

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

Caracterización de las propiedades físicas, químicas y rango de NPK para establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayan – Provincia Daniel Alcides Carrión – Región Pasco

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

**Autores: Bach. Jose Cledy CHAPARRO LUJAN
Bach. Henry Ignacio NAJERA HUIDOBRO**

Asesor: Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Caracterización de las propiedades físicas, químicas y
rango de NPK para establecer el nivel de fertilidad de los
suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de
Chacayan – Provincia Daniel Alcides Carrión – Región
Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS
PRESIDENTE

Mg. Vicente Nilo GAMARRA TORIBIO
MIEMBRO

Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por darnos una claridad y entendimiento en nuestra profesión

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

AGRADECIMIENTO

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

- A nuestra 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 gran Maestro por sus sabias enseñanzas en nuestra formación académica y aportes en la presente investigación.
- Al Mg. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA por su asesoramiento y valiosa orientación en el presente trabajo de investigación.
- Reconocimiento y gratitud a nuestros docentes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 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:

- Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS PRESIDENTE
- Mg. Vicente Nilo GAMARRA TORIBIO MIEMBRO
- Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS MIEMBRO
- Lic. Isabel Cristina DIAZ GARCIA MIEMBRO ACCESITARIO

RESUMEN

La investigación se realizó en suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayán, Región Pasco con 3443 a 3645 msnm, localizados en UTM 8841732 N y 0343073 S a UTM 8843570 N y 0342984 S, en 7 sitios de muestreo de 100 hectáreas, obteniéndose 20 muestras de suelo, se caracterizó las propiedades físicas, químicas, se determinó los rangos de NPK y niveles de fertilidad; los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos - Estación Experimental Agraria Danoso. En el análisis físico se encontró dos clases texturales franco y franco limoso en una proporción de 70 y 30 %. El análisis químico presenta: Reacción (pH) del suelo ligeramente ácido y neutro. El contenido de materia orgánica varía entre medio y alto en una proporción de 95 y 5%. El contenido de nitrógeno total: bajo, moderado y alto en proporciones de 60, 35 y 5%, fósforo disponible se clasifican en cuatro grupos muy bajo, bajo, moderado y alto; potasio disponible clasificados en bajo, medio y alto, conductividad eléctrica, se clasifican en no salinos, el carbonato de calcio (CaCo₃), condición normal, capacidad de intercambio catiónico en alto y moderado, el rango de NPK, bajo 93 a 107 kg / ha, medio 124 a 155 kg/ha y alto 193 kg/ha, en proporciones de 60, 35 y 5%, el rango de fósforo disponible: muy bajo 1 a 9 kg /ha, bajo 18 a 23 kg/ha, medio 55 a 64 kg/ha y alto entre 78 a 115 kg/ha. Potasio disponible, bajo con valor de 238kg/ ha, medio con 456 a 492 kg/ha y alto con 715 a 1003 kg/ha. Se recomienda utilizar una dosis de fertilización del cultivo de papa con variedades mejoradas para obtener un rendimiento de 25 toneladas por hectárea, la fórmula de fertilización de 150 - 130-150 de NPK en kg/ha.

Palabras clave: Suelos óptimos, textura de suelo, materia orgánica, rango de NPK, características físicas del suelo, características químicas del suelo.

ABSTRACT

The investigation was carried out in agricultural soils of the Peasant Community of Chacayán, Pasco with 3443 to 3645 msnm, located in UTM 8841732 N and 0343073 S to UTM 8843570 N and 0342984 S, in 7 sampling sites of 100 hectares, obtaining 20 samples of soil, physical and chemical properties were characterized, NPK ranges and fertility levels were determined; the analyzes were carried out in the soil laboratory - Danoso Agricultural Experimental Station. In the physical analysis, two textural classes were found: loam and loamy loam in a proportion of 70 and 30%. The chemical analysis shows: Reaction (pH) of the slightly acidic and neutral soil. The organic matter content varies between medium and high in a proportion of 95 and 5%. The total nitrogen content: low, moderate and high in proportions of 60, 35 and 5%, available phosphorus is classified into four groups: very low, low, moderate and high; available potassium classified as low, medium and high, electrical conductivity, classified as non-saline, calcium carbonate (CaCo₃), normal condition, high and moderate cation exchange capacity, NPK range, low 93 to 107 kg/ ha, medium 124 to 155 kg/ha and high 193 kg/ha, in proportions of 60, 35 and 5%, the available phosphorus range: very low 1 to 9 kg/ha, low 18 to 23 kg/ha, medium 55 to 64 kg/ha and high between 78 to 115 kg/ha. Available potassium, low with a value of 238 kg/ha, medium with 456 to 492 kg/ha and high with 715 to 1003 kg/ha. It is recommended to use a fertilization dose of the potato crop with improved varieties to obtain a yield of 25 tons per hectare, the fertilization formula of 150 - 130-150 of NPK in kg/ha.

Keywords: Optimal soils, soil texture, organic matter, NPK range, soil physical characteristics, soil chemical characteristics.

INTRODUCCIÓN

Caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas es de suma importancia, ya que nos informan el grado de fertilidad natural de estos y poder estimar las necesidades de los elementos nutritivos que requieren las plantas cultivadas de acuerdo a sus necesidades faltante para alcanzar una cosecha favorable sin incurrir en excesos, ni cantidades deficientes, ya que en ambos casos afectarán la productividad de las cosechas por su desconocimiento, más aún los suelos de la sierra tienen generalmente reacción ácida en la que es importante realizar medidas correctivas conocidas como enmiendas.

También se conoce que gran parte de los suelos de la región andina son bajos en la fertilidad natural como consecuencia de una agricultura deficiente que está contribuyendo al deterioro del ecosistema y al desequilibrio ecológico limitando la estabilidad de la agricultura y ocasionando bajos niveles de ingresos a los agricultores de esta importante parte del país. La evaluación de la fertilidad del suelo es el proceso mediante el cual se diagnostica las propiedades físicas y químicas, consecuentemente los problemas de nutrición de las plantas cultivadas y se plantearon recomendaciones para un adecuado programa de fertilización.

Actualmente se usan varios procedimientos para determinar la fertilidad natural de los suelos, pero lo más difundidos se basan en los análisis físico- químico de los suelos, sin embargo, existe desinterés de los agricultores por conocer el nivel de fertilidad natural de sus suelos, por consiguiente existe una inadecuada fertilización en el cultivo de papa y maíz teniendo como consecuencia bajos rendimiento de las cosechas por unidad de superficie en las zonas agrícolas particularmente en la localidad de Chacayán.

Por otro lado, para el reconocimiento de la fertilidad natural de los suelos los costos de los análisis son altos; las mismas imposibilitan realizarlos a los productores individuales en el cultivo de papa y maíz; acentuándose este hecho por la escasa

disponibilidad de los laboratorios de análisis de suelos en el área de influencia de la región Pasco.

Otro hecho de importancia es que la falta de conocimiento del grado de fertilidad de los suelos de las zonas productoras de papa y maíz que conlleva al incremento de los costos de producción de los cultivos y que muchas veces también inciden en el empobrecimiento de los suelos por el deficiente manejo y conservación de estos. También cabe hacer énfasis que los agricultores tienen desconfianza en las instituciones ligadas a la actividad agropecuaria, este hecho es cada vez más acentuado ya que no existen asistencia técnica de transferencia de tecnología para incrementar la producción y productividad agrícola.

Por las razones expuestas se ha planteado el siguiente objetivo: Caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, provincia Daniel Alcides Carrión- Región Pasco.

El contenido de la tesis está comprendido por los siguientes capítulos:

I. Problema de la investigación

II. Marco teórico

III. Metodología y técnicas de investigación

IV. Resultados y discusión

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2	Delimitación de la investigación.....	2
1.3	Formulación del problema.....	2
1.3.1	Problema General.....	2
1.3.2	Problemas específicos.....	2
1.4	Formulación de Objetivos.....	3
1.4.1	Objetivo General.....	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	3
1.5	Justificación de la investigación.....	3
1.6	Limitaciones de la investigación.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de estudio.....	6
2.2	Bases teóricas – científicas.....	10
2.3	Definición de términos básicos.....	22
2.4	Formulación de hipótesis.....	23
2.4.1	Hipótesis General.....	23

2.4.2 Hipótesis Específicas.....	24
2.5 Identificación de variables	24
2.6 Definición Operacional de variables e indicadores	24

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	26
3.2. Nivel de investigación.....	26
3.3. Métodos de investigación.....	26
3.4. Diseño de investigación	26
3.5. Población y muestra.....	28
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7. Orientación ética filosófica y epistémica	33

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de trabajo de campo	34
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	35
4.3. Prueba de hipótesis.....	54
4.4. Discusión de resultados	54

