidad de sustancias húmicas resultantes. El hecho de su constante transformación sirve como criterio de clasificación, atendiendo a su grado de evolución. De

este modo, se puede agrupar el conjunto de la materia orgánica del suelo de la siguiente forma:

A.- Vegetales y animales vivos, que viven en el suelo e influyen directamente sobre sus propiedades. La falta de precisión terminológica hace que algunos autores excluyan a este grupo de la materia orgánica del suelo, así como los productos de su descomposición inicial. De una manera muy general, en este grupo se incluyen básicamente las plantas (raíces), así como la biomasa microbiana, la fauna del suelo, etc.

Este grupo constituye aproximadamente el 5 % de la materia orgánica del suelo.

B.- Materia orgánica muerta. Constituye la mayor parte de la materia orgánica del suelo (95 %). Contribuye tanto a la fertilidad química como a la fertilidad física del suelo.

- Materia orgánica fresca, o materia orgánica lábil. Constituida por los restos animales y vegetales que se incorporan al suelo y transformados de manera incompleta, junto a otros materiales incorporados por el hombre, como los restos de cultivos enterrados, compost, estiércol, basuras, abonos verdes, purines, etc.

La materia orgánica fresca es atacada por organismos del suelo de tipo animal (gusanos, insectos, protozoos, etc.), vegetal y hongos. La materia orgánica fresca posee la misma composición química que los

tejidos vivos de los que procede. La transformación inicial es más alta cuanto más elevado es el grado de actividad biológica del suelo.

Los residuos de las plantas constituyen el principal material originario de la materia orgánica del suelo. Estos residuos aportan al suelo una gran cantidad anual de compuestos orgánicos. En los suelos cultivados, este aporte es menor, puesto que la cosecha retira del sistema gran parte de la materia orgánica que sería reincorporada al suelo. Los tejidos vegetales vivos sufren ya el ataque de organismos, entre los que se encuentran los saprófitos. Al mismo tiempo tienen lugar una serie de procesos bioquímicos en los tejidos senescentes que afectan a sus propiedades (síntesis de enzimas, oxidación, degradación de las membranas celulares, síntesis de polímeros fenólicos, etc.).

Restos de animales. La materia de origen animal que llega al suelo está constituida por los cadáveres y las deyecciones de los animales. Los restos de cadáveres de animales superiores, principalmente, evolucionan rápidamente y no dejan restos en el suelo de forma duradera. Los restos animales constituyen tan sólo fuentes secundarias de materia orgánica del suelo

- Materia orgánica transformada. Productos procedentes de la descomposición inicial de la materia orgánica.

2.3.5.1. SUSTANCIAS NO HÚMICAS.

1. Compuestos hidrocarbonados (formados por C, H y O), tales como azúcares solubles, almidón, celulosa, lignina, grasas, resinas, taninos, etc. El grupo más abundante es el de los polisacáridos (celulosa, hemicelulosa, almidón, etc.).

2. Sustancias nitrogenadas, sobre todo en forma de aminoácidos, péptidos, proteínas, amino azúcares, etc. Son sustancias que se componen de C, H, O, N, P y S, básicamente. Se trata de sustancias complejas, constituidas por macromoléculas que difieren en su distinta velocidad de descomposición. Los azúcares, el almidón, la celulosa y las proteínas son sustancias muy fácilmente degradables, y sirven como fuente de energía para los microorganismos del suelo.

Por el contrario, la lignina, las grasas, las resinas, los taninos, etc., son sustancias que se degradan muy lentamente y de forma incompleta, dejando residuos. La lignina o los taninos son macromoléculas aromáticas, con una tasa de descomposición muy lenta. Los lípidos provienen de la descomposición de restos vegetales, animales y microbianos.

3. Productos transitorios. Son sustancias resultantes de la degradación y la descomposición de las moléculas orgánicas complejas, que originan productos químicos sencillos.

Corresponden a los eslabones de esta cadena de transformaciones, desde los materiales orgánicos frescos hasta los compuestos minerales, así como sustancias resultantes de la reorganización bioquímica de algunos de estos productos químicos sencillos. Algunas de las sustancias más importantes de este grupo son polisacáridos. Los polisacáridos tienen gran número de grupos -OH, así como grupos amino, carboxilos, fenoles y otros. Se producen en gran cantidad cuando los restos de materia orgánica fresca son degradados por la fauna microbiana del suelo. Pero con la misma velocidad con que son producidos, también son degradados. Pueden considerarse productos transitorios en el ciclo de la materia orgánica, dependiendo su velocidad de producción y descomposición de las condiciones ecológicas que afectan la actividad microbiana y de las características de los restos vegetales

Sustancias húmicas. Se originan a partir de los productos transitorios mediante reacciones bioquímicas de síntesis que ocurren en el suelo.

Estas sustancias son el humus y las huminas. Este grupo de sustancias no está presente en la materia orgánica viva, sino que aparece exclusivamente en el suelo.

2.3.5.1.1. CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

En suelos agrícolas, la materia orgánica suele representar el 1 – 3 % de los constituyentes del suelo, mientras que en suelos forestales, este porcentaje puede elevarse mucho. El horizonte superficial es, normalmente, el que contiene un mayor contenido en materia orgánica, mientras que el contenido va disminuyendo progresivamente con la profundidad. Solamente bajo determinadas condiciones de precipitación y drenaje del suelo puede acumularse materia orgánica en profundidad a causa del intenso lavado de los horizontes más superficiales.

En los suelos agrícolas con similares técnicas de cultivo, se ha comprobado que la variación del contenido de materia orgánica se debe a la influencia de la temperatura y la precipitación, existe una estrecha relación entre la temperatura media anual, la precipitación y el contenido en materia orgánica de los suelos agrícolas bajo las mismas técnicas de cultivo. De este modo, es posible establecer la proporción de materia orgánica de un suelo en función del clima. El clima influye tanto en la producción de biomasa de los ecosistemas como en la transformación posterior de la materia orgánica en el suelo.

2.3.6. METALES PESADOS EN LOS SUELOS

CARBALLAS, T. et al. (1997), reafirma que el suelo como ya se mencionó es un recurso natural, de suma importancia del que depende el ser humano; representa un historial casi permanente de dispersión,

depósito y transformación de elementos procedentes tanto de materiales geológicos como de actividades antropogénicas que generan problemas del suelo o acentúan los ya existentes, como agotamiento de minerales, erosión, salinización o adición de metales pesados; estos últimos se conocen como causantes de problemas en las actividades agropecuarias, en la industria, en la salud pública y en las aéreas naturales

Un metal es un elemento que es buen conductor de la electricidad, es flexible y posee brillo, algunos metales son necesarios para los seres vivos, tales como el magnesio, cobre, manganeso, hierro, zinc, y selenio, pero pueden llegar a ser tóxicos si rebasan ciertos límites de concentración en el organismo. Químicamente se entiende por metal pesado aquel cuya densidad es mayor de 5 g/cm³, pero la costumbre ha hecho que la connotación se emplee para aquéllos que son tóxicos y que en realidad abarcan los grupos de transición y postransición (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, y Zn) al igual que el de los metaloides (As, Hg y Se).

GROS, A. (1 986), describe que el mercurio (Hg) es un líquido metálico 13.6 veces más denso que el agua, tiene un valor de presión vapor significativa 1.22×10^{-3} mmHg a 20 °C y calor de vaporización de 14.7 cal mol⁻¹ a 25 °C.

En la naturaleza, el Hg puede existir como metal o formando parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. Entre las características

geoquímicas más importantes del Hg se encuentra la afinidad para establecer uniones muy fuertes con el azufre (S) y forma compuestos orgánicos mercurícos relativamente estables en medios acuosos. El sulfuro de mercurio (HgS), conocido como cinabrio, es el mineral de mercurio más frecuente en la naturaleza.

Las especies de Hg inorgánico se presentan como divalente [Hg (II)], monovalente [Hg (I)] y sin carga (Hg⁰, metal líquido). El Hg (II) forma complejos fuertes con el Cl⁻ en ambiente oxidante, intensificando la solubilidad y también muestra una alta afinidad por los sulfuros en ambientes reductores, formando HgS insoluble. El Hg (II), pero no el Hg (I) es estable en solución acuosa a pH neutro. El Hg (I) existe como Hg₂²⁺ en ambientes ácidos. El Hg (II) se encuentra frecuentemente en forma gaseosa, en soluciones acuosas y forma complejos sencillos con Cl⁻ a pH 7 produciendo HgCl⁺ soluble, y HgCl₂ incluso a bajas concentraciones de Cl⁻. A pH neutro y básico, el Hg₂²⁺ forma complejos fuertes con OH⁻, Cl⁻ y compuestos orgánicos, pero está presente únicamente en cantidades traza en la mayor parte del medio ambiente. El mercurio (Hg) se usa mucho en los sectores industrial, médico y agrícola. Se han registrado más de 2000 aplicaciones distintas (Internacional Joint Comisión, 1993). En Estados Unidos se emplea para la fabricación del cloro y sosa (28 %), pilas (28 %) y pinturas (12 %). En Canadá, el 42 % se emplea para aparatos eléctricos o industriales y el 58 % para la fabricación electrolítica.

2.4. CLASIFICACION DE SUELOS

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (**ONERN 2009**) informa que de acuerdo a los diferentes criterios existentes sobre suelos, hay también distintas clasificaciones científicas o naturales y de carácter técnico o práctico. Las clasificaciones científicas agrupan a los suelos por su afinidad o similitud dentro de las categorías establecidas internacionalmente existen varios sistemas de clasificaciones científicas o naturales, siendo el de los más conocidos el “Soil Taxonomy” (USDA) y otros propuestos por países europeos, la ONU y la FAO en el Perú los sistemas de clasificación más utilizados son el “Soil Taxonomy” y el de la FAO.

Por otro lado, según las clasificaciones técnicas son de tipo interpretativo, relatado por planificadores, agricultores y políticos. Estas clasificaciones expresan el uso adecuado que los suelos deben recibir. Agrega que dentro las clasificaciones técnicas del suelo se mencionan a dos originarias de los Estados Unidos de América a primera corresponde al Departamento de Agricultura de ese país y agrupa a los suelos en ocho clases de capacidad de uso y la segunda procede del Buro de Rehabilitación de Suelos del Departamento del interior y que reúne a los suelos en seis clases de aptitud para el riego En el Perú fue utilizada la primera hasta 1975 y la segunda se sigue usando A partir de ese año se inició en el Perú el empleo del sistema nacional, la Clasificación de Tierras por su capacidad de uso mayor establecida por

el Reglamento de Clasificación de Tierras en mérito al Decreto Supremo 017-2009-AG del 2009 Este sistema clasifica a los suelos según su utilización óptima en cinco grandes grupos: **(A)** tierras aptas para cultivos en limpio, **(C)** tierras aptas para cultivos permanentes, **(P)** tierras aptas para pastos, **(F)** tierras aptas para la producción forestal y **(X)** tierras de protección

Las dos primeras clases **(A y C)** corresponden a tierras aptas para usos agrícolas mientras que a clase **(P)** involucra a las tierras más apropiadas para uso pecuario y la clase **(F)** destinadas a propósitos forestales. La clase **(X)** agrupa a tierras que sirven únicamente para el desarrollo de la vida silvestre y la recreación.