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupos texturales	16
Tabla 2. Rango de pH	17
Tabla 3. Clasificación de suelos por salinidad y sodicidad.....	18
Tabla 4. Nivel de fertilidad del suelo	19
Tabla 5. Parámetros de la fertilidad del suelo	19
Tabla 6. Clasificación e interpretación de la CIC	21
Tabla 7. Valores medios de CIC, según la textura del suelo (U.S.D.A).....	21
Tabla 8. Operacionalización de las variables	25
Tabla 9. Sitios muestreados de los suelos agrícolas	29
Tabla 10. Promedios registrados de T, HR Y precipitación.....	31
Tabla 11. Promedios registrados de temperatura (°C), humedad relativa (%)	32
Tabla 12. Clase textural de los suelos agrícolas	35
Tabla 13. Análisis físico de los suelos agrícolas	36
Tabla 14. Análisis químico de los suelos agrícolas	39
Tabla 15. Análisis de la reacción (pH) de los suelos agrícolas	39
Tabla 16. Análisis de la materia orgánica de los suelos agrícolas	41
Tabla 17. Análisis del contenido de Nitrógeno de los suelos agrícola	42
Tabla 18. Análisis de contenido de fósforo disponible en los suelos agrícolas.....	44
Tabla 19. Análisis de contenido de potasio disponible en los suelos agrícolas	46
Tabla 20. Análisis de conductividad eléctrica (ms/cm).	48
Tabla 21. Análisis del contenido de Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	49
Tabla 22. Análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	50
Tabla 23. Resultado del Análisis Químico de Bases Cambiables y CIC	51
Tabla 24. Rango de Fertilidad de los suelos agrícolas.....	52
Tabla 25. Dosis de fertilización sugerida en cultivo de papa.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Climograma del año 2017 de la zona de estudio.....	32
Figura 2. Climograma del año 2018 de la zona de estudio.....	33

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El suelo es un recurso natural no renovable compuesto por sustancias sólidas (materia orgánica, organismos y minerales), agua y aire. La proporción en la que se encuentren estos componentes le confiere sus propiedades físicas, químicas y biológicas propias. (INTAGRI, 2017a) . Es un sistema dinámico funcional resultado de las interacciones de factores bióticos y abióticos sobre un material parental con la capacidad de ofertar bienes y servicios.(Bouma, 2012).

Como parte de los ecosistemas y de los agroecosistemas, es el sustento de casi todos los sistemas productivos establecidos bajo cualquier visión de manejo puesto que aporta anclaje a las plantas, humedad, aireación, nutrientes, energía vital, protección al sistema radical y estabilidad. (Paz, 2018).

La productividad de un suelo no sólo depende de los contenidos nutrimentales sino también de las características físicas del mismo, ya que como es bien conocido, el desarrollo de la parte aérea dependerá del desarrollo de la raíz.(INTAGRI, 2017).

MINAGRI (2009) reporta, que la fertilidad del suelo es concerniente al

contenido de elementos nutricionales (macronutrientes) tales como: la materia orgánica (nitrógeno), el fósforo y el potasio de la capa superficial del suelo, hasta los 30 cm de espesor. Su valor alto, medio o bajo se establece empleando la ley del mínimo, este mismo quiere enunciar que es definida por el parámetro que muestra el menor valor. Esta depende, de la dinámica física, química y biológica establecida naturalmente alrededor de la rizosfera en un ecosistema edáfico.(Paz, 2018).

1.2. Delimitación de la investigación

La Comunidad Campesina Chacayán – Provincia Daniel Alcides Carrión – Región Pasco es una comunidad de carácter agrícola y ganadera, estas dos actividades económicas son de carácter extensivo, los elementos químicos para la fertilización son escasos a esto se suma la baja productividad agrícola, la escasa calidad del suelo, su fraccionamiento y el riego con agua de las lluvias; esta es la razón de este trabajo de investigación, la cual ha sido desarrollada en 2 etapas: a) La primera donde se realizó la localización y muestreo de 7 zonas agrícolas, recogiendo 20 muestras de suelo; b) la segunda etapa se realizó el análisis de muestras de suelos en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Donoso Kiyotada Miyagawa Huaral.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuál será las características de las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características físicas de los suelos textura, estructura, color y profundidad de la Comunidad Campesina de Chacayán?
- ¿Cuáles son las propiedades químicas de pH, capacidad de intercambio

catiónico - CIC y conductividad eléctrica - CE?

- ¿Cuáles son los rangos de contenido de nitrógeno, fósforo, potasio e Identificar los niveles de fertilidad en base al análisis para cada uno de los sitios de estudio?
- ¿Qué dosis de fertilizantes se recomienda en la Comunidad Campesina de Chacayán?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el grado de fertilidad natural de suelos de la Comunidad Campesina de Chacayán, distrito del mismo nombre, Provincia Daniel Alcides Carrión de la Región Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las dosis de fertilización a utilizarse por los agricultores para el cultivo de papa y maíz.
- Determinar las características físicas de los suelos (textura, estructura, color, profundidad).
- Determinar las propiedades químicas: pH, capacidad de intercambio catiónico -CIC y conductividad eléctrica – CE.
- Establecer los rangos de contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio e Identificar los niveles de fertilidad en base al análisis para cada uno de los sitios de estudio.

1.5. Justificación de la investigación

Martin y Adad (2006) mencionan que el suelo es el recurso transcendental para el desarrollo de la vida en el planeta, en ella se desarrolla

actividades agrícolas y pecuarias, del suelo depende la disponibilidad de alimentos para el mundo. Mientras que Jaramillo (2003) menciona que el suelo es un ente complejo conformado por cuatro variables: agregados minerales, materia orgánica, disolución del suelo y el aire.

El conocimiento de las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas, es de suma importancia, ya que los mismos nos informan el grado de fertilidad natural de los suelos; para estimar las necesidades de los elementos nutritivos que requieren las plantas cultivadas de manera se incorporará al suelo de acuerdo a sus necesidades faltante para alcanzar una cosecha favorable sin incurrir en excesos ni cantidades deficientes en ambos casos afectarán la productividad de las cosechas. Más aún los suelos de la sierra tienen generalmente reacción ácida las que determinan realizar medidas correctivas conocidas como enmiendas, a fin de que nuestros suelos de la sierra contribuyan con mejor eficiencia a la productividad de los alimentos agrícolas básicos.

El desarrollo y ejecución del presente proyecto de investigación permitirá conocer las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la comunidad campesina Chacayán de la Provincia Daniel Alcides Carrión - Región Pasco, fomentando la elaboración de un adecuado plan de uso de los suelos de acuerdo a sus aptitudes y cualidades, evitando así su deterioro y degradación, que este a su vez eleve la rentabilidad del suelo, estas acciones contribuirán en mejorar adecuadamente los cultivos de papa, maíz, oca, olluco, haba, arveja, mashua, trigo que son cultivos habituales de la zona.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las principales limitantes en la conducción del experimento fueron realizar los análisis físicos y químicos de las muestras de suelo, debido a la

carencia de un laboratorio de suelos con instrumentación y espacio adecuado, para la obtención de datos requeridos en la presente investigación; se suma a esta problemática las limitaciones económicas ya que los costos en la que incurren la ejecución del proyecto han sido asumidos por los investigadores con nuestros propios peculios económicos, también la falta de apoyo de nuestra institución en diferentes aspectos como movilidad, bolsas de apoyo como lo hacen en otras universidades.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

González - Rodríguez et al. (2009) en el estudio de caracterización agrológica del suelo y diagnóstico de su fertilidad en la estación experimental del campus Nueva Granada - Colombia, con el fin de conocer su fertilidad natural y ofrecer algunas recomendaciones para su manejo. Químicamente presentó una fertilidad baja, que debe ser mejorada con aplicaciones de nitrógeno, fósforo, azufre y potasio, el incremento de la materia orgánica y la adición de cobre y boro, según los requerimientos particulares de cada cultivo. Físicamente se caracterizó por tener un alto contenido de arcilla lo que le confiere una alta humedad aprovechable, pero problemas de aireación y drenaje. Adicionalmente presentó una estabilidad estructural moderada, por lo que la maquinaria utilizada para preparar el suelo y la humedad del mismo debe ser la adecuada para evitar que se pierda la estructura.

Ibáñez (2021) en el trabajo de investigación Caracterización físico - química de suelos y contenido de nutrientes foliares y su relación con la incidencia de la pudrición de cogollo en Palma africana (*Elaeis guinensis* Jacq)

en el municipio de zona bananera Magdalena- Argentina. Para evaluar las variables de las condiciones químicas del suelo y su relación con el contenido foliar se colectaron 38 muestras de suelos de 0 a 20 cm de profundidad, para el contenido nutricional foliar, se recolectó las muestras foliares en la hoja número 17 en 38 palmas adultas, las cuales se enviaron al laboratorio 16 de Cenipalma, En cuanto, a las propiedades químicas, de los suelos se halló que el contenido de azufre estuvo en el rango de 78,3 a 10,5 mg kg⁻¹ y de fósforo en el suelo, en un rango de 40,5 y 21,8 mg kg⁻¹ ubicándose por encima de los parámetros de Munévar y lares. El contenido de bases se caracteriza por tener alto contenido de calcio que van entre 10,4 a 5,0 cmolc kg⁻¹, para el contenido de Mg rango estuvo en 4,7 y 1,5 cmolc kg⁻¹. El contenido de potasio presentó valores entre 1,1 y 0,6 cmolc kg⁻¹. Los niveles de concentración de hierro en los suelos mostraron valores que van de 382,5 a 199,1 mg kg⁻¹. Para el Mn se encontró los valores entre 57,4 y 14,5 mg kg⁻¹, para el Cu el rango de 5,1 a 2,4 mg kg⁻¹. Para el Zn sus valores estuvieron en los rangos entre 3,9 y 3,3 mg kg⁻¹ y para el boro el contenido estuvo en el rango de 11 y 0,8 mg kg⁻¹. Los resultados indicaron que los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se encuentran a nivel foliar por debajo de los rangos críticos y el calcio se encontró por arriba de los contenidos críticos del cultivo, Los contenidos foliares de P, K y Mg no presentan correlación con los contenidos de nutrientes que presentan los suelos.

Campos y Cornelio (2006) manifiesta con relación al grado de fertilidad natural de los suelos de la comunidad campesina San Juan Bautista de Huariaca, cuyos resultados obtenidos de las características físicas en 15 muestras analizadas presentan una clase textural variable de franco arcilloso, en 5 muestras, franco arcillo arenosa 2 muestras, franco arenoso 3 muestras, y de textura franca 5 muestras. Los resultados de reacción de los suelos arrojaron

un rango variable de pH, comprendido entre 6.2 y 7.8, que corresponde a las clases moderadamente ácido (6.2 a 6.5 de pH); suelos neutros de 6.6 a 7.3 de pH y suelos moderadamente alcalinos de 7.4 a 7.8 de pH. Según los resultados de análisis de suelo, el contenido de materia orgánica se encuentra en los niveles bajo, medio y alto que requieren la aplicación de materia orgánica en cantidades que oscilan entre 10-12 t/ha. El fósforo disponible también se encuentra en los niveles bajo, medio y alto por consiguiente responden bien a la aplicación de fertilizantes fosforados sobre todo en los suelos de niveles bajo y medio. El potasio disponible está en niveles bajos en la mayoría de sitios muestreados y nivel medio, respondiendo bien a la aplicación de fertilizantes potásicos. Los suelos de la comunidad campesina San Juan Bautista de Huariaca presentan un nivel de fertilidad natural baja y medio.

Cabello y Ale (2015) mencionan con respecto al grado de fertilidad de los suelos en la comunidad campesina de San Francisco de Asís de Yarusyacán-Pasco, siendo sus resultados obtenidos de las propiedades físicas en 20 muestras analizadas presentan una clase textural franco arcillo en 1 muestra. Los resultados de reacción de los suelos presentan un rango variable de pH, comprendidos entre 4.21 a 7.50, que corresponden a las clases extremadamente ácidos, muy fuertemente ácidos, fuertemente ácidos, moderadamente ácidos, ligeramente ácidos, y ligeramente alcalinos. Los suelos analizados requieren de la aplicación de enmiendas para disminuir los rangos de pH y de esta manera favorecer el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Los resultados de análisis de suelos en cuanto al contenido porcentual de materia orgánica se encuentran en los niveles bajo y medio, por consiguiente, requieren la aplicación de materia orgánica. El contenido de nitrógeno total en porcentaje (N%) se clasifican en bajo, moderado y alto; por lo tanto, se

consideran fuerte respuesta del cultivo al nitrógeno aplicado, ligera respuesta del cultivo al nitrógeno aplicado y la aplicación de nitrógeno para mantenimiento y los de nivel alto de nitrógeno no requieren de nitrógeno. La disponibilidad de fósforo en los suelos es variada predominando el nivel bajo y medio, seguido por el nivel alto. El potasio disponible se encuentra en niveles bajos y medios.

Chuquillanqui y Vega (2015) refieren con relación a las características físicas y químicas de los suelos de la comunidad campesina de Pallanchacra de la provincia de Pasco; cuyos resultados obtenidos de las características físicas en 25 muestras analizadas presentan las clases texturales franco arenoso en 8 muestras, franco en 5 muestras, franco arcillo arenoso en 5 muestras y franco arcilloso en 7 muestras. Los resultados de reacción de los suelos denotan un rango variable de pH, comprendidos entre 6.2 a 7.6, que corresponden a las clases ligeramente ácidos, neutros y ligeramente alcalinos. Los resultados de los rangos nos indican que no existirían limitantes de pH a los cultivos a desarrollarse en estos suelos. El porcentaje de materia orgánica en todas las muestras, cuyo nivel es medio y su contenido varía de 2.45 a 3.97%. El contenido de nitrógeno total en porcentaje de 20 muestras analizadas se encuentra entre 0.16 y 0.20 % cuyos resultados demuestran un nivel de contenido medio o moderado, mientras que una muestra presenta un contenido bajo de 0.15 % de nitrógeno. En todos los casos requieren aplicación de nitrógeno para mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Sobre el contenido de fósforo en los suelos analizados las muestras tienen un nivel bajo, medio y 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. Los resultados de potasio disponible se encuentran en nivel bajo y medio, en el primer caso habrá ligera respuesta y en

el segundo caso la aplicación de potasio es para mantener la fertilidad de los suelos.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. El recurso suelo.

El suelo puede definirse como un cuerpo natural compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases, que ocurre en la superficie de la tierra, ocupa un espacio y se caracteriza por tener horizontes o capas que se diferencian del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, translocaciones y transformaciones de energía y materia, además de ser capaz de sostener las plantas en un ambiente natural (White, 2006).

FAO (2015) define el suelo como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas.

Ansaloni & Chacón (2003) El suelo, es pequeña porción de material mineral desmenuzado, transformado y mezclado con lo orgánico, se puede imaginar también como un “conjunto de materia sólida y espacios vacíos”, que está en constante transformación de acuerdo a los parámetros climáticos y biológicos que interactúan en un ecosistema dado. Los “espacios vacíos” presentes en la corteza terrestre son de diferente tamaño, pero en general tienen diámetros de unas pocas a algunas decenas de micras y pueden estar llenos de agua o de aire, según las variaciones intrínsecas y de los factores ambientales.

2.2.2. Muestreo de suelos.

El muestreo debe ser lo más representativo posible del área a investigar. El muestreo de suelos debe estar basado en la toma de suficiente número de submuestras de áreas no muy grandes que garanticen la mejor representación posible y que permitan disminuir el error de muestreo por efectos de la variabilidad en la fertilidad del suelo.(Molina, 2013).

Rodriguez y Rodríguez (2011) refieren respecto a la validación de resultados del análisis de suelo estos son un indicador de su grado fertilidad y representa sus cualidades, para ello es necesario asumir una serie de factores al realizar el muestreo con fines de fertilidad:

- A) Variabilidad de los suelos**, refiere que el suelo es un cuerpo de material bastante heterogéneo, cuya conformación varía de un sitio a otro, lo cual dio origen al establecimiento de sistemas de clasificación que permiten agrupar por homogeneidad en cada unidad del sistema. Estas diferencias entre unidades dependen de los factores formadores del suelo (clima, vegetación, tiempo), así como de los cambios introducidos por el hombre debido a la adaptación de prácticas de cultivo. Por ejemplo, suelos poco profundos (en etapa de formación) son diferentes en relación con suelos profundos (ya maduros). Del mismo modo, la aplicación continua de materia orgánica a un suelo (por años) probará cambios en sus propiedades químicas, físicas y biológicas, que lo harán esencialmente diferente en comparación con el mismo suelo al que no se le dio igual manejo.
- B) Área por representar**, las características del suelo varían en sentido vertical y horizontal. Esta situación se debe considerar en el muestreo de suelo, por lo que hay que subdividir en ambos sentidos y hacer el muestreo por separado.

Generalmente para formar una muestra compuesta se recomienda una superficie de dos a cinco hectáreas, sin embargo, en esto 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 cultivos se encuentran hortalizas, tabaco, etc., los cuales son de un alto valor unitario, como maíz, frijol, soya, sorgo, etc., se recomiendan unidades mayores.

2.2.3. Fertilidad de suelos y su evaluación.

Hernández y Cabalceta (2012) indican que el suelo es un sistema dinámico en el cual ocurren cambios y transformaciones producto de la interacción de procesos físicos, químicos y biológicos. Estos procesos ocurren en forma simultánea y producen al final un sustrato que brindara nutrientes, agua y sostén a las plantas y otros organismos. De lo anterior nace el concepto más sencillo que define al suelo como el manto consolidado de la superficie de la corteza terrestre.

MINAGRI (2009) manifiesta que la fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En tal sentido, la definición involucra a las características físicas del suelo tales como la textura, estructura, composición, profundidad y otras dependientes de estas como densidad, capacidad retentiva de humedad, aireación, porosidad, color, grado de erosión. Las características químicas están dadas fundamentalmente por la naturaleza de los componentes químicos, la reacción del suelo (pH), su capacidad de cambio (retención de aniones y cationes), contenido de sales y las limitaciones derivadas de éstas.