La clase agroecológica de cada clase está representada por números arábigos: **(1)** que agrupa a suelos de buena aptitud agroecológica **(2)** suelos con aptitud agrologica media y **(3)** suelos con baja aptitud agrologica; las mismas que son agrupadas de acuerdo a los factores limitantes relacionados con el factor suelo **(s)**, la topografía **(t)**, humedad y condiciones de drenaje **(w)**, presencia de sales **(n)** y clima **(cl)**

Agregan que la clasificación generalmente se realiza bajo dos conceptos: taxonomía y capacidad de uso mayor de los suelos. El primer concepto ha sido estudiado por numerosos investigadores a

nivel mundial existiendo sistemas de clasificación taxonómica de suelos como la francesa, Soil Taxonomy, FAO/UNESCO. Ruso y belga.

Por capacidad de uso mayor se han clasificado los suelos de acuerdo al sistema. Americano en ocho clases, correspondiendo las clases I, II, III y IV. A suelos agrícolas, la V para cultivos permanentes, la clase VI para pastos, la VII para la actividad forestal y la VIII para la actividad silvestre, agrupando suelos misceláneos En el Perú se usa el Reglamento General de Clasificación de Tierras (Decreto Supremo 62175 - AG), el que agrupa a los suelos en cinco clases: A, O, P, F y X.

2.5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU FERTILIDAD

En ausencia de un sistema técnico de clasificación para la fertilidad del suelo, se hacen muchas interpretaciones empíricas y las Interpretaciones de La capacidad de las unidades del mapa se basan en la experiencia personal y en las observaciones del comportamiento general del cultivo sin fertilización En algunos casos las observaciones sobre el crecimiento de las plantas se cuantifican ya sea muestreando en los campos de los agricultores o por medio de experimentos de campo

Un procedimiento más cuantitativo ha sido desarrollado como sistema de capacidad de la tierra para la interpretación de reconocimiento de suelos en Brasil Se desarrollan clases de capacidad “buena” “regular’

“restringida” y ninguna para seis sistemas de manejo que van desde el más primitivo al más refinado, de acuerdo con cinco factores limitantes: fertilidad natural del suelo, deficiencia de agua, exceso de agua, erosión y limitaciones para la mecanización.

Este sistema de fertilidad - capacidad de clasificación de suelos es el primero en agrupar suelos con limitaciones similares de fertilidad, usando límites cuantitativos. Los suelos se agrupan al más alto nivel de categoría de acuerdo con la textura de la capa arable y del subsuelo. Se definen 13 modificaciones para delimitar parámetros relativos a la fertilidad. Esto incluyen identificación de drenaje deficiente, estación seca marcada CIC caja niveles altos y medios de saturación de aluminio, problemas de fijación de fósforo, limitaciones físicas sederas de los vertisoles deficiencia de potasio y problemas de suelos calcáreos, incluyendo salinidad y alcalinidad. La aplicación inicial de este sistema pone de manifiesto que algunas de las agrupaciones tienen diferentes patrones de respuesta a los fertilizantes cuando las agrupaciones de fertilidad capacidad se usan conjuntamente con niveles críticos de análisis de suelo, el provecho de las recomendaciones sobre fertilizantes aumento el rendimiento de papas en la sierra del Perú.

2.6. CLASIFICACIÓN DE TIERRAS. SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

La **ONERN (2009)**, aclara que esta categoría representa la más alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima ocasión de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, producción forestal, las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida.

Los cinco (05) grupos de Capacidad de Uso Mayor establecido por el presente reglamento, son:

(a) Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(b) Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(c) Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(d) Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F)

Agrupación a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, sí para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible

(e) Tierras de Protección (Símbolo X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro - energía, vida silvestre,

valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado.

2.6.1. CLASE DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS

Es el segundo nivel categórico del presente Sistema de Clasificación de Tierras. Reúne a 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 específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo. 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.

A continuación, se define las clases de capacidad de Uso Mayor establecidas para cada uno de los Grupos.

a) Clases de Tierras Aptas para Cultivos en Limpio (Símbolo A)

Se establece las siguientes clases: A1, A2 y A3. La Calidad Agrologica disminuye progresivamente de la Clase A1 a la A3, y ocurre lo inverso con las limitaciones, incrementándose éstas de la A1 a la A3.

a.1 Calidad Agrológica Alta (Símbolo A1), muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, las que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas, permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriendo de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

a.2 Calidad Agrológica Media (Símbolo A2), Agrupa a tierras de moderada calidad para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve,

que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

a.3 Calidad Agrológica Baja (Símbolo A3), Agrupa a tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas más intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

b) Clases de Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C)
Se establece las siguientes clases: C1, C2 y C3. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase C1 a la C3.

b.1 Calidad Agrológica Alta (Símbolo C1) Agrupa a tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

b.2 Calidad Agrológica Media (Símbolo C2), Agrupa tierras de calidad media, con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico o de relieve que restringen el cuadro de cultivos permanentes. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren de prácticas moderadas de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

b.3 Calidad Agrológica Baja (Símbolo C3), Agrupa tierras de baja calidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve para la fijación de cultivos permanentes y, por tanto, requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo y de conservación de suelos a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

c) Clases de Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)

Se establecen las siguientes clases de potencialidad: P1, P2 y P3.

La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la Clase P1 a la P3.

c.1 Calidad Agrológica Alta (Símbolo P1) Agrupa tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ciertas deficiencias o limitaciones para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas

que permitan el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas sencillas de manejo de suelos y manejo de pastos para evitar el deterioro del suelo.

c.2 Calidad Agrológica Media (Símbolo P2) Agrupa tierras de calidad agrológica media en este grupo, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible.

c.3 Calidad Agrológica Baja (Símbolo P3) Agrupa tierras de calidad agrológica baja en este grupo, con fuertes limitaciones y deficiencias para el crecimiento de pastos naturales y cultivados, que permiten el desarrollo sostenible de una determinada ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo de suelos y pastos para el desarrollo de una ganadería sostenible, evitando el deterioro del suelo.

d) Clases de Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F)

Se establecen las siguientes clases de aptitud: F1, F2 y F3. La Calidad Agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la clase F1 a la F3.

d.1 Calidad Agrológica Alta (Símbolo F1), Agrupa tierras con la más

alta calidad agrológica de este grupo, con ligeras limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción de especies forestales maderables. Requieren de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo

d.2 Calidad Agrológica Media (Símbolo F2) Agrupa tierras de calidad

agrológica media, con restricciones o deficiencias más acentuadas de orden climático, edáfico o de relieve que la clase anterior para la producción de especies forestales maderables. Requiere de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

d.3 Calidad Agrológica Baja (Símbolo F3), Agrupa tierras de calidad

agrológica baja, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción forestal de especies maderables. Requiere de prácticas más intensas de manejo y conservación de

suelos y bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del recurso suelo.

e) Clases de Tierras de Protección (Símbolo X).

Estas tierras no presentan clases de capacidad de uso, debido a que presentan limitaciones tan severas de orden edáfico, climático o de relieve, que no permiten la producción sostenible de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos ni producción forestal.

2.6.1.1. Subclase de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

Constituye la tercera categoría del presente Sistema de Clasificación de Tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como causal de la limitación del uso de las tierras.

En el sistema elaborado, han sido reconocidos seis tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad:

- Limitación por suelo.
- Limitación de sales.
- Limitación por topografía - riesgo de erosión.
- Limitación por drenaje.

- Limitación por riesgo de inundación.
- Limitación por clima,

En el sistema también se reconocen tres condiciones especiales que caracterizan la subclase de capacidad:

- Uso Temporal.
- Terraceo o andenería.
- Riego permanente o suplementario.

a. Limitación por Suelo (Símbolo “s”)

El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en el juzgamiento y calificación de las tierras; de ahí, la gran importancia de los estudios de suelos, en ellos se identifica, describe, separa y clasifican los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características.

Sobre estas agrupaciones se determinan los Grupos de Capacidad de Uso.

Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad de suelo, tales como: profundidad efectiva, textura dominante, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión.

El suelo es uno de los componentes principales de la tierra que cumple funciones principales tanto de sostenimiento de las plantas como de fuente de nutrientes para el desarrollo de las mismas. La limitación por

suelo está dada por la deficiencia de alguna de las características mencionadas, lo cual incide en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como en su capacidad productiva.

b. Limitación por Sales (Símbolo “I”)

Si bien el exceso de sales, nocivo para el crecimiento de las plantas es un componente del factor edáfico, en la interpretación esta es tratada separadamente por constituir una característica específica de naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras, especialmente en la región árida de la costa, tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos.

c. Limitación por Topografía - riesgo de Erosión (Símbolo “e”)

La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de la superficie del suelo influye regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir, determinan el drenaje externo de los suelos. Por consiguiente, los grados más convenientes son determinados considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión.

Normalmente, se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, en un mismo plano, que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos.

Otro aspecto importante es la forma de la superficie del terreno, de gran interés desde el punto de vista de las obras de nivelamiento. Las

pendientes moderadas pero de superficie desigual o muy variadas deben ser consideradas como factores influyentes en los costos de nivelación y del probable efecto de ésta sobre la fertilidad y las características físicas al eliminar las capas edáficas de gran valor agrícola.

d. Limitación por Drenaje (Símbolo “w”)

Esta limitación está íntimamente relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza del substratum y la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen considerablemente en la fertilidad, la productividad de los suelos, en los costos de producción y en la fijación y desarrollo de los cultivos. El cultivo de arroz representa una excepción, así como ciertas especies de palmáceas de hábitat hidrofítico en la región amazónica (aguaje).

e. Limitación por riesgo de Inundación o Anegamiento (Símbolo “i”).

Este es un aspecto que podría estar incluido dentro del factor drenaje, pero, por constituir una particularidad de ciertas regiones del país como son las inundaciones estacionales en la región amazónica y en los valles costeros, y que comprometen la fijación de cultivos, se ha

diferenciado del problema de drenaje. Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la integridad física de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo seriamente el cuadro de especies a cultivarse.

f. Limitación por Clima (Símbolo “c”)

Este factor está íntimamente relacionado con las características particulares de cada zona de vida o bio clima tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas, sequías prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Estas son características que comprometen seriamente el cuadro de especies a desarrollarse. Para Cultivos en Limpio ubicadas en el piso Montano y en las tierras con aptitud para Pastos en los pisos altitudinales, Subalpino y Alpino (zona de páramo y tundra, respectivamente), por lo que en ambas situaciones siempre llevará el símbolo “c” además de otras limitaciones que pudieran tener.

2.6.1.2. CONDICIONES ESPECIALES

a. Uso Temporal (Símbolo “t”)

Referida al uso temporal de los pastos debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación)

b. Presencia de Terraceo – Andenería (Símbolo “a”)

Está referida a las modificaciones realizadas por el hombre, en pendientes pronunciadas construyendo terrazas (andenes), lo cual reduce la limitación por erosión del suelo y cambia el potencial original de la tierra.

c. Riego permanente o suplementario (Símbolo “r”)

Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas.

2.7. DEFINICIONES

El Reglamento de Clasificación de Tierras (2009), define las terminologías, básicas que se emplean en este reglamento:

a) Ecología:

Es la interrelación existente entre los organismos vivos incluyendo el hombre con su medio ambiente natural

b). Recursos naturales renovables:

Es el recurso natural que manejado racionalmente es duradero se auto renueva Son recursos naturales renovables el clima, el suelo, el agua, la vegetación y la fauna.

c). Tierras:

Este término abarca el conjunto de clima, suelo, vegetación, agua, fauna y demás factores del medio ambiente.

d) Unidad de tierras:

Es la extensión de tierras con ubicación geográfica y límites definidos, sobre el cual las condiciones ecológicas son homogéneas

e) Suelo:

Es el cuerpo dinámico tridimensional constituido por elementos físicos químicos y biológicos que conforma la capa superficial de la corteza terrestre en que se sostienen las plantas y de las que absorben el: agua y los elementos nutritivos necesarios para su desarrollo.

f) Perfil del suelo:

Es la sección vertical o corte que va desde superficie hasta la roca madre por lo general y revela la disposición y características morfológicas de las capas u horizontes que componen el suelo

g) Grupo de capacidad de uso mayor

Es un agrupamiento de suelos que tienen características similares en cuanto a su aptitud natural para la producción ya

sea de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastoreo, producción forestal y actividades de protección.

Asimismo, la ONERN (2009) agrega que asociación es el término que representa una unidad cartográfica que se utiliza en 105 mapas de escala pequeña para involucrar, por lo general, dos o más componentes edáficos o unidades de tierras. En ciertas circunstancias, la unidad cartográfica puede estar representada por una sola clase de tierras en una porción no menor de 75 % denominándosele para este caso particular “consociación”. Toda asociación se describe en función del patrón distributivo, de los componentes o unidades que involucra y de la proporción en que éstas intervienen en la misma. Cada asociación y consociación no solo indica el grupo de uso. Mayor, sino también, adiciona la clase agro ecológica y la limitación dominante

2.8. ANTECEDENTES:

Campos y Cornelio (2006).- Realizan un estudio de tesis “CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN JUAN BAUTISTA DE HUARIACA, SEGÚN GRADO DE FERTILIDAD NATURAL”, el presente trabajo de investigación se ejecuta con una finalidad de clasificar los suelos de la comunidad mencionada para determinar el grado de

fertilidad natural de acuerdo al método propuesto por Sánchez (1981), y agruparlos de acuerdo al Sistema Nacional de Clasificación de Suelos por su Capacidad de Uso Mayor (ONER, 1975), luego de interpretarse los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio se llegó a la conclusión que los suelos estudiados tienen una textura variable ya que se encontraron suelos francos arcillo arenosos, franco arcillosos, franco y franco arenoso, asimismo el pH también es variable ya que los suelos son ligeramente ácidos, neutros y ligeramente básicos, rango que no interfieren en la asimilación de los nutrientes, salvo el caso de los suelos que tienen mayor contenido de carbonatos libres que pueden fijar al fósforo (Suelos de Rahui). La materia orgánica está en niveles pobres a medios, esto indica que se hace necesaria la aplicación de niveles medios a altos de este mejorador del suelo. El P disponible está entre niveles bajos y niveles medios y el K disponibles se encuentran en niveles bajos, medios y altos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La comunidad campesina de Pallanchacra se encuentra en el Distrito de Pallanchacra que está ubicado en la provincia y departamento de Pasco, tiene una altitud de 2.971 a 3.700 m.s.n.m, con una superficie de 73,69 km² de extensión, y presenta un clima templado frio se encuentra a 38 km de la ciudad de Cerro de Pasco; cuyos límites son:

Por el Norte: San Francisco de Mosca y San Rafael.

Por el Este: Huariaca.

Por el Sur: Yarusyacán y Santa Ana de Túsi.

Por el Oeste: Santa Ana de Túsi (Daniel Carrión).

3.1.1 ECOLOGÍA Y VEGETACIÓN

Citando a la publicación atlas departamental de Perú tomo N° 9 la Comunidad Campesina de Pallanchacra se ubica en zona de vida bh-MT bosque húmedo Montano Tropical.

El área de estudio que es de la comunidad campesina de Pallanchacra cuenta con una extensión de 7.369 ha, de los cuales en el presente estudio se han considerado solo 1.995

Has, que son de producción agrícola de la comunidad en estudio.

Teniendo a especies agrícolas en producción en la zona

- Tubérculos: papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), ulluco (*Ullucus tuberosus*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*)
- Cereales: trigo (*Triticum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*), maíz amiláceo (*Zea mays*)
- Leguminosas: arveja grano seco (*Pisum sativum*), habas grano seco (*Vicia faba*).
- Hortalizas: col repollo (*Brassica oleracea*), lechuga (*Lactuca sativa*), zanahoria (*Daucus carota*)
- Forrajes: alfalfa (*Medicago sativa*), rye grass (*Lolium sp*)

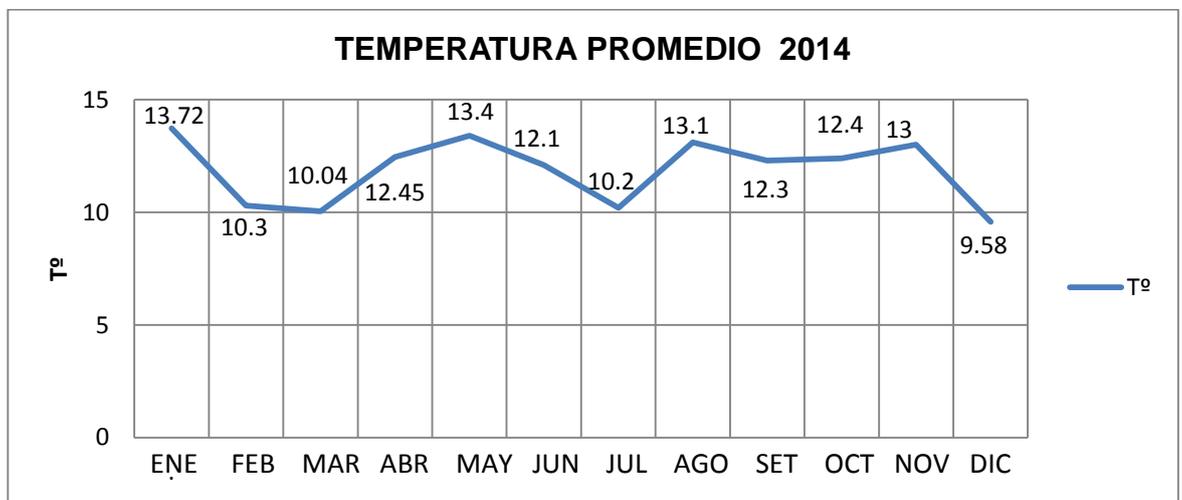
3.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS:

Para la clasificación de los suelos por su capacidad de uso mayor, se tuvo en cuenta los datos climatológicos obtenidos de la Estación Meteorológica de San Rafael siendo esta la más cercana al área de estudio.

Los gráficos 1, 2, 3, muestran el promedio de la temperatura, precipitación y humedad relativa mensual del año 2014 siendo la temperatura media anual de 11.88 °C, teniendo 533.39 mm como la precipitación total del año 2014 siendo los meses de

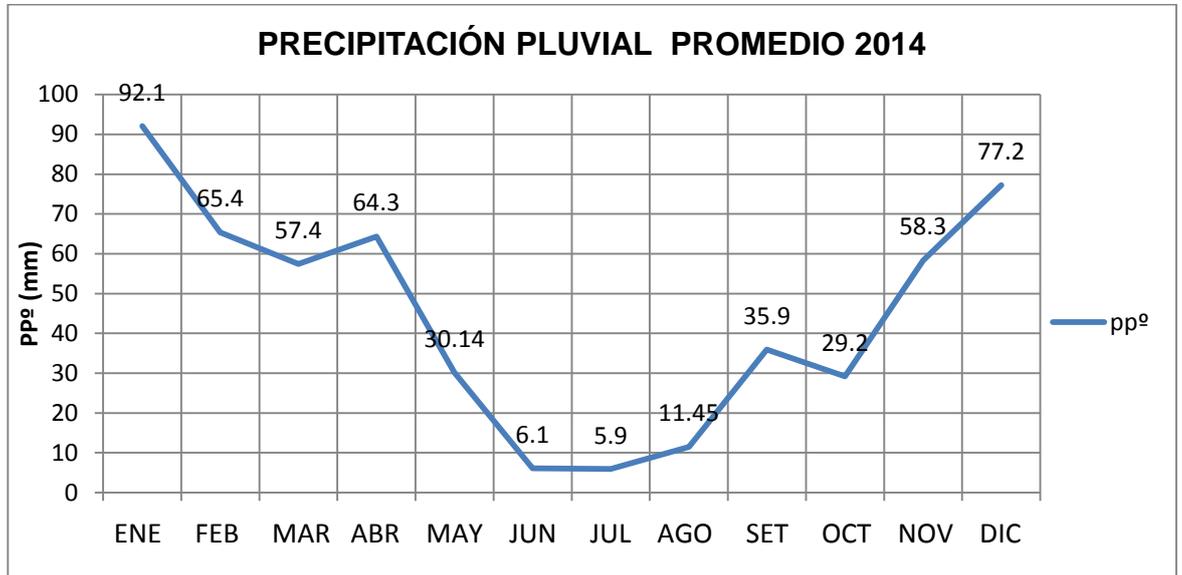
noviembre a abril los meses de mayor precipitación, y teniendo a mayo a agosto los meses de menor precipitación y a la vez son los meses de temperatura más bajas y con ello la caída de heladas severas.

Gráfico 1: Temperatura promedio anual



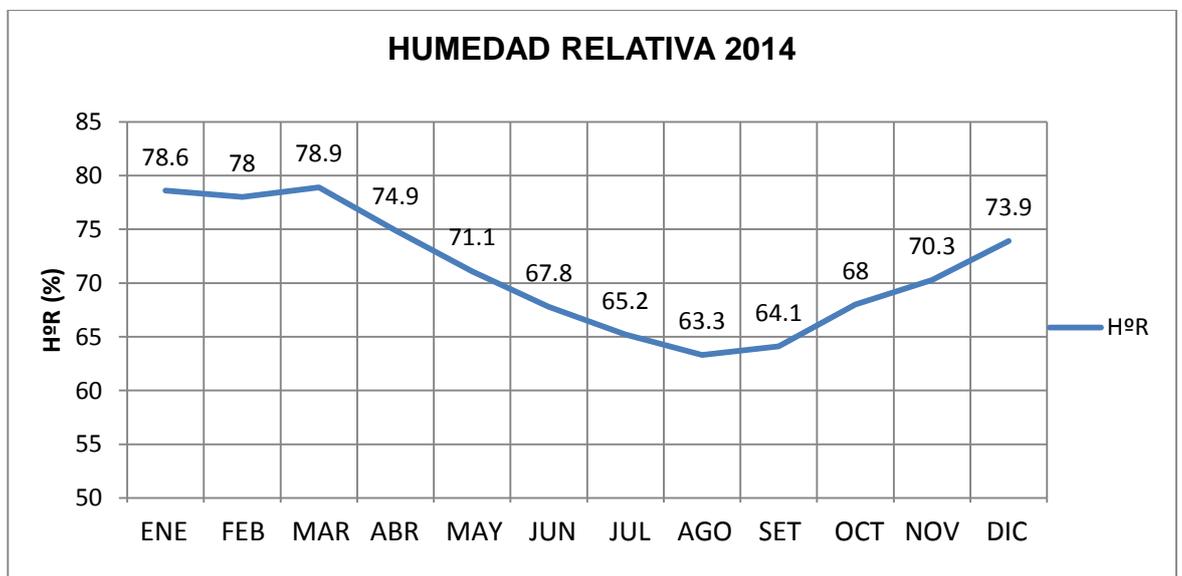
Fuente: Estación Meteorológica SENAMI – San Rafael

Gráfico 2: Precipitación Pluvial 2014



Fuente: Estación Meteorológica SENAMI – San Rafael

Gráfico 3: Humedad Relativa Mensual 2014



Fuente: Estación Meteorológica SENAMI – San Rafael

3.1.3 FISIOGRAFÍA

En el presente trabajo de investigación fisiográficamente se han determinado los siguientes paisajes, con el uso de eclímetro y GPS:

A.) Zona baja

Esta zona ocupa las tierras bajas de la comunidad campesina de Pallanchacra en altitudes que varía de 2.971 a 3.200 m.s.n.m. Estas tierras presentan una topografía bastante accidentada con fuertes pendientes que oscilan entre 30 – 50 %, por lo tanto están en riesgo de erosión hídrica en los periodos de mayor precipitación. En esta zona los principales cultivos son la papa, maíz, el trigo, cebada, habas, arvejas y hortalizas. Por estar a altitudes menores sólo tienen ligero riesgo de heladas.