Vistoso - Gacitúa & Martínez – Lagos (2021) La fertilidad del suelo

depende de factores como el medio ambiente (propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y, también del clima) y de la influencia de las prácticas de manejo que realizan habitualmente los agricultores en los predios laboreo, aplicación de enmiendas y/o fertilizantes, incorporación de residuos vegetales y riego). Existen tres tipos de fertilidad de suelo:

- a) **Fertilidad física**, relacionada con la capacidad de aportar edafológicamente las condiciones necesarias para el desarrollo radicular de las plantas, la cual se relaciona con las características físicas como densidad, textura, estructura, porosidad, retención de humedad, etc., que permiten además dar el soporte a las plantas.
- b) **Fertilidad química**, es la capacidad del suelo de suministrar nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (ej. macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes como Mo, Zn, Mn, B, Cl y Cu)
- c) **Fertilidad biológica**, se refiere a la presencia y actividad de microorganismos y lombrices que realizan procesos biológicos en el suelo (que involucran procesos físicos y reacciones químicas) que son imprescindibles para mantener la funcionalidad del suelo. Sin duda, con un buen nivel de fertilidad, el suelo contribuye a mejorar la producción agropecuaria a través de una nutrición balanceada y sostenible.

2.2.4. Clasificación de suelos.

Los suelos del mundo son complejos y diversos, lo que ha dificultado que se desarrolle una clasificación que abarque y unifique los suelos de todos los países. Como consecuencia existen diferentes sistemas de clasificación. Actualmente los dos sistemas de clasificación reconocidos en el mundo son: la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) y la Taxonomía de Suelos

(Soil Taxonomy); ambos con sus últimas ediciones en el año 2014.(INTAGRI, 2017).

Asado (2012) indica que, la clase textural del suelo es un elemento importante para determinar potencialidades en el mismo, tales como: la capacidad de infiltración, el desplazamiento y/o movimiento y almacenamiento del recurso agua. Las clases textuales varían según la proporción de partículas que lo componen: arena, limo y arcilla.

USDA (2014) señala que la soil taxonomy como un sistema de clasificación natural, está basada en las propiedades de los suelos que se encuentran en el paisaje. Un objetivo del sistema es agrupa suelos con una génesis similar y utilizar un criterio específico para poner los suelos en estos grupos de acuerdo con sus propiedades. Esta es la causa por la que la soil taxonomy está jerarquizada, de modo de cada suelo está agrupado en una categoría que a su vez queda englobada en otra más amplia que alberga más categorías. Cuando se añaden más detalles entonces se define una categoría más baja.

Ventajas de la taxonomía de suelos:

- Los taxones son mutuamente excluyentes.
- Clasifica suelos y no procesos formadores.
- Aplicable a suelos agrícolas.
- Considera propiedades que tiene significación frente al uso.
- Es auto explicativo.
- Define con igual precisión todos los niveles jerárquicos permite su uso a distintas escalas.
- Es objetiva porque se basa en información cuantificada.

2.2.4.1. Clasificación de los suelos por su fertilidad

En ausencia de un sistema técnico de clasificación para la fertilidad de 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 (Chapman, 1991).

Estos incluyen identificación de drenaje deficiente estación seca marcada CIC baja, niveles altos y medios de saturación de aluminio, problemas de fijación de fosforo, limitaciones físicas severas de los vertes, deficiencia de potasio y problemas de suelos calcáreos, salinidad y alcalinidad. La aplicación inicial de este sistema pone de manifiesto que algunas de 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. (North Carolina State University, 1993).

2.2.5. Clasificación de los parámetros edáficos

Las características edáficas considerados en el Reglamento de Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor contemplando en el Decreto Supremo N° 017-2009-AG, considera una unidad de tierra clasificada para una aptitud determinada, debe ser para uso sostenible, es decir, para una productividad óptima y permanente bajo un sistema de manejo establecido. Ello implica que el uso asignado deberá conducir a la no degradación del suelo, por procesos tales como de erosión, salinización, hidromorfismo u otros.

2.2.5.1. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas se refieren, en general a la forma como se ve o se siente el suelo, y ejerce influencia directa o indirecta en todas las funciones que este desempeña en beneficio de las plantas (Narro 2004). Entre las principales propiedades físicas del suelo tenemos:

A) Profundidad efectiva del suelo.

Es el espesor de las capas del suelo en donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrientes. Su límite inferior está dado por capas de arcillas muy densas, materiales consolidados por la acción química (Hard panes de diferente naturaleza) materiales fragmentarios (grava, piedra o rocas) o napa freática permanente, que actúa como limitantes al desarrollo normal de las plantas.

B) Textura

Está constituida por las proporciones de la arcilla, limo y arena, en partículas de hasta 2 mm de diámetro. Se considera la textura dominante en los primeros 100 cm de profundidad.

Tabla 1. Grupos texturales

SÍMBOLO	GRUPOS	TEXTURA
G	Gruesa	Arena Arena franca
MG	Moderadamente Gruesa	Franco Arenoso
M	Media	Franco Franco Limoso Limoso
MF	Moderadamente Fina	Franco arcilloso Franco arcilloso limoso Franco arcilloso arenoso
F	Fina	Arcillo arenoso Arcillo limoso Arcilloso

Fuente: D.S. N° 017-2009-AG.

2.2.5.2. Propiedades químicas del suelo

Según Navarro (2014), la química de suelos se define como aquella parte de la ciencia de suelo que estudia la composición, las propiedades y las reacciones químicas de los suelos y están orientados a explicar la dinámica de los nutrientes vegetales y con la fertilidad del suelo, asimismo, menciona que las principales propiedades químicas del suelo se mencionan:

A) Reacción del suelo (pH)

Es el grado de alcalinidad o acidez de los horizontes del suelo y se mide en unidades de pH. La reacción del suelo estará dada por el pH que prevalece dentro de los primeros 50 cm de profundidad.

Tabla 2. Rango de pH

RANGO	CLASES
1	Ultra ácido
2	Extremadamente ácido
3	Muy fuertemente ácido
4	Fuertemente ácido
5	Moderadamente ácido
Menores de 6	Ligeramente ácido
7	Neutro
Mayores de 8	Ligeramente alcalino
9	Moderadamente alcalino
10	Fuertemente alcalino
11	Muy fuertemente alcalino
12	Extremadamente alcalino
13	
14	Ultra alcalino.

B) Salinidad y/o Sodicidad

El suelo se considera salino cuando la concentración de sales solubles, principalmente cloruros y sulfatos, y en casos extremos nitratos de sodio, calcio y magnesio, alcanza un nivel demasiado alto en la zona

de la raíz para un crecimiento y producción óptimos de las plantas (Goykovic y Saavedra, 2007).

Tabla 3. Clasificación de suelos por salinidad y sodicidad

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
0	<p>Libres a muy ligeramente afectados de excesos de sales y sodio:</p> <p>Prácticamente ningún cultivo se encuentra inhibido en su crecimiento o muestra daños.</p> <p>Provocados por exceso de sales o sodio.</p> <p>Los suelos muestran conductividad eléctrica inferior a 4 d S/m. el porcentaje de sodio es menor del 4%.</p>
1	<p>Ligeramente afectados por sales y sodio:</p> <p>El crecimiento de las especies es sensible está inhibido, pero las plantas tolerantes pueden subsistir.</p> <p>La conductividad eléctrica varía de 4 a 8 d S/m.</p> <p>El porcentaje de sodio es de 4 a 8%.</p>
2	<p>Moderadamente afectados por sales y sodio.</p> <p>El crecimiento de los cultivos está inhibido y muy pocas plantas pueden desarrollar adecuadamente.</p> <p>La conductividad eléctrica varía de 8 a 16 ds/m.</p> <p>El porcentaje de sodio esta entre 8 y 15 %.</p>
3	<p>Fuertemente afectados por sales y sodio.No se puede cultivar económicamente.</p> <p>La conductividad eléctrica es de mayor de 16 d s/m.</p> <p>El porcentaje de sodio sobrepasa el 15%.</p>

Fuente: D.S. N° 017-2009-AG

C) Fertilidad del suelo

Relacionado con la concentración de macronutrientes: Materia orgánica (nitrógeno), fósforo y potasio de la capa superior del suelo, hasta 30 cm de espesor. Su valor alto, medio o bajo se determina aplicando la ley del mínimo, lo que significa que está determinado por el parámetro de menor valor (Casas, 2012).

Tabla 4.Nivel de fertilidad del suelo

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	Fertilidad alta. Todos los contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y/o potasio son altos.
2	Fertilidad media. Cuando alguno de los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio es medios los demás son altos.
3	Fertilidad baja. Cuando por lo menos uno de los contenidos de materia Orgánica, fósforo y/o potasio es bajo.

Fuente: D.S. N° 017-2009-AG.

Tabla 5.Parámetros de la fertilidad del suelo

Nivel	Materia Orgánica (%)	Fosforo Disponible (Ppm)	Potasio Disponible (Ppm)
Alto	Mayor de 4	Mayor de 14	Mayor de 240
Medio	2-4	7-14	100 – 240
Bajo	Menor de 2	Menor de 7	Menor de 100

Fuente: D.S. N° 017-2009-AG.

D) Capacidad de intercambio catiónico (CIC).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), es la capacidad que presenta un suelo más concretamente el complejo arcillo- húmico de retener e intercambiar cationes y se expresa en meq/100g de suelo seco, (Villarroel, 1998).

La suma de todos los cationes intercambiables $H+Ca^{++}Mg^{++}K+Na+AL^{+++}Fe^{+++}Mn^{++}$. Constituyen la capacidad total de cambiode un suelo, llamado capacidad de intercambio catiónico (Villarroel, 1998).