B.) Zona intermedia

Esta zona ocupa las tierras intermedias de la Comunidad Campesina de Pallanchacra en altitudes de 3.200 a 3.400 m.s.n.m. Estas tierras también presentan una topografía accidentada con fuertes pendientes que oscilan entre 30 – 50 %, por lo tanto están en riesgo de erosión hídrica en los periodos de mayor precipitación, en esta zona los principales cultivos son la papa, el maíz, el trigo, cebada, habas, arvejas y hortalizas. En esta zona existe de moderado a severo riesgo de heladas.

C.) Zona alta

Esta zona ocupa las tierras altas de la Comunidad Campesina de Pallanchacra en altitudes que varía de 3.400 a 3.700 m.s.n.m estas tierras presentan una topografía menos accidentada con moderadas pendientes que oscilan entre 15 – 30 %, están en riesgo de moderada a severa erosión hídrica en los periodos de mayor precipitación. En estas zonas los principales cultivos son la papa, ulluco, oca, mashua, cereales. Todos los cultivos están propensos a un severo riesgo a heladas.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está constituida por el total de 164 ha., de suelos agrícolas por los sitios:

- Pucapampa con 63 ha.
- Umataca con 71 ha.
- Chichiyayo con 22 ha.
- Pallanchapata con 8 ha.

Pertencientes a la Comunidad Campesina de Pallanchacra.

3.2.1 MUESTRA

Estuvo constituido por 25 muestras representativas obtenidas cada una de 12 sub muestras por tratarse que se conducen cultivos extensivos debajo valor unitario como la papa, maíz,

haba, trigo, cebada, etc. donde las muestras del suelo pueden extenderse de hasta 5 a 10 ha. (Rodríguez Fuentes Et al y otros – 2011).

a. MATERIALES Y EQUIPOS

- Planos del territorio de la Comunidad Campesina de Pallanchacra,
- Cinta métrica
- Papel bond
- Lápiz
- Libretas de campo y otros
- Cámara fotográfica
- Bolsas plásticas negras
- Regla
- 1 pala
- 1 pico
- Espátula
- G.P.S

3.3. METODOLOGÍA.

3.3.1. FASES DEL ESTUDIO

El número de calicatas muestreadas son 25, con la ayuda de herramientas como son pico y pala se procedió a apertura hoyos de 0.30 m de profundidad para la toma de cada muestra sacando

0.500 kg de muestra de suelo en bolsas negras, para luego ser etiquetada y enviados al laboratorio de suelos las siguientes actividades.

- a) Preparación de materiales, planificación, recopilación y análisis de la información básica existente con referencia a la zona en estudio.
- b) Identificación de las zonas de vida en base al Mapa Ecológico del Perú.
- c) Identificación preliminar de las unidades fisiográficas.
- d) Elaboración del mapa base de las unidades fisiográficas mediante el material cartográfico existente.

3.3.2. FASE DE CAMPO

En esta fase se hizo el reconocimiento general de las zonas en estudio a través de un recorrido para reconocer la fisiografía y otros datos adicionales e importantes para el trabajo de investigación y se apertura y describió los 25 lugares de muestreo para luego tomar las muestra respectivas de las zonas más representativas, a 0.30 m de profundidad.

3.3.2.1. METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SEGÚN EL SISTEMA NACIONAL

El método adoptado para el presente estudio es el de observación análisis e interpretación de las características del suelo establecidos en el Reglamento de Clasificación de Tierras, DS. N° 017-2009-AG

Para la Clasificación de las Tierras según su Capacidad de Uso Mayor se consideró una metodología multidisciplinaria, conformada por la combinación de atributos o componentes de la tierra tales como: clima (zonas de vida), geomorfología (pendiente del terreno) y suelo (variables edáficas), fundamentalmente.

En la Clasificación de las Tierras no se perdió la perspectiva del sistema, referido a su carácter interpretativo, por el cual el potencial de tierras se obtiene de la interpretación de las unidades de suelos en términos de capacidad de uso mayor; éstas pueden ser agrupadas o subdivididas de acuerdo con los parámetros establecidos para la definición de cada Grupo, Clase y Subclase del Sistema.

3.3.2.2. METODOLOGIA PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS. SEGÚN EL SISTEMA FERTILIDAD-CAPACIDAD

La metodología se basó en el Sistema propuesto por ONERN 2009, para la clasificación de los suelos por su fertilidad capacidad, los mismos que consideran los siguientes factores:

a.- Tipo de Suelo:

S: Capas arables arenosas

L: Capas arables francas

C: Capas arables arcillosas

O: Suelo orgánico

b.- Tipo de substrato:

S: Subsuelo arenoso

L: Subsuelo franco.

C: Subsuelo arcilloso

R: Roca u otra capa dura que restringe la penetración radicular.

c.- Modificadores condicionantes

g: Gley

d: Seco

e: Baja capacidad de intercambio catiónico

a: Aluminio tóxico

h: Saturación de aluminio (Acidez).

I: Fijación de Fe-P

x: pH mayor de 10

v; Vertisol (arcilla plástica pegajosa).

k: Deficiencia de potasio.

b: Carbonatos libres dentro los 50 cm (efervescencia) o pH mayor de 7,3

s: Salinidad.

n: Más del 15% de saturación de sodio.

c: .Catclay (pH menor de 3,5).

3.3.2.3. FASE DE LABORATORIO

Las muestras tomadas en la fase de campo fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la INIA.

CUADRO 5. Análisis físico-mecánico y químico de las muestras de suelos

DETERMINACIONES	UNIDADES	METODO
1 Análisis físico/mecánico: Textura del suelo	%	Hidrómetro
2. Análisis químico:		
a) Reacción del suelo	pH	Potenciómetro
b) Calcáreo	%	Gasovolumétrico
c) Materia orgánica	%	Walkley y Black
d) Nitrógeno total	%	Estimado
e) Conductividad eléctrica	dSm/m-1	Conductómetro
3. Elementos Disponibles:		
f) Fósforo	ppm	Olsen modificado
g) Potasio	ppm	Peech
	cmol.kg ⁻¹	Acetato de Amonio

Capacidad de intercambio catiónico	cmol.kg-1	Absorción atómica
Bases cambiables.	cmol.kg-1	Absorción atómica
Calcio	cmol. kg- 1	Absorción atómica
Magnesio	cmol.kg-1	Absorción atómica
Potasio	cmol.kg1	Absorción atómica
Sodio		
Al ± H		

3.3.2.4. FASE GABINETE

Consistió en el ordenamiento de los datos obtenidos tanto en la fase de campo (características edáficas) como en la fase de laboratorio (análisis físico, mecánico y químico de las muestras), para interpretación con el fin de efectuarse el agrupamiento de las unidades de suelos de acuerdo al Sistema Nacional de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Usó Mayor (.ONERN, 2009) y luego hacer una interpretación de su fertilidad

3.4. DATOS REGISTRADOS

3.4.1. DESCRIPCIÓN DE PERFILES

➤ PERFILES

El perfil es un corte vertical del suelo desde la superficie hasta la roca no alterada, en la que se pueden distinguir varios horizontes. Los horizontes son capas de suelo paralela a la

superficie, con características homogéneas y propias en su espesor, color composiciones y estructuras físicas, químicas, biológicas y minerales, que se agrupan en extracto desde la superficie hacia el interior de la tierra. Estas se clasifican en orden alfabético, de la siguiente manera:

HORIZONTE A: es el horizonte superior, regularmente compuestos de humus (material negruzco, producto de la descomposición, por parte de los microorganismos, de restos de plantas y animales). En este horizonte el agua juega un papel importante de humedecimiento del suelo, contribuyendo con su fertilidad.

HORIZONTE B: es donde la roca madre se altera y se acumulan las partículas que originen el suelo.

HORIZONTE C: es la roca madre no alterada, a partir de la cual se formara el suelo.

3.4.2. ANÁLISIS MECANICO DEL SUELO

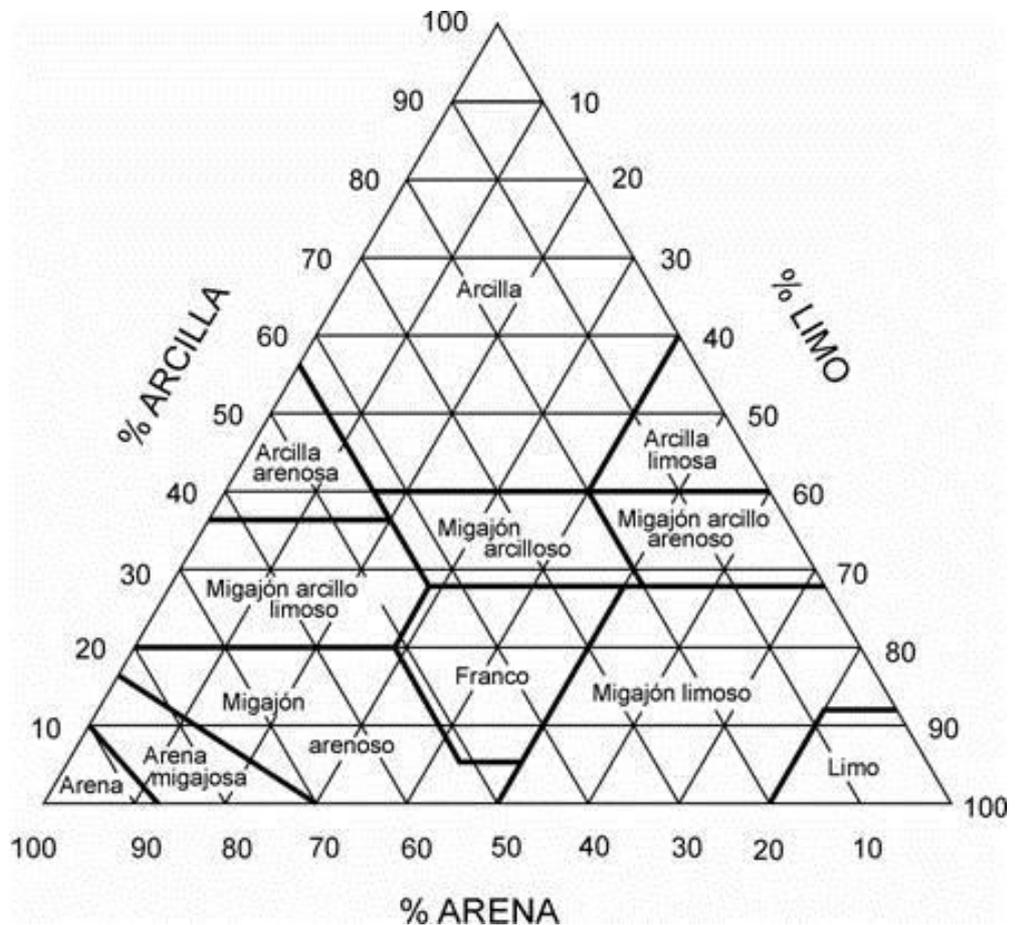
Esta evaluación se realizó en los laboratorios de Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

El cual consistió en sacudir la muestra de suelos a través de un conjunto de mallas, que tiene aberturas progresivamente más pequeñas. Los números de mallas estándares con su tamaño de aberturas.

PROCEDIMIENTO:

1. Se toma el peso inicial de la muestra a ensayar
2. Se pesan las taras vacías.
3. Se forma la columna de los tamices, organizándolo de acuerdo al tamaño de su abertura.
4. Si dispone la columna de tamices en los tamizadores eléctricos.
5. La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad del agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

6. Con la ayuda del triángulo textura se diferenciar el análisis de las muestras a estudiar.



3.4.3. ANÁLISIS QUÍMICO.

Esta evaluación se realizó en los laboratorios de Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

Con los siguientes criterios.

a) pH.-

Para esta evaluación de análisis químico se hace en el laboratorio teniendo los valores de pH con los rangos ya establecidos.

DENOMINACION	RANGO DE PH
Ultra ácido	< 3.5
Ácido extremo	3.5 - 4.4
Ácido muy fuerte	4.5 - 5.0
Ácido fuerte	5.1 - 5.5
Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 - 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
Alcalino fuerte	8.5 - 9.0

b) MATERIA ORGÁNICA.-

Para determinar el contenido de materia orgánica se hará una evaluación mediante el análisis químico en el laboratorio teniendo ya los rangos establecidos para cada tipo de zona.

ELEMENTO	RANGO
MATERIA ORGANICA	2.45 - 3.97

c) NITRÓGENO (N) %.-

Para determinar el nitrógeno en porcentaje se hace a través de un análisis químico en dicho laboratorio teniendo ya los rangos.

ELEMENTO	NORMAL	BAJO	DEFICIENTE
NITROGENO	> 2.00	1.80 - 2.00	< 1.80

d) FÓSFORO (P) ppm.-

El fósforo disponible define los grados de deficiencia, suficiencia o exceso de estos elementos en reacción a su disponibilidad para los cultivos, se lleva al laboratorio para poder saber el porcentaje de fósforo en ppm.

ELEMENTO	NORMAL	BAJO	DEFICIENTE
FOSFORO	> 0.20	0.13 - 0.20	< 0.13

e) POTASIO (K) ppm.-

La determinación del potasio disponible en el laboratorio, considera el uso de extractantes con la capacidad de extraer el potasio intercambiable más el potasio de la solución de la muestra de suelo. Teniendo un rango a seguir.

ELEMENTO	NORMAL	BAJO	DEFICIENTE
POTASIO	> 2.00	1.20 - 2.00	< 1.20

f) CARBONATO DE CALCIO (CaCO₃)-

La importancia de la determinación de los carbonatos del suelo está relacionada con la influencia que estos ejercen sobre el pH del suelo, un suelo con abundantes carbonatos tendrá un pH neutro o ligeramente alcalino mientras que un suelo sin carbonatos tendrá un pH ácido. Teniendo un rango.

ELEMENTO	NORMAL	BAJO	DEFICIENTE
CARBONATO DE CALCIO	> 0.40	0.30 - 0.40	< 0.30

3.4.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

3.4.4.1. Subclase

La subclase está definida por las limitaciones edáficas, topográficas o climáticas que definieron la clase.

- Conocer el potencial de las tierras con fines de planificación general
- Definir las tierras de producción forestal y las tierras de protección en la zonificación forestal.
- Determinar las tierras eriazas que tiene potencial agrícola pecuario.

3.4.4.2. Forma y grado de pendiente: Esta evaluación se realizó mediante el uso de un equipo topográfico para ubicar el grado de pendiente.

CLASES	%	DESCRIPCION
1	0 - 4.0	Llano
2	4.1 - 8.0	Ligeramente inclinado
3	8.1 - 12.0	Moderadamente inclinada
4	12.1 - 16.0	Inclinado
5	> 16.0	Muy inclinado

3.4.4.3. Profundidad: Se hizo la apertura de calicatas y medición de la misma, y con estos valores se puede diferenciar a qué clase de profundidad pertenece.

CLASES	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
A	0 - 10	Muy Superficial
E	11 - 20	Superficial
I	21 - 30	Moderadamente Superficial
O	31 - 60	Media
U	61 - 90	Profundo
u'	> de 91	Muy Profundo

3.4.4.4. Textura: Esta clasificación se dio de acuerdo al resultado físico mecánico de las muestras analizadas en el laboratorio.

CLASES	CLASES TEXTURAL	DESCRIPCION
f1	Arcilla, arcilla limoso	Muy fino
f2	Limosos y franco limosos, franco arcillosos	Fino
m1	Franco	Media fina
m2	Franco arenosos	Media gruesa
g1	Arena franco	Gruesa
g2	Arenosos	Muy grueso

3.4.4.5. Pedregosidad y/o Gravosidad: Para este factor se tuvo que observar mediante la apertura de calicatas la estructura del suelo, observando el perfil del mismo se ubicó nuestra muestra en una de estas clases.

CLASES	%	DESCRIPCION
0	0 - 1	Libres de gravas y piedras
1	2 - 10	Ligera pedregosidad o gravosidad
2	11 - 20	Media pedregosidad o gravosidad
3	21 - 40	Intensa pedregosidad o gravosidad
4	41 - 80	Muy intensa pedregosidad o gravosidad
5	> 80	Extremadamente intensa pedregosidad o gravosidad

3.4.4.6. Drenaje interno: Mediante la observación del perfil del suelo con aperturas de calicatas se observó la estructura del suelo y por ende se dedujo la capacidad de drenaje del área de estudio.

CLASES	DESCRIPCION
A	Bien Drenado
E	Moderadamente drenado
I	Imperfectamente drenado
O	Anegado

3.4.4.7. pH.- Esta clasificación se dio de acuerdo al resultado de análisis químico de las muestras, analizadas en el laboratorio.

CLASES	pH	DESCRIPCION
A	5.0 - 6.0	Acido
E	6.1 - 6.5	Ligeramente acido
I	6.6 - 7.3	Neutro
o	7.4 - 8.0	Moderadamente alcalino
U	> 8	Fuertemente alcalino

3.4.4.8. Erosión hídrica: La ubicación dentro de esta clase se hizo mediante la observación directa In - situ dentro de nuestra área de estudio que abarco el proyecto.

CLASES	%	DESCRIPCION
A	Nula	Sin Síntomas
E	Moderada	Hay síntomas: Canículas, surcos poco profundos
I	Severa	Abundante Canículas, surcos profundos y cárcavas pequeñas
O	Muy Severa	Cárcavas abundantes y profundas

3.4.5. CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN SU FERTILIDAD

Suelos de capa arable franco arcilloso y sub suelo franco, pH neutro, seco por más de 2 meses consecutivos al año, contenido de materia orgánica medio, fosforo de medio a alto con deficiencia de potasio de capacidad de intercambio catiónico normal.

Suelos de capa arable franco arcilloso y subsuelo franco seco por más de 2 meses consecutivos de pH ligeramente ácido, materia orgánica de nivel medio, fosforo en nivel alto y potasio en nivel medio con capacidad de intercambio catiónico normal.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características físicas referidos a morfología externa en cuanto a perfiles, encontrados por Campos y Cornelio (2006); en un trabajo de investigación de tesis "CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN JUAN BAUTISTA DE HUARIACA, SEGÚN SU GRADO DE FERTILIDAD NATURAL" realizados en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Huariaca.

Suelos superficiales de perfil A/R (Entisoles), ubicados en la parte más alta del entre 3. 426 a 3. 451 m.s.n.m., con una vegetación constituida por kikuyo, chilca, entre otras especies nativas, de fisiografía montañosa ondulada, de topografía muy inclinada con pendiente entre 50 a 60 % de buena permeabilidad.

En la clasificación del Soil Taxonomy, un Entisol se define como los suelos que no muestran ningún desarrollo definido de perfiles. Un Entisol no tiene "horizontes diagnósticos", y la mayoría es básicamente su material parental regolítico inalterado. ...

Los Entisoles son suelos recientes que se dan en planicies de inundación u otros depósitos recientes. En general muestran estratificación pero escasa de horizontes.

Por estar formados en sedimentos recientes, los Entisoles muestran la estratificación original del sedimento. Los estratos pueden ser lo

suficientemente gruesos para ser vistos en el campo, o con microscopio si son finos.

Otros rasgos en sus estados iniciales de desarrollo están presentes en los Entisoles. Se observa la etapa inicial de formación de un nódulo. La matriz del suelo es uniforme y casi sin rasgos. Otro rasgo es la presencia de minerales primarios poco alterados. El mineral que se ve en la parte inferior.

4.1 DESCRIPCIÓN DE PERFILES

➤ PERFILES 1, 2, 3, 6, 7

• Morfología Externa

Tierras superficiales a moderadas de perfil A/C (del tipo Entisols) ubicados en la parte Oeste de la población de la comunidad de Pallanchacra con altitud de 3.126 a 3.601 m.s.n.m.

Suelos de textura franco arcilloso de color marrón rojizo con humedad, conformado en bloques sub angulares medios a firme de pH ligeramente ácido a neutros con contenido de materia orgánica medio de 2.90 % a 3.82%.

Existe porosidad media

Encontrando especies de arbustos nativos, pastizales nativos en partes altas y eucaliptos en las partes media a baja, con una fisiografía montañosa ondulada, de topografía ligeramente inclinada

a inclinada con pendientes entre 8 % a 21 %, de buena porosidad, con escurrimiento superficial excesivo, con una distribución superficial de raíces, con una ligera pedregosidad de 4 % a 6 %, y de erosión de moderada a severa, de buen drenaje y anegamientos nulos y por ende humedad insuficiente.

➤ **PERFILES 4, 5**

• **Morfología Externa**

Suelos de superficial a moderadamente superficial de perfil A/C (del tipo Entisols), ubicados en la parte Oeste de la población de la comunidad de Pallanchacra, entre altitud de 3.314 a 3.501 m.s.n.m.

De textura franco arcilloso de color marrón rojizo en estado húmedo conformado en bloques sub angulares de un grado de pH ligeramente ácido, con contenido de materia orgánica media de 3.10 a 3.15 %.

De textura franco con permeabilidad media

Suelos de topografía inclinada de 12 % a 16 % con niveles de erosión de moderada a muy severa, de ligera pedregosidad de (6 %) de buen drenaje, con especies arbustivas y pastizales nativos y algunas áreas de cultivo.

➤ **PERFILES 8, 9, 10, 18, 19**

• **Morfología Externa**

Suelo superficial a moderadamente superficial de perfil A/R (del tipo Entisols) ubicado en la parte Sur Este y Sur Oeste de la población de Pallanchacra en altitud de 3.109 a 3.590 m.s.n.m.

De textura franco arenoso de color marrón rojizo oscuro en estado húmedo, estructurado en bloques sub angulares medios, desmenuzable, de un pH neutro de contenido de materia orgánica media de 3.11 % a 3.95 %

De subsuelo rocoso de permeabilidad desigual.

Suelos de pendiente inclinado de 15 % en promedio, con niveles de erosión moderado a muy severo de ligera pedregosidad (8 %) de buen drenaje con especies forestales, arbustos y pastizales nativos.

➤ **PERFILES 11, 12, 20, 21, 25**

• **Morfología Externa**

Suelo superficial a media de perfil A/C (del tipo Entisols) terrenos ubicados al lado Oeste de la población de Pallanchacra a una altitud de 3107 a 3594 m.s.n.m.

De textura franco arenoso, de color marrón rojizo oscuro en estado de humedad, con bloques medio sub angulares desmenuzables con

pH de neutro y de contenido de materia orgánica de 2.97 % a 3.97 % en nivel medio

Arenoso de buena porosidad

Suelos de pendiente de ligeramente inclinado a inclinado, de niveles de erosión de moderada a muy severa, con pedregosidad de nivel ligero de 6 %, con buen drenaje, con especies forestales como el eucalipto, cultivos de maíz, alfalfa, en zonas bajas y en zonas intermedia a altas pastos y arbustos nativos.