La suma de los cationes $H+Ca^{++}Mg^{++}K+Na+$, intercambiable

se denomina base intercambiable y su presencia en porcentaje dentro de la capacidad total de intercambio se denomina porcentajes de saturación de bases intercambiables (Villarroel, 1998).

El intercambio de cationes es un fenómeno de superficie, ocurre en forma apreciable en partículas orgánicas y minerales menores de 20 micras, por ello, incluye algo de limo fino, la arcilla y la materia orgánica coloidal del suelo, la CIC de los minerales arcillosos del suelo más conocidos son los siguientes: (Villarroel, 1998).

- Grupo caolinita, arcillas tipo 1:1, su CIC, oscila entre 3 y 15 meq /100 g. de suelo.
- Grupo Illita, arcillas tipo 2:1, su CIC, oscila entre 10 y 40 meq/ 100g de suelo.
- Grupo Montmorillonita, arcillas tipo 2:1, su CIC, oscila entre 80 y 150 meq /100 g de suelo.
- Un suelo que permita de moderada a alta capacidad de intercambio catiónico y una alta saturación, de bases intercambiables en un indicador de buena fertilidad de dichos suelos.
- Suelos con C.I.C. < 5 meq/100 g, son suelos pobres, arenosos, poco aptos para la vida de las plantas (Villarroel, 1998)
- Suelos con C.I.C. > 30 meq/100 g, son suelos excesivamente arcillosos, con problemas de permeabilidad y estructura (Villarroel, 1998).

Tabla 6. Clasificación e interpretación de la Capacidad de Intercambio catiónico de los suelos

Clasificación	Capacidad de intercambio catiónico C.I.C meq/100g suelo seco
Muy baja	<5
Baja	6-12
Moderada	13-25
Alto	26-40
Muy alto	>40

Fuente: D.S. N° 017-2009-AG.

Tabla 7. Valores medios de CIC, según la textura del suelo (U.S.D.A)

Suelos arenosos	1-5 meq/100g
Suelos francos	5-15 meq/100g
Suelos arcillosos	15-30 meq/100 g
Turba de sphagnum	100 meq/100 g
Valor extremo inferior	<5 meq/100 g
Valor extremo superior	>300 meq/100 g
Humus	150 – 500 meq/100 g

Fuente: D.S. N° 017-2009-AG.

E) Cationes de cambios.

Barceló (s/f) indica que los cationes de cambio son retenidos por el Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ y Na⁺. También el complejo de cambio retiene otros cationes, como el NH₄⁺ y ciertos oligoelementos, en poca cantidad que es muy difícil determinarlo por medio analíticos, los límites porcentuales de la capacidad de cambio catiónico (C.C.C), deben ser:

Ca: 60 – 80% de CCC	K: 2 – 6% de CCC
Mg: 10 – 20% de CCC	Na: 0 – 3% de CCC

a) Relaciones Ca/Mg.

Barceló (s/f) indica que un exceso de Ca^{++} cambiante afecta la asimilación del Mg^{++} y del K^+ . Si la relación Ca/Mg, expresados ambos en meq/100g es mayor de 10, es posible que se produzca una carencia de Mg. La relación óptima Ca/Mg está alrededor de 5.

b) Relación K/Mg.

Barceló (s/f) indica que otra relación que se estudia es la de K/Mg, expresados ambos en meq/100g. Dicho cociente debe estar comprendido entre 0.2 y 0.3. Si es mayor de 0.5 pueden producir carencias de Mg por efecto antagónico de K. Si la relación K/Mg se aproxima a 0.1, se manifiesta en deficiencia de K inducida por el Mg.

c) Exceso de sodio

Barceló (s/f) manifiesta que un exceso de Na produce deficiencias de Ca y Mg. Cuando el Na se encuentra en proporción superior al 10% de la capacidad de cambio catiónico (CCC) puede haber problemas de salinidad de tipo sódico.

Cuando el Na se encuentra en proporción superior al 15% de la CCC estamos claramente ante un suelo sódico, al que habrá que aplicar mejorantes químicos, tales como el azufre y yeso.

2.3. Definición de términos básicos

- **Muestra:** Conjunto de individuos extraídas de una población con el finde inferir las características de toda la población
- **Indicador:** Valor de una variable económica usada para determinar los cambios en una situación dada.

- **Variable:** Fenómeno que tiene la capacidad de asumir distintos valores. Es la característica que se mide en el estudio.
- **Perfil del Suelo.** Es la sección vertical o corte que va desde la superficie hasta la roca madre por lo general, y que revela la disposición y características morfológicas de las capas u horizontes que componen el suelo.
- **Unidad de tierras:** Es la extensión de tierra con ubicación geográfica y límites definidos, sobre la cual las condiciones ecológicas son homogéneas.
- **Tierras:** Este término abarca el conjunto de climas, suelo, vegetación, agua, fauna y demás factores del medio ambiente.
- **Recurso Natural Renovable:** Es el recurso natural que manejado racionalmente es duradero y se auto renueva. Son recursos naturales renovables el clima, el suelo, el agua, la vegetación y la fauna.
- **Suelo:** Es el cuerpo natural dinámico, constituido por elemento físico, químico y biológico, que conforman la capa superficial de la corteza terrestre en la que se sostienen las plantas y de la que absorben el agua y los elementos nutritivos necesarios para su desarrollo.
- **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; Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A), Tierras Aptas para Cultivos Permanente (Símbolo C), Tierras Aptas para Pastos (P), Tierras Aptas para Producción forestal (Símbolo F), Tierras de Protección (Símbolo X).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

Las características de las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayan, determinan el nivel de fertilidad natural de los suelos agrícolas.

2.4.2 Hipótesis Específicas

- ❖ Las características físicas de los suelos presentan diferenciaciones de textura, estructura, color y profundidad en las diferentes zonas de la Comunidad Campesina de Chacayán
- ❖ Las propiedades químicas de los suelos presentan diferenciaciones de pH, capacidad de intercambio catiónico-CIC, conductividad eléctrica- CE en las diferentes zonas de la Comunidad Campesina de Chacayán
- ❖ Los rangos de contenido y niveles de fertilidad de los suelos presentan diferenciaciones de nitrógeno, fósforo, potasio en las diferentes zonas de la Comunidad Campesina de Chacayán.
- ❖ La recomendación de las dosis será de acuerdo a los análisis e interpretaciones para las diferentes zonas de la Comunidad Campesina de Chacayán

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable Independiente.

La fertilidad natural de los suelos de la comunidad campesina de Chacayan..

2.5.2. Variables Dependientes.

- . Características físicas del suelo.
- . Características químicas del suelo.
- . Rango de N P K del suelo.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Tabla 8.Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL		INSTRUMENTOS
		DIMENSIÓN O FACTOR A EVALUAR	INDICADOR	
V.I Fertilidad natural de los suelos de Chacayán.	Capacidad del suelo para sustentar el crecimiento de las plantas, produciendo los nutrientes que ellas necesitan.	- Características físicas del suelo. - Características químicas del suelo	- Proporción de partículas de suelo -Rangos químicos	- Planos topográficos
V.D Características físicas del suelo	El tamaño y la proporción en que se encuentran las partículas minerales que forman el suelo determinan sus propiedades físicas	- Textura - Estructura - Porosidad - Color	- Proporción de partículas de suelo	- Mapa ecológico -GPS -Cámara fotográfica - Mapa textural
V.D Características químicas del suelo	Composición, las propiedades y las reacciones químicas de los suelos	- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) - pH - Conductividad eléctrica (CE) - Salinización - Alcalinización	- Rangos y proporciones químicas	-Bolsas de plástico - Flexómetro - Lápices -Pala recta
V.D Rango NPK del suelo	Disponibilidad para las plantas de los principales nutrientes del suelo	- Disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio	- Rangos y proporciones químicas	

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, cualitativo, con un nivel descriptivo y explicativo.

3.2. Nivel de investigación

Descriptiva y explicativa.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es descriptivo y explicativo.

3.4. Diseño de investigación

La investigación se realizó en cuatro etapas:

A) Etapa de preparación

En esta etapa se realizaron las siguientes acciones:

- Recopilación y análisis de la información existentes sobre suelos, vegetación, fertilización.
- Selección de material cartográfica.

- Ubicación de las localidades para la toma de muestras de suelos.

B) Etapa de campo

Con los datos de la etapa de preparación, se procedió a realizar el trabajo de campo de la siguiente manera:

- a) Reconocimiento general del área en estudio: Identificación de los sitios predominantes, delimitación y localización para la toma de muestras de suelo.
- b) Caracterización de los suelos; las características físicas del suelo influyen también en el comportamiento químico y biológico de un suelo. Algunas de las propiedades físicas importantes de los suelos son: a textura, estructura, densidad aparente, la porosidad, la consistencia, la temperatura.

La textura del suelo viene determinada por la proporción en que se encuentran las partículas minerales del suelo, clasificados por su tamaño en proporciones de arena, limo y arcilla; cuyas distintas combinaciones forman los diferentes tipos de textura.

Una vez determinado en el laboratorio, las proporciones de las partículas minerales del suelo, la clasificación textural se realizó mediante el empleo del triángulo de texturas, que llega a comprender 12 denominaciones texturales, en base a los porcentajes de arena, limo y arcilla.

c) Etapa de laboratorio

En esta etapa se procedió a la preparación de las muestras de suelo colectadas en la etapa de campo para su análisis físico y químico en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Donoso Kiyotada

Miyagawa Huaral.