➤ **PERFILES 13,14, 15, 16, 17**

• **Morfología Externa**

Terrenos de moderadamente superficial de perfil A/C (del tipo Entisols) área ubicado al lado Sureste de la población de Pallanchacra a una altitud de 3.115 a los 3.512 m.s.n.m.

De textura franco de color marrón rojizo en estado de humedad de forma en bloques sub angulares medios de pH ligeramente ácido a neutro y con nivel medio del contenido de materia orgánica de 2.77 a 3.18 %

Franco de buena permeabilidad

Área de pendiente inclinado, de erosión hídrica de severa a muy severa, con pedregosidad de nivel ligero de buen drenaje, cubierta de especies de pastos y arbustos nativos de la zona

➤ **PERFILES 22, 23, 24**

- **Morfología Externa**

Superficie moderadamente superficial de perfil A/C (del tipo Entisols) ubicada en la parte Noreste de la población de Pallanchacra con una altitud de 3.047 a 3.452 m.s.n.m.

De textura franco arenoso, de color marrón rojizo oscuro en humedad de bloques sub angulares medios desmenuzable de pH ligeramente ácido con niveles de medio a alto en materia orgánica

Arenoso de buena porosidad.

Superficie de nivel inclinado, con peligro de erosión severa con nivel ligero en caso de pedregosidad de buen drenaje cubierto de especies de pastizales nativos.

4.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MECANICO DEL SUELO

CUADRO 6: RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DE LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PALLANCHACRA

Muestra	ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO				
	CALICATA	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL
1		41	29	30	Franco arcilloso
2		39	25	36	Franco arcilloso
3		42	29	29	Franco arcilloso
4		40	29	31	Franco arcilloso
5		42	25	33	Franco arcilloso
6		38	33	29	Franco arcilloso
7		41	30	29	Franco arcilloso
8		53	25	22	Franco arcillo arenoso
9		49	21	30	Franco arcillo arenoso
10		58	18	24	Franco arcillo arenoso
11		54	29	17	Franco arenoso
12		56	32	12	Franco arenoso
13		49	32	19	Franco
14		47	31	22	Franco
15		49	40	11	Franco
16		42	37	21	Franco
17		44	32	24	Franco
18		48	24	28	Franco arcillo arenoso
19		52	27	21	Franco arcillo arenoso
20		54	35	11	Franco arenoso
21		57	29	14	Franco arenoso
22		55	30	15	Franco arenoso
23		54	34	12	Franco arenoso
24		54	27	19	Franco arenoso
25		57	28	15	Franco arenoso

Los resultados del análisis mecánico de las muestras extraídas confirman con estos datos que los suelos de la Comunidad Campesina de Pallanchacra tiene una composición textural variable agrupadas en 4 clases texturales resaltantes, la textura de franco arenoso agrupando en ello a las muestras 11, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25. Teniendo en segundo lugar a la textura de franco arcilloso con muestras como son 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Seguido de la textura franco con las muestras 13, 14, 15, 16, 17 con igual número de muestras esta la textura franco arcillo arenoso que agrupa a las muestras 8, 9, 10, 18, 19. Haciendo un total de 25 muestras analizadas.

En los suelos de textura franco arenoso tendrá una mayor pérdida de agua factor que será perjudicial en épocas de sequía donde los cultivos realizados en este tipo de suelo requerirán mayor aplicación de riego. Caso contrario al primero el suelo franco arcilloso tendrá una mayor capacidad receptiva y almacenamiento de agua y si llegara al exceso causaría problemas sanitarios al cultivo con enfermedades fúngicas y algunas plagas perjudiciales al cultivo. Mientras que en los suelos francos y francos arcillo arenoso serán ideales para el desarrollo de los cultivos por su calidad textural del suelo.

4.3. RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

CUADRO 7: RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS SUELOS DE LA COMUNIDA CAMPESINA DE PALLANCHACRA

MUESTRA	ANÁLISIS QUÍMICO					
	CALICATA	Ph	MO%	N%	P ppm	K ppm
1	7.1	2.92	0.19	6.9	66	0.00
2	7.0	3.14	0.17	10	72	0.00
3	7.3	3.64	0.20	12.5	75	0.00
4	6.3	3.05	0.19	9.2	180	0.00
5	6.4	3.10	0.17	14.5	160	0.00
6	7.5	3.22	0.19	15	89	0.10
7	7.6	3.25	0.20	15.5	84	0.11
8	7.1	3.17	0.18	15	74	0.00
9	7.2	3.95	0.19	7	79	0.00
10	7.4	3.54	0.20	7.5	72	0.12
11	6.9	3.97	0.16	8	68	0.00
12	7.0	2.97	0.20	15.5	183	0.00
13	6.2	3.18	0.18	16.5	114	0.00
14	6.7	3.77	0.15	7.5	129	0.00
15	7.1	3.15	0.16	12.4	145	0.00
16	7.3	3.65	0.19	8.5	78	0.15
17	7.3	3.67	0.19	14.5	96	0.10
18	7.2	3.18	0.20	16	68	0.00
19	7.1	3.11	0.18	16.5	73	0.00
20	7.3	3.16	0.20	4.5	75	0.18
21	7.1	3.59	0.16	13	84	0.12
22	6.8	3.10	0.17	12.5	94	0.00
23	6.6	3.72	0.20	10	97	0.00
24	6.8	3.20	0.16	12.5	78	0.10
25	7.1	2.45	0.21	6.5	89	0.12

Fuente: INIA 2015

4.3.1. pH

Del análisis de suelo se obtuvieron los siguientes resultados concernientes al pH estando entre los rangos de 6.6 a 7.5.

Las muestras 4, 5, 13, con los rangos de 6.2, 6.3, 6.4 pH, corresponden a suelos ligeramente ácidos.

rangos 6.6 hasta 7.3 que es representada por muestras 1, 2, 3, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, pertenecen al grupo de suelos neutros; seguido por los suelos ligeramente alcalinos con rangos de 7.4 a 7.6 correspondientes a las muestras 6, 7, 10. Los resultados de los rangos nos indican que no existiría limitante de pH a los cultivos a desarrollarse en estos suelos.

4.3.2. MATERIA ORGÁNICA

El porcentaje de Materia Orgánica en el total de las muestras representan el nivel de materia orgánica medio estando entre los rangos de 2.45 a 3.97 %. Resultados que ameritan la aplicación de materia orgánica para mejorar la productividad de los cultivos por ser un medio que incide directamente con la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo y la fertilidad del suelo.

4.3.3. NITRÓGENO (N) %

El contenido de nitrógeno total en porcentaje de 24 muestras analizadas se encuentran entre 0.16 y 0.20; cuyos resultados denotan un nivel de contenido medio o moderado, mientras que la

muestra 14 tiene un contenido bajo de 0.15 % de nitrógeno. En todos los casos requieren aplicación de nitrógeno para mantenimiento de la fertilidad de los suelos

4.3.4. FÓSFORO (P) ppm

Sobre el contenido de Fósforo en los suelos analizados las muestras 1, 9, 20 y 25 están con niveles menores de 7 en contenido de este elemento esencial, que se considera bajo; teniendo a muestras de nivel medio a las siguientes 2, 3, 4, 10, 11, 14, 15, 16, 21, 22, 23 y 24, dentro de los niveles de contenido de fósforo alto ubicamos a las muestras, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 17, 18 y 19 siendo un total de 25 muestras. De las muestras analizadas 4 tienen rango bajo, 12 muestras tienen rango medio y 5 muestras tienen un contenido alto; por consiguiente en el primer grupo los cultivos tendrán una ligera a moderada respuesta a la aplicación de fósforo, en el segundo grupo se requerirá aplicar fósforo para mantenimiento de la fertilidad y en el tercer grupo no se requiere aplicar fósforo.

4.3.5. POTASIO (K) ppm

Observando los resultados de este elemento esencial para los cultivos las muestras 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25 se encuentran en el nivel bajo, seguido del nivel medio con las muestras 4, 5, 12, 13, 14 y 15, no existiendo resultados de las muestras en niveles altos de potasio (K), el bajo

contenido de este aplicar el elemento potasio donde los suelos tendrán una ligera respuesta, y en los suelos de rango medio la aplicación de potasio es para mantener la fertilidad de los suelos

4.3.6. CARBONATO DE CALCIO (CaCO₃)

El resultado de estas muestras nos indican que no existen contenido de carbonato de calcio (CaCO₃) en las muestras 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 22 y 23. Muestras con presencia mínima de carbonato de calcio (CaCO₃) son 6, 7, 10, 16, 17, 20, 21, 24 y 25. La baja o nula presencia de este compuesto es debido a la topografía del terreno que en épocas de lluvia facilita el lavado de las sales solubles.

CUADRO 8. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE BASES CAMBIABLES CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO DE LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PALLANCHACRA

MUESTRA	ANÁLISIS QUÍMICO				
	Bases Cambiables (cm ^l ⁽⁺⁾)				
CALICATA	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CIC
1	< 0.00	0.75	0.03	0.11	3.24
2	10.4	2.45	1.14	0.27	19.70
3	12.6	2.35	0.15	0.20	17.43
4	13.4	2.00	0.12	0.27	19.21
5	15.5	3.52	0.13	0.26	16.30
6	12.4	2.33	0.16	0.22	18.72
7	17.5	2.65	0.16	0.24	16.70
8	12.6	2.87	0.15	0.19	17.90
9	9.4	2.63	0.21	0.17	21.20
10	0.5	3.10	0.23	0.21	20.90
11	12.3	2.21	0.19	0.13	19.80
12	< 0.00	2.70	0.15	0.15	12.60
13	< 0.00	2.02	0.18	0.17	14.70
14	5.4	2.60	0.18	0.19	15.90
15	9.9	2.06	0.18	0.18	14.60
16	6.9	1.08	0.12	0.17	15.90
17	7.8	1.09	0.14	0.27	17.70
18	6.2	2.23	0.13	0.29	19.40
19	4.5	2.36	0.11	0.28	16.80
20	12.3	2.89	0.16	0.25	17.50
21	11.3	1.45	0.15	0.16	19.63
22	14.2	2.78	0.17	0.18	17.18
23	11.9	3.45	0.28	0.17	21.23
24	10.5	3.12	0.27	0.17	14.7
25	9.5	2.12	0.24	0.14	12.3

En el resultado de las bases cambiables vemos que los cationes cambiables como son Ca^{++} , Mg^{++} y Na^+ están en niveles aceptables en relación al catión K^+ existen muestras con deficiencias o en nivel bajo como son los siguientes 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21,22,23,24,25 lo cual nos lleva a deducir la deficiencia de potasio (K) en estos suelos y por lógica estos suelos han de recibir aplicaciones altas de potasio para los cultivos a instalar, la capacidad de intercambio catiónico se encuentra en rangos normales.

4.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

CUADRO 9. Subclases de Capacidad de Uso Mayor de los Suelos de la Comunidad Campesina de Pallanchacra – Pasco

Sub-clase	Pendiente (%)	Profundidad (cm)	Textura	Gravosidad	Drenaje interno	pH	Erosión	Peligro de anegamiento	Peligro de inundación	Peligro de heladas	Falta de riego	Área (ha)
A2	2	o	m2	1	a	e - i	e	0	0	Sin peligro	no	
A3a	2	i	f2	1	A	i	e	0	0	Moderado	Si	
A3c	4	i	f2 – m2	1	A	e - i	e - i	0	0	Moderado a severo	Si	
A3e	4	e - i	f2 – m2	1	A	e - i	e - i - o	0	0	moderado	Si	
A3ec	4	i	m1 – m2	1	A	e - i	i - o	0	0	Moderado a severo	Si	

Realizando el contraste con el Reglamento de Clasificación de Tierras de la ONERN 2009, nuestro área de investigación está ubicada en la clave 10 que engloba nuestra zona de vida bosque húmedo - Montano Tropical donde determinamos cinco subclases de tierras para realizar cultivos en limpio, donde cuatro tienen factores limitantes como son edáficos, climatológicos y topográficos describiendo a continuación las subclases de suelos a continuación.