El análisis físico de las muestras de suelo consistió en la determinación del porcentaje del contenido de arena, limo y arcilla, con la finalidad de conocer la clase textural de los suelos muestreados.

El análisis químico de las muestras de suelo consistió en la determinación de la reacción del suelo expresado en pH, que es el logaritmo cambiado de signo, de la concentración de protones en una disolución determinada, el contenido de materia orgánica expresado en porcentaje, el nitrógeno total en porcentaje, los niveles de fósforo y potasio expresados en partes por millón; la capacidad de intercambio catiónico expresado en miliequivalentes por 100 gramos de suelo, cationes de cambio expresado en porcentaje y la conductividad de corriente que pasa a través de la solución del suelo, que se expresa en deciSiemens por metro (d S/m) o también en milímetros por centímetro (mmho/cm).

d) Etapa de gabinete

En esta etapa se realizó la tabulación y el procesamiento de la información recogida en las etapas previas. Luego se delimitaron las áreas de acuerdo al grado de fertilidad de los suelos.

3.4.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación de caracterización de las propiedades físicas, químicas y rango de NPK para establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas, se ha realizado en los terrenos aptos para cultivo en limpio, simbolizado con la letra A, de la Comunidad Campesina de Chacayán.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población:

La Población estuvo conformado por los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán en una superficie de 100 hectáreas donde se determinaron las propiedades físicas y químicas; los lugares muestreados se mencionan en la tabla 9.

Tabla 9. Sitios muestreados de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayán

Sitios de muestreo	Número de muestras	Superficie (ha)	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
Gachirpata	2	10	342890	8843276
Gachirragra	3	15	343332	8843044
Golpa	3	15	342992	8842709
Aclacancha	3	15	343241	8841516
Churayhua	3	15	342924	8841516
Marayniog	3	15	343241	8842710
Tranca	3	15	343022	8841779
Total	20	100		

3.5.2. Muestra:

Las muestras se han obtenido de los sitios o lugares de cultivo de la comunidad campesina de Chacayán, teniendo en consideración las características homogéneas del suelo con la finalidad de caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas, por cada 5 hectáreas se ha tomado una muestra y los análisis respectivos se ha realizado en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Donoso Kiyotada Miyagawa Huaral.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

A. Etapa de campo

Se realizó la identificación de las zonas de estudio mediante observaciones basados en los planos agrícolas y mapa de la comunidad campesina de Chacayán. Posteriormente se colocaron 7 sitios de muestreo de los cuales se recogieron 20 muestras.

B. Etapa de Laboratorio

Las muestras de suelo colectadas se sometieron a los diversos análisis en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Donoso Kiyotada Miyagawa Huaral.

3.6.2. Instrumentos, equipos y materiales

A. Etapa de campo

- Planos topográficos
- GPS
- Cámara fotográfica

B. Etapa de laboratorio

- Libreta de campo
- Flexómetro
- Pala recta
- Baldes
- Bolsas de plástico
- Plumón indeleble
- Lápices de carbón

3.6.3. Datos registrados

A. Características del suelo

La clase textural del suelo del área muestreada es franco arenoso, la reacción del suelo es fuertemente ácido, el contenido de materia orgánica es medio, el contenido de fósforo disponible es

moderado y de potasio es bajo, por consiguiente, la fertilidad natural de suelo es media en tal situación se requiere realizar la práctica de fertilización de los campos de cultivo para mejorar los niveles actuales de productividad de las cosechas.

B. Datos meteorológicos

Según el Mapa Ecológico del Perú, actualizado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA, el clima es templado seco, correspondiente a la zona de vida bosque húmedo Montano Tropical, con temperatura promedio anual de 14°C, humedad relativa de 88%, precipitación pluvial anual de 1295 mm y una altitud de 3368 msnm.

Tabla 10. Promedios registrados de Temperatura (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm) del año 2017

Meses	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
Enero	13.83	84.99	179.60
Febrero	13.62	84.00	176.90
Marzo	13.63	89.14	213.00
Abril	14.18	85.60	111.40
Mayo	14.09	82.83	100.40
Junio	14.48	86.30	33.80
Julio	14.44	83.58	10.00
Agosto	13.89	83.44	27.40
Setiembre	14.26	84.92	90.00
Octubre	14.14	86.12	112.80
Noviembre	14.66	85.05	137.80
Diciembre	13.95	87.17	72.80
PROMEDIO	14.10	85.26	1265.90

Fuente: Dirección de Políticas Agrarias –OIA- CARRION (2017)

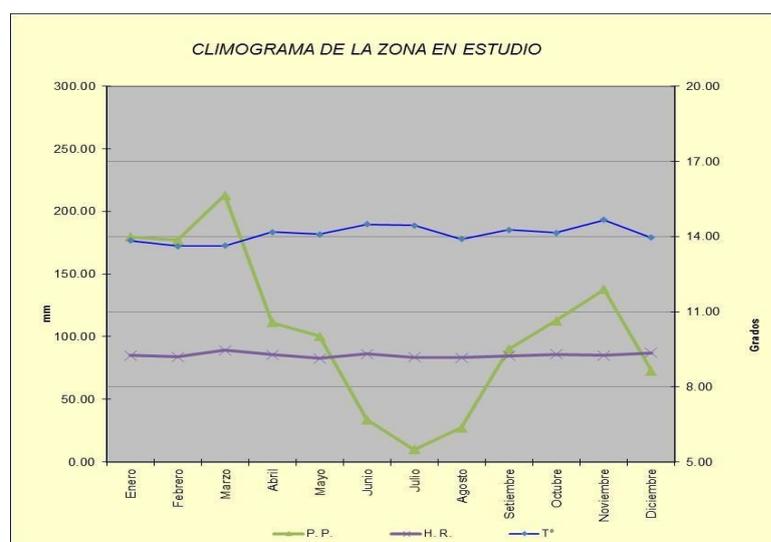


Figura 1. Climograma del año 2017 de la zona de estudio

Tabla 11. Promedios registrados de temperatura (°C), humedad relativa (%)

y precipitación (mm) del año 2018

Meses	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
Enero	13.82	88.35	115.20
Febrero	13.89	88.36	163.00
Marzo	13.62	89.08	184.20
Abril	13.68	88.77	142.00
Mayo	13.89	88.68	37.80
Junio	12.81	88.04	18.50
Julio	13.03	88.14	30.60
Agosto	13.38	89.94	18.20
Setiembre	13.86	88.94	139.20
Octubre	13.57	89.32	293.90
Noviembre	13.98	89.28	50.80
Diciembre	13.99	89.05	101.60
PROMEDIO	13.63	88.83	1295.00

Fuente: Dirección de Políticas Agrarias –OIA- CARRION (2018)

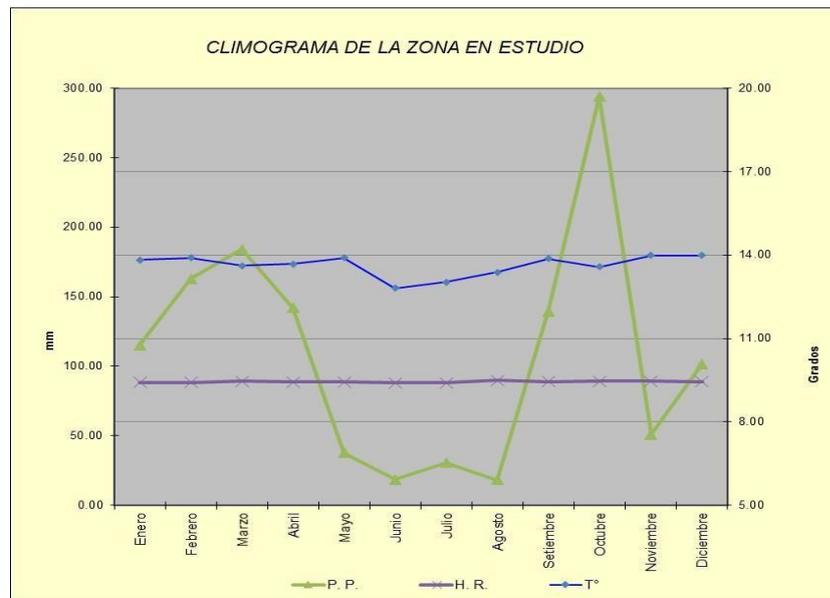


Figura 2. Climograma del año 2018 de la zona de estudio

3.7. Orientación ética

El desarrollo de la presente investigación sobre la caracterización de las propiedades físicas, químicas y rango de NPK para establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán – provincia Daniel Alcides Carrión – Región Pasco, hemos cumplido lo estipulado en el Artículo 3, del Código de Ética para la Investigación Científica de la UNDAC, la misma que tiene por finalidad promover y asegurar que las investigaciones se lleven a cabo con las máximas exigencias de rigor, honestidad y responsabilidad por parte del investigador y de los involucrados en dicho proceso. Los resultados obtenidos en la presente son fidedignos, debido a que se han seguido los principios fundamentales de la ética de la investigación como el respeto por las personas y el medio ambiente, la responsabilidad, compromiso y honestidad en las etapas de planificación, realización y comunicación de los resultados.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de trabajo de campo

En el presente trabajo de investigación presenté la siguiente ubicación geográfica:

4.1.1 Ubicación del campo experimental

Ubicación política

Región : Pasco

Provincia : Daniel Alcides Carrión

Distrito : Chacayán

Comunidad campesina : Chacayán

Ubicación geográfica

Altitud : 3368 m.s.n.m.