4.4.1. Subclase A2

Son suelos que se encuentran en la parte baja al lado Norte de la población de Pallanchacra estando ubicadas allí las muestras 11 y 12, siendo esta área representa en un 9.67 % del área en estudio.

El área tiene suelos de pendiente ligeramente inclinado (2) con una profundidad media (o), de textura franco arenosa (m²), de ligera pedregosidad o gravosidad (1) y con un buen drenaje, de pH neutro y ligeramente ácido, con una erosión moderada. Siendo la calidad agrologica de estos suelos media (A2) con pocas o ligeras limitaciones para un buen manejo.

Referido a los cultivos posibles para su desarrollo y producción en estos suelos son aceptables para especies son el maíz, habas, arveja, papa, hortalizas y alfalfa, etc.

Las recomendaciones para mejorar la calidad de esta área sería empezar a mejorar la pendiente del suelo con terrazas, manejo de surcos para evitar erosiones hídricas, manejos de cultivos por medio de rotación, realizar

enmiendas orgánicas, aplicar fertilizaciones altas en fósforo (P) y potasio (K).

4.4.2. Subclase A3a

Subclase agrupada por suelos de la parte Este alta de la población de Pallanchacra representado por las muestras, 6 y 7 que representan el 6.04 % del total del área en estudio.

Los suelos son de pendiente ligeramente inclinada (2) por el manejo de terrazas que existe en esta zona, de profundidad moderadamente superficial (i), con una textura franco arcilloso (f2) con una ligera pedregosidad de un buen drenaje, de pH neutro (i), con un moderado riesgo de erosión siendo una subclase de baja calidad.

Por la ubicación de esta subclase los suelos son aptos para cultivos de tubérculos, cereales, habas, así como especies tolerantes a bajas temperaturas nocturnas

Las recomendaciones necesarias son realizar el mejoramiento de la andenería existente manejo de surcos, instalación de cortinas rompe vientos, aplicación de materia orgánica y una fertilización adecuada.

4.4.3. Subclase A3c

Suelos ubicados en la parte Este baja y alta, de la población de Pallanchacra siendo los puntos de muestra 18, 19, 23, 24, 25 área que representa el 26.31 % del total del área de estudio.

Los suelos aquí son de pendiente inclinado (4), de una profundidad moderadamente superficial (i), con una textura franco arcillo arenoso y franco arenoso (f2 – m2), de ligera pedregosidad (1), de buen drenaje, con un pH de ligeramente ácido a neutro (e – i), de una erosión hídrica de moderada a severa, y con un riesgo a heladas de moderada a severa en la parte media a alta por la altitud en la que se encuentran, siendo de baja calidad agrologica a causa del factor climatológico (c).

Siendo este tipo de suelos apto para cultivos de tubérculos y cereales, habas en la parte media a alta y en la parte baja maíz, cereales, alfalfa, hortalizas, etc.

Teniendo como recomendaciones realizar rotación de cultivos en las partes bajas y en las partes medias y altas realizar rotación de terrenos de cultivos dejando descansar por lo menos de 2 a 4 años, aplicar enmiendas orgánicas, plantación de especies de arbustos como cortinas rompe vientos, y fertilizaciones adecuadas previas a un análisis de suelo.

4.4.4. Subclase A3e

Suelos de subclase ubicados en la parte Este de la población de la Comunidad de Pallanchacra con puntos de muestra 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, que representan el 16.37 % del área en estudio.

Estos suelos son de pendiente inclinada (4) de profundidad superficial a moderadamente superficial (e – i), con una textura de franco arcillosa a franco arcillo arenosa (f2 – m2), con una ligera pedregosidad (1) de buen drenaje

(a) y de pH ligeramente ácido a neutro (e – i), con una erosión que va de moderada a muy severa, y de riesgo a heladas moderada en las partes altas de esta subclase de suelo.

Terrenos aptos para cultivos de papa, maíz, habas, cereales, alfalfa, en las partes bajas, medias y en las partes altas tubérculos, habas, especies tolerantes al friaje nocturno.

Recomendaciones manejo de surcos para evitar erosiones hídricas rotación de cultivos enmiendas de cal en suelos ligeramente ácidos y de materia orgánica y fertilizaciones previo análisis de suelo.

4.4.5. Subclase A3ec

Suelos ubicados al lado Sur Oeste de la población de Pallanchacra, con muestras 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, muestras que representan el 41.61 % del total de los suelos.

Suelos de pendiente inclinada (4) y de profundidad moderadamente superficial (i), con una textura franco a franco arenoso (m1 – m2) de una ligera pedregosidad (1), de suelos bien drenados (a), suelos de pH de ligeramente ácido a neutro (e –i), con una erosión hídrica de severa a muy severa con riesgo a helada moderado a severo en las partes medias a altas suelos de subclase bajo con limitaciones topográficas y climáticas.

Con recomendaciones similares a las anteriores con enmiendas orgánicas, fertilizaciones adecuadas, rotación de cultivos, rotación de terrenos en partes altas, cortinas rompe vientos, etc.

ZONAS DE VIDA

Clave 10

Bosque húmedo - Montano Tropical

Bosque húmedo - Montano Subtropical

Cuadro 10. Factores Edáficos: Clases Permisibles

GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR		Pendiente (%)		MICRO RELIEVE HASTA	FACTORES EDÁFICOS (CLASES PERMICIBLES)									
		Corto	Largo		Prof. (cm) mínima	Textura aceptable	Pedreg. Sup (hasta)	Drenaje aceptable	pH aceptable	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fétil. Sup (hasta)	Frag rocosos (hasta)
A	Cultivo en limpio seco	0 - 4	0 - 2	3	30	Todas	1	A,B,C,D, E	4,5 + 7,0	Moderada	1	2	3	1
		4 - 8	2 - 4	2	45	G,MG,M, MF	1	A,B,C,D, E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
		8 - 25	4 - 15	1	60	MG,M,M F	1	A,B,C,D, E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
			15 - 25	1	100	MG,M,M F	1	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
P	Pastos	0 - 8	0 - 4	3	15	Todas	3	A,B,C,D, E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	2	3	3
		8 - 25	4 - 15	3	30	Todas	3	A,B,C,D, E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	-	3	3
		25 - 50	15 - 25	3	45	MG,M,M F	3	A,B,C,D, E	4,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
			25 - 50	2	60	MG,M,M F	1	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
F	Producción forestal	0 - 8	0 - 4	4	30	Todas	3	A,B,C,D, E	Todos	Severa	2	3	3	3
		8 - 25	4 - 25	4	45	Todas	3	A,B,C,D, E	Todos	Severa	2	-	3	3
		25 - 75	25 - 75	3	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
X	protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

4.5 CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN SU FERTILIDAD

Cuadro 11. Características generales de los suelos de acuerdo a su fertilidad natural.

Nº CALICATA	FERTILIDAD		DESCRIPCION
	Grado	Grupo	
1,2,3,,6,7	Medio	LLdk	Suelos de capa arable franco arcilloso y sub suelo franco, pH neutro, seco por más de 2 meses consecutivos al año, contenido de materia orgánica medio, fosforo de medio a alto con deficiencia de potasio de capacidad de intercambio catiónico normal
4,5	Medio	LLd	Suelos de capa arable franco arcilloso y subsuelo franco seco por más de 2 meses consecutivos de pH ligeramente acido, materia orgánica de nivel medio, fosforo en nivel alto y potasio en nivel medio con capacidad de intercambio catiónico normal.
8,9,10,18,19	Medio	LRdk	Capa arable franco arcillo arenoso con subsuelo rocoso seco por más de 2 meses consecutivo de pH neutro, con contenido de materia orgánica medio y fosforo de medio a alto y con nivel bajo en contenido de potasio, de capacidad de intercambio catiónico normal.
11,12,20,21,25	Medio	SDK	Suelo de capa arable franco arenoso y de subsuelo arenoso seco por más de 2 meses consecutivos, con el pH neutro, con contenido de materia orgánica medio y de fosforo en nivel medio, el nivel de potasio bajo con capacidad de intercambio catiónico normal.
			Suelo de capa arable Franco arenoso y subsuelo arenoso seco por más de dos meses consecutivo con pH

22,23,24	Medio	LSdk	ligeramente ácido con nivel de materia orgánica medio con contenido de fósforo medio, y el potasio en nivel bajo en el suelo de la capacidad de intercambio catiónico en nivel normal.
13,14	Medio	LLd	Capa arable de textura franco con subsuelo de textura franco seco por más de dos meses de manera consecutiva con pH ligeramente ácido con nivel medio en contenido de materia orgánica, y de nivel medio en contenido de fósforo y potasio y de capacidad de intercambio catiónico normal.
15,16,17	Medio	LLdk	Suelos de capa arable franco con subsuelo franco seco por más de dos meses, de pH neutro con materia orgánica en nivel medio y de nivel medio en contenido de fósforo también y de potasio en niveles bajos y de la capacidad de intercambio catiónico en nivel normal.

**4.6 NUMERO DE PUNTOS MUESTREADOS CON SUS RESPECTIVAS
COORDENADAS**

PUNTOS	ESTE	NORTE	LUGAR	SUPERFICIE (ha)
1	363241.0689	8849173.645	PUCAPAMPA	63.00
2	363254.298	8849537.447		
3	363538.7257	8849378.697		
4	363591.6425	8849782.188		
5	363823.1534	8849299.322		
6	363942.2161	8849504.375		
7	364100.9664	8849186.874		
8	364570.6028	8849709.427	UMATACA	71.00
9	364815.3428	8849623.437		
10	364557.3736	8849398.541		
11	364947.6348	8849305.937		
12	364749.1969	8849054.582		
13	365119.6143	8848968.592		
14	365086.5413	8848776.769	CHINCHIYCAYO	22.00
15	364272.9459	8848690.779		
16	364312.6335	8848604.789		
17	364120.8102	8848624.633		
18	364213.4145	8848492.341		
19	364014.9767	8848558.487		
20	364147.2686	8848399.737		
21	363942.2161	8848432.81	PALLANCHAPATA	8.00
22	364431.6962	8848207.914		
23	364524.3006	8848141.768		
24	364425.0816	8848049.163		
25	364511.0714	8848035.934		

CONCLUSIONES

Según los resultados del análisis físico – químico de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Pallanchacra, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Las propiedades físicas de los suelos corresponde a la clases textural de franco, franco arenoso y franco arcillo arenoso, estas texturas del suelo actúan en el crecimiento de las plantas por su influencia sobre la aireación, infiltración, capacidad de agua disponible, capacidad de cationes de cambio, permeabilidad.
2. La reacción de los suelos se encuentran en los rangos de ligeramente ácidos, neutros y ligeramente alcalinos, en este rango de pH; también el nitrógeno, el fosforo y potasio se hallan disponibles para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.
3. La fertilidad natural de los suelos agrícolas expresados en los parámetros de % de materia orgánica, fosforo disponible y potasio disponible indicados en partes por millón (ppm), responden a fertilidad baja y media, por consiguiente responderán favorablemente a las prácticas de fertilización de los cultivos.
4. Sobre la clasificación de los suelos por su capacidad de uso mayor corresponde a los sub clases A2, A3a, A3c, A3e, A3ec; cuyas propiedades físicas y químicas son adecuadas para los cultivos en limpio, observando las buenas prácticas agrícolas; sobre todo en el manejo y conservación de los suelos.