Latitud Sur : 10°26'04"

Longitud Oeste : 76°26'15"

Temperatura promedio : 14 ° C.

Piso agroecológico : Quechua

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Características físicas de los suelos agrícolas de la Comunidad

Campesina de Chacayán

Con la finalidad de determinar las características físicas de los suelos agrícolas de la comunidad de referencia se han tomado muestras en los sitios que se detallaron en la tabla 12.

Tabla 12. Clase textural de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán

Sitios	Muestras	Clase Textural
Gachirpata	1	Franco
	2	Franco
Gachirragra	1	Franco
	2	Franco
	3	Franco
Golpa	1	Franco limoso
	2	Franco limoso
	3	Franco
Aclacancha	1	Franco limoso
	2	Franco
	3	Franco
Churayhua	1	Franco
	2	Franco
	3	Franco
Marayniog	1	Franco
	2	Franco
	3	Franco limoso
Tranca	1	Franco
	2	Franco limoso
	3	Franco limoso
Total	20	

4.2.2. Resultado del análisis físico de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán.

Tabla 13. Análisis físico de los suelos agrícolas

Muestra	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase textural
1	40.20	42.56	17.24	Franco
2	38.20	46.56	15.24	Franco
3	46.20	38.56	15.24	Franco
4	50.20	34.56	15.24	Franco
5	48.20	38.56	13.24	Franco
6	34.20	54.56	11.24	Franco limoso
7	34.20	50.56	15.24	Franco limoso
8	46.20	36.56	17.24	Franco
9	38.20	52.56	9.24	Franco limoso
10	48.20	38.56	13.24	Franco
11	48.20	40.56	11.24	Franco
12	42.20	42.56	15.24	Franco
13	44.20	38.56	17.24	Franco
14	48.20	38.56	13.24	Franco
15	46.20	36.56	17.24	Franco
16	42.20	42.56	15.24	Franco
17	32.20	52.56	15.24	Franco limoso
18	44.20	42.56	13.24	Franco
19	42.20	50.56	7.24	Franco limoso
20	40.20	50.56	9.24	Franco limoso

La tabla 13 nos indica, la clase textura de los suelos agrícolas del sitio de Gachirpata son Franco, que contienen 40.20 y 38.20% de arena, 42.56 y 46.56% de limo y 17.24 y 15.24% de arcilla.

Estos suelos presentan características físicas ideales para el desarrollo satisfactorio de los cultivos, son los más aptos para la producción agrícola y pecuaria. Su capacidad de retención de la humedad es satisfactoria, su riqueza y disponibilidad de nutrientes es buena. Los suelos de esta textura, son ideales para la obtención de altos rendimientos y alta productividad. Para mantener su fertilidad en condiciones óptimas, se requiere ejecutar trabajos de un buen

manejo de suelos (Villarroel 1998).

La clase textural de los suelos agrícolas del sitio de Gachirragra son franco, que contienen 46.20, 50.20 y 48,20% de arena, 38.56, 34.56 y 38.58% de limo y 15.24 y 13.24% de arcilla.

Las características físicas y sus bondades agrícolas son similares a los suelos del sitio de Gachirpata.

La clase textural de los suelos agrícolas del sitio de Golpa son Franco limoso que corresponde a dos muestras y Franco que corresponde a la muestra 3; que contiene 34.20% de arena, 54.56 y 50.56% de limo y 11.24 y 15.24% de arcilla.

Por sus características físicas y químicas se asemejan en ciertos aspectos a los suelos de textura franco. En estos suelos, comienzan a manifestarse características físicas poco deseables, sobre todo cuando disminuye fuertemente el contenido de arena y se incrementa la presencia de limo fino.

El limo fino provoca problemas de encostramiento superficial y compactación por debajo del piso de arado. Son suelos fértiles y de alta capacidad de retención de humedad. La textura franca cuyas características se han descrito para el sitio de Gachirragra.

La clase textural de los suelos agrícolas del sitio de Aclacancha, la muestra 1 es franco limoso y las muestras 2 y 3 es franco, cuyos contenidos de fracción mineral es 38.20% de arena, 52.56% de limo y 9.24% de arcilla. Para la textura franco el contenido de arena es 48.20% de arena, 38.56 y 40.56% de limo y 13.24

y 11.24% de arcilla.

Las características físicas y cualidades agrícolas son similares a los suelos de los sitios de Gachirpata, Gachirraza y Golpa.

La clase textural de los suelos agrícolas del sitio de Churayhua son franco, que contienen 42.20, 44.20 y 48.20% de arena, 42.56, 38.56% de limo y 15.24, 17.24 y 13.24% de arcilla.

Las características físicas y cualidades agrícolas son similares a los suelos de los sitios de Gachirpata y Gachirraza.

La clase textural de los suelos agrícolas de los sitios de Marayniog son franco y franco limoso, con contenidos de 46.20, 42.20 y 32.20% de arena, 36.56, 42.56 y 52.56% de limo y 17.24, 15.24 de arcilla.

Las características físicas y cualidades agrícolas son similares a los suelos de los sitios de Gachirpata y Gachirraza; así como de los suelos de los sitios de Golpa y Aclacancha correspondientes a la textura franco limoso.

La clase textural de los suelos agrícolas del sitio de Tranca es franco con contenidos de 44.20% de arena, 42.56% de limo y 13.24% de arcilla. La clase textural de franco limoso contiene 42.20% de arena, 50.56% de limo, 7.24% y 9.24 de arcilla.

Las características físicas y cualidades agrícolas de los suelos tienen las mismas propiedades que los suelos de los sitios de Gachirpata, Gachirraza, Golpa, Aclacancha, Churayhua y Marayniog concernientes a la textura franco y a los suelos de los sitios de Golpa, Aclacancha y Marayniog, referidos a la textura franco limoso.

4.2.3. Resultados de los análisis químicos de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán.

Tabla 14. Análisis químico de los suelos agrícolas.

N° orden	pH	% MO	%N	ppmP	ppm K	Ca Co3	mS /cmC.E.
1	6.52	3.17	0.16	14	190	0	0.35
2	6.35	2.39	0.12	2	153	0	0.26
3	6.68	2.31	0.12	5	117	0	0.62
4	6.24	2.08	0.10	1	163	1.32	2.15
5	6.26	2.33	0.12	5	158	0.88	1.74
6	6.41	3.22	0.16	4	418	0	0.28
7	6.33	3.49	0.17	7	99	0	0.41
8	6.37	3.84	0.19	6	124	0	0.54
9	6.42	2.56	0.13	1	123	0	0.25
10	6.16	2.74	0.14	0.4	112	0	0.46
11	6.25	3.65	0.18	3	131	0	0.45
12	6.50	2.23	0.11	9	185	0	0.38
13	6.54	2.08	0.10	25	114	0	0.42
14	6.56	2.84	0.14	7	154	0	0.36
15	6.82	2.52	0.13	1	123	0	0.34
16	6.34	2.49	0.12	0.2	128	0	0.28
17	6.27	3.32	0.17	0.1	121	0	0.33
18	6.22	4.96	0.25	12	364	0	0.58
19	6.22	2.74	0.14	4	205	0	0.23
20	6.25	3.97	0.20	17	298	0	0.64

Tabla 15. Análisis de la reacción (pH) de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán

N° Orden	Sitios	Muestras	Reacción de pH del suelo	
			Rangos	Clases
1	Gachirpata	1	6.52	Ligeramente ácido
		2	6.35	Ligeramente ácido
2	Gachirragra	1	6.68	Neutro
		2	6.24	Ligeramente ácido
		3	6.26	Ligeramente ácido
3	Golpa	1	6.41	Ligeramente ácido
		2	6.33	Ligeramente ácido
		3	6.37	Ligeramente ácido
4	Aclacancha	1	6.42	Ligeramente ácido

		2	6.16	Ligeramente acido
		3	6.25	Ligeramente acido
5	Churayhua	1	6.50	Ligeramente acido
		2	6.54	Ligeramente acido
		3	6.56	Ligeramente acido
6	Marayniog	1	6.82	Neutro
		2	6.34	Ligeramente acido
		3	6.27	Ligeramente acido
7	Tranca	1	6.22	Ligeramente acido
		2	6.22	Ligeramente acido
		3	6.25	Ligeramente acido

Interpretando la tabla 15, de análisis de la reacción (pH), de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, cuyasmuestras de suelo corresponden a los sitios de Gachirpata, Gachirra, Golpa, Aclacancha, Churayhua, Marayniog y Tranca; dichos rangos son variables comprendidos de 6.16 a 6.56, que se encuentran en la clase ligeramente ácido y los rangos 6.68 y 6.82son considerados en la clase neutro, que pertenecen a la muestra1 de los sitios de Gachirra y Marayniog.