RECOMENDACIONES

1. Mejorar los niveles porcentuales de materia orgánica de los suelos mediante la incorporación de abonos orgánicos para incrementar la fertilidad actual.
2. Dado la topografía pendiente en mayor superficie de los terrenos debe promoverse el uso de andenerías, curvas a nivel, en el borde inferior plantaciones de especies nativas de leguminosas para controlar a la erosión de los suelos.
3. Realizar el manejo y conservación de los suelos mediante rotación de cultivos, incorporando el cultivo de leguminosas que mejoran la fertilidad natural de los suelos agrícolas.
4. Como una práctica habitual realizar el análisis físico – químico de los suelos para diagnosticar la fertilidad natural e incorporar los elementos esenciales que requieren los cultivos que permiten mantener su rentabilidad.

V. BIBLIOGRAFIA

1. CAMPOS Y CORNELIO. 2006. Clasificación de los suelos de la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Huariaca, según su grado de fertilidad natural “Tesis de Grado” Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión” Cerro de Pasco – Perú.
2. BONNEAU, M., SOCHIER, B. 1997. Edafología 3. Constituyentes y propiedades del suelo. Ed. Toray- Masson. Barcelona.
3. CARBALLAS, T. et al. 1997. Clave para la clasificación de los suelos (UNESCO-FAO). Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Madrid.
4. DOMINGUEZ V. A. 1997. Tratado de Fertilización. Ediciones Mundi prensa. Madrid, España.
5. DOMINGUEZ y., A. 1990. El abonado de los cultivos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España
6. DUCHAUFOR, P. 1999. Edafología 2. Edafogénesis y Clasificación. Ed. Toray - Masson. Barcelona.

7. FAO, 1996 Plan de Acción de las Cumbres Mundiales sobre Seguridad Alimentaria
8. GROS, A. 1996. Abonos. Guía Práctica de Edición. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España.
9. MUNIVE JÁUREGUI, Eloy. 1995. Sistema Paramétrico de Evaluación de Tierras por su Capacidad para el Riego. Escuela de Postgrado, UNCP Huancayo, Perú.
10. PORTA, J., LÓPEZ-ACEVEDO, M., y ROQUERO, C. 1999. Edafología. Para la Agricultura y Medio Ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
11. RODRIGUEZ FUENTES H. Et Al – 2011. Método de Análisis de Suelo y Plantas: Criterio de Interpretación, Segunda Edición. Editorial Trillas. México
12. ZAVALETA, G, A 1992. Edafología. El Suelo en Relación con la Producción: Primera. Edición. Lima, Perú
13. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN, 2009
14. Reglamento General de Clasificación de Tierra 2009

ANEXOS:



VISTA FOTOGRAFICA N° 01: ZONIFICACION DE TERRENO



VISTA FOTOGRAFICA N° 02: ZONIFICACION DE TERRENO



VISTA FOTOGRAFICA N° 03: ZONIFICACION DE TERRENO



VISTA FOTOGRAFICA N° 04: APERTURA DE HOYOS



VISTA FOTOGRAFICA N° 05: TOMA DE DATOS Y MEDIDA DE LOS HOYOS



VISTA FOTOGRAFICA N° 06: MEDIDAS DEL HOYO



VISTA FOTOGRAFICA N° 07: TOMA DE DATOS CON GPS



VISTA FOTOGRAFICA N° 08: TOMA DE DATOS CON GPS



VISTA FOTOGRAFICA N° 09: TOMA DE DATOS DEL HOYO



VISTA FOTOGRAFICA N° 10: CALICATA Y SU MEDIDA



VISTA FOTOGRAFICA N° 11: CALICATA Y SU MEDIDA



VISTA FOTOGRAFICA N° 12: CALICATA Y SUS MEDIDAS

Grafico 4: Mapa de suelos del Perú

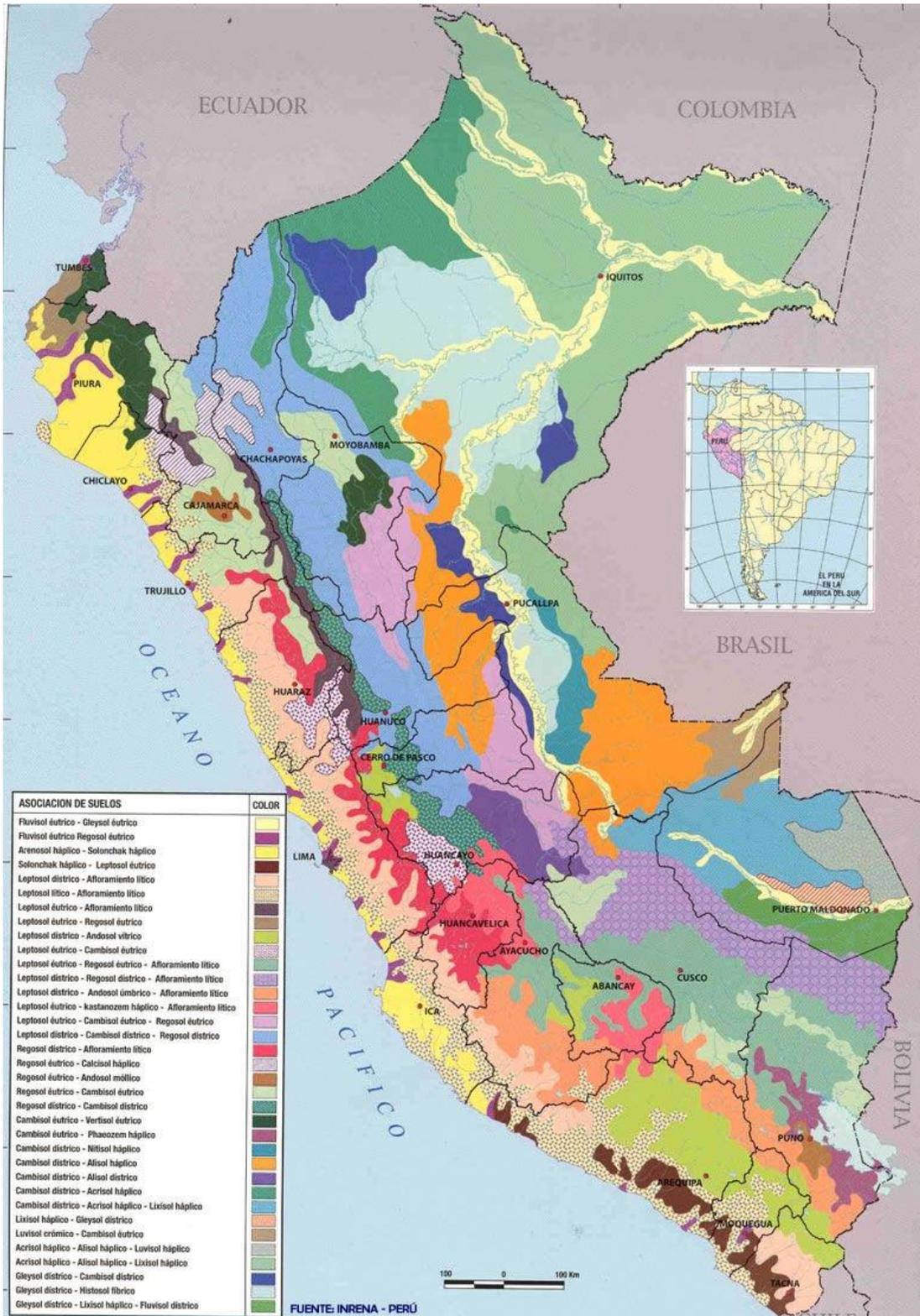


Grafico 5: mapa provincial de Pasco

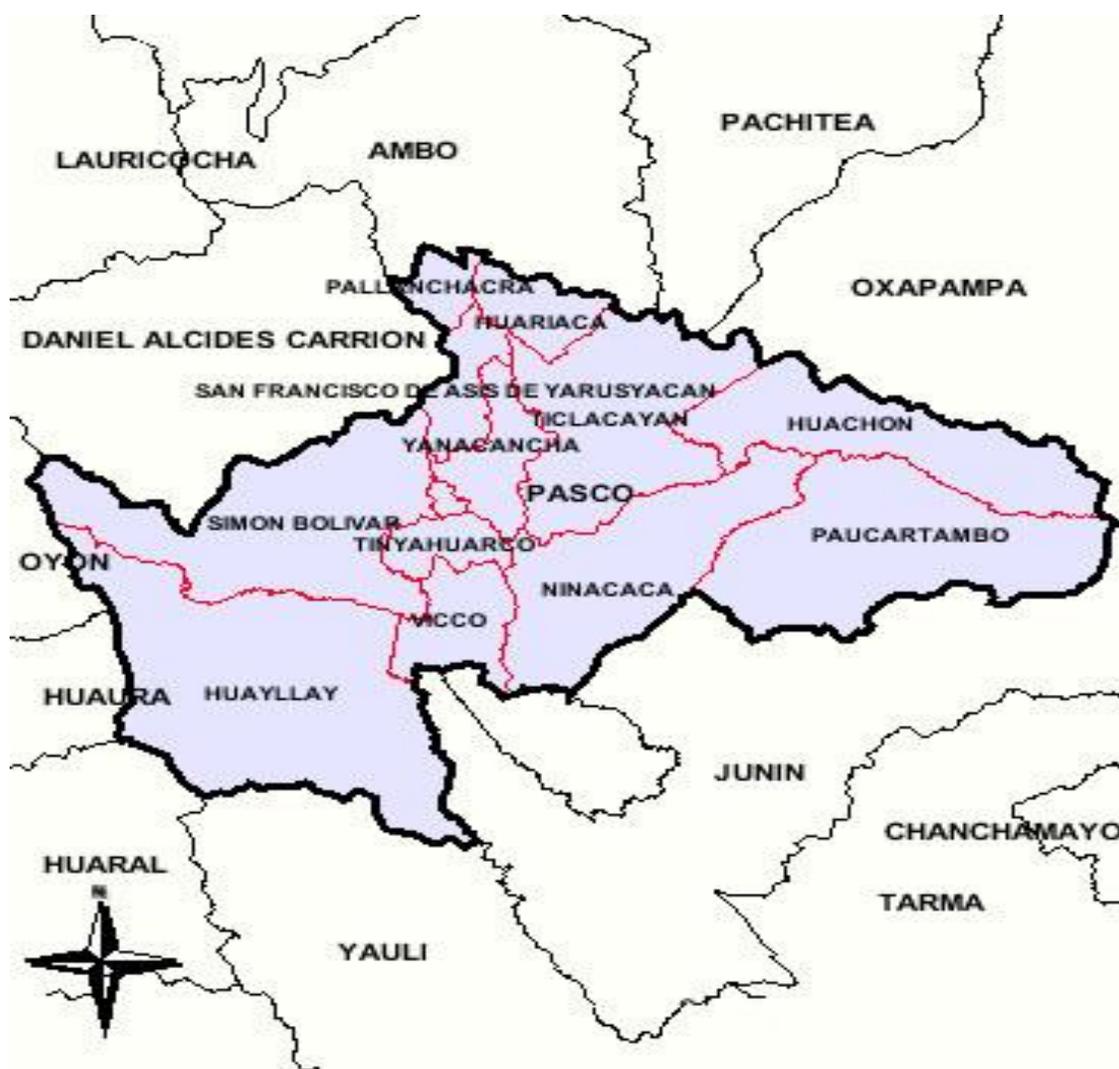


Grafico 6: mapa de Pallanchacra



Grafico 7: Zona de vida.