El termino reacción (pH) del suelo, se emplea universalmente para expresar el contenido de iones hidrogeno que se encuentran en forma activa en una solución o en una suspensión de cualquier material. El pH de los suelos es de gran importancia para la agricultura, cuya propiedad afecta la solubilidad de muchos de los nutrimentos esenciales para las plantas y también la solubilidad de sustancias que le son tóxicas a las plantas.

La reacción de los suelos analizados que tienen la clasificación ligeramente ácido y neutro poseen la condición más favorable para la solubilidad del fosforo, que facilitara el crecimiento y desarrollo adecuado de los cultivos. (Arca 1997).

La reacción del suelo de los sitios analizados es óptima para los cultivos de avena, cebada, maíz amiláceo, papa, trigo, haba y arveja.

Tabla 16. Análisis de la materia orgánica de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán

N° Orden	Sitios	Muestras	Materia orgánica		
			%	Clasificación	Respuesta Del Cultivo
1	Gachirpata	1	3.17	Medio	Aplicar N para mantenimiento
		2	2.39	Medio	
2	Gachirragra	1	2.31	Medio	Aplicar N para mantenimiento
		2	2.08	Medio	
		3	2.33	Medio	
3	Golpa	1	3.22	Medio	Aplicar N para mantenimiento
		2	3.49	Medio	
		3	3.84	Medio	
4	Aclacancha	1	2.56	Medio	Aplicar N para mantenimiento
		2	2.74	Medio	
		3	3.65	Medio	
5	Churayhua	1	2.23	Medio	Aplicar N para mantenimiento
		2	2.08	Medio	
		3	2.84	Medio	
6	Marayniog	1	2.52	Medio	Aplicar N para mantenimiento
		2	2.49	Medio	
		3	3.32	Medio	
7	Tranca	1	4.96	Alto	No requiere N
		2	2.74	Medio	Aplicar N para mantenimiento
		3	3.97	Medio	

Realizando la interpretación de la tabla 16, de análisis de la materia orgánica de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, tomados las muestras en los parajes o sitios de Gachirpata, Gachirragra, Golpa, Aclacancha, Churayhua, Marayniog y Tranca que se encuentran a una altitud de 3443 a 3645 msnm, en zona de vida bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT), el porcentaje de materia orgánica varía entre 2.08 y 3.97%; siendo su clasificación medio y encontrándose el nivel alto de 4.96% en la muestra 1 en el sitio de muestreo denominado Tranca.

Relacionando el contenido de materia orgánica encontrados en los lugares de muestreo de nivel medio y la respuesta de los cultivos, es necesario

aplicar el nitrógeno con fines de mantenimiento; mientras en el contenido alto de materia orgánica no se requiere aplicar nitrógeno.

La muestra orgánica es importante porque interviene en un gran número de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, la materia orgánica gruesa en la superficie del suelo, reduce el impacto de las gotas de lluvia que cae y permite que el agua, se filtre con suavidad en el suelo, contribuye a la formación de agregados estables, reduce la susceptibilidad a la erosión, incrementa la capacidad de retención del agua, además la materia orgánica sirve como depósito de los nutrientes que son esenciales para el desarrollo de las plantas. Gran porcentaje de N,P y S se presentan en formas orgánicas y están disponibles para las plantas en desarrollo, conforme se descompone la materia orgánica, asimismo, aporta hormonas y antibióticos.

Tabla 17. Análisis del contenido de Nitrógeno de los suelos agrícola

N° Orden	Sitios	Muestras	Contenido total de Nitrógeno		
			%	Clasificación	Respuesta Del Cultivo
1	Gachirpata	1	0.16	Moderado	Aplicar N para mantenimiento
		2	0.12	Bajo	Ligera respuesta del cultivo al N aplicado
2	Gachirragra	1	0.12	Bajo	Ligera respuesta del cultivo al N aplicado
		2	0.10	Bajo	
		3	0.12	Bajo	
3	Golpa	1	0.16	Moderado	Aplicar N para mantenimiento
		2	0.17	Moderado	
		3	0.19	Moderado	
4	Aclacancha	1	0.13	Bajo	Ligera respuesta del cultivo al N aplicado
		2	0.14	Bajo	
		3	0.18	Moderado	Aplicar N para mantenimiento
5	Churayhua	1	0.11	Bajo	Ligera respuesta del cultivo al N aplicado
		2	0.10	Bajo	
		3	0.14	Bajo	
6	Marayniog	1	0.13	Bajo	Ligera respuesta del cultivo al N aplicado
		2	0.12	Bajo	
		3	0.17	Moderado	Aplicar N para

					mantenimiento
7	Tranca	1	0.25	Alto	No requiere N
		2	0.14	Bajo	Aplicar N para mantenimiento
		3	0.20	Moderado	Aplicar N para mantenimiento

Realizando la interpretación de la tabla 17, análisis del contenido de Nitrógeno total en % de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, con muestras tomadas en los lugares o sitios de Gachirpata, Gachirragra, Golpa, Aclacancha, Churayhua, Marayniyog y Tranca, se clasifican en tres grupos cuyos porcentajes varía de 0.10 a 0.14% considerados de nivel bajo quemuestran una ligera respuesta de los cultivos al nitrógeno aplicado,el siguiente grupo es moderado cuyos porcentajes varia de 0.16 a0.20%, siendo la respuesta de los cultivos a la aplicación del nitrógeno para mantenimiento y el tercer grupo donde el contenido de nitrógeno en porcentaje es de 0.25% que corresponde a la muestra 1 en el sitio de Tranca, siendo la respuesta de los cultivos,que no requiere la aplicación de nitrógeno.

El nitrógeno del suelo, se encuentra casi completamente en combinación con la materia orgánica y con los minerales de arcilla, solo una pequeña parte, menos del 0.1%, existe en formas minerales disponibles como el nitrato y el amonio intercambiable.

Aunque las plantas son capaces de utilizar formas orgánicas del nitrógeno, como son los aminoácidos y las aminos; prácticamente todo el nitrógeno tomado del suelo se presenta en dos componentes inorgánicos: el amonio (NH_4^+) y el nitrato (NO_3^-). En suelos que tienen buena aireación, la oxidación de amonio a nitrato se produce tan rápidamente que el amonio casi nunca perdura; en cambio, el nitrato es la forma normalmente disponible para las plantas.

Como el nitrógeno forma parte alrededor del 5% de la materia orgánica,

la cantidad de N total en el suelo está estrechamente relacionada a la cantidad de materia orgánica. El porcentaje de N en la proporción mineral del suelo varía entre 0.02% a 0.4% (500 a 10000 kg / ha) con un promedio de 0.14% que equivales a 3600kg /ha de N.

Tabla 18. Análisis de contenido de fósforo disponible en los suelos agrícolas

N° Orden	Sitios	Muestras	Contenido de Fósforo disponible		
			ppm	Clasificación	Respuesta Del Cultivo
1	Gachirpata	1	14	Medio	Aplicar P para mantenimiento
		2	2	Muy bajo	Respuesta al P aplicado
2	Gachirragra	1	5	Bajo	Ligera respuesta al P aplicado
		2	1	Muy bajo	Respuesta al P aplicado
		3	5	Bajo	Ligera respuesta del P aplicado
3	Golpa	1	4	Bajo	Ligera respuesta del P aplicado
		2	7	Medio	Aplicar P para mantenimiento
		3	6	Bajo	Ligera respuesta del P aplicado
4	Aclacancha	1	1	Muy bajo	Respuesta al P aplicado
		2	0.4	Muy bajo	
		3	3	Muy bajo	
5	Churayhua	1	9	Medio	Aplicar P para mantenimiento
		2	25	Alto	No requiere aplicar P
		3	7	Medio	Aplicar P para mantenimiento
6	Marayniog	1	1	Muy bajo	Respuesta al P aplicado
		2	0.2	Muy bajo	
		3	0.1	Muy bajo	
7	Tranca	1	12	Medio	Aplicar P para mantenimiento
		2	4	Bajo	Ligera respuesta al P aplicado
		3	17	Alto	No se requiere aplicar P

La tabla 18 del análisis del contenido de fósforo disponible en ppm, de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, con muestras

tomadas en los lugares o sitios de Gachirpata, Gachirragra, Golpa, Aclacancha, Churayhua, Marayniog, y Tranca; los resultados se clasifican en cuatro grupos; el primer grupo cuyos datos varían entre 0.1 a 3 ppm, que se clasifican como muy bajos, siendo la respuesta del cultivo fuerte a la aplicación del fósforo, el segundo grupo los datos varían entre 4 a 6 ppm, que se clasifican como bajos, siendo su respuesta del cultivo de ligera a moderada a la aplicación de fósforo; el tercer grupo cuyos datos varían entre 7 a 14 ppm, que son clasificados como moderados, siendo su respuesta del cultivo la aplicación de fósforo es para mantenimiento, y el cuarto grupo cuyos datos varían de 17 a 25 ppm; calificado como alto y la respuesta del cultivo, es que no requiere la aplicación de fósforo.

El fósforo ayuda a que las raíces y la planta se desarrolla más rápidamente, mejora la eficiencia del uso del agua, acelera la maduración y es vital en la formación de la semilla. Generalmente, las plantas absorben la mayor parte de P en forma de ion primario orto fósforo monobásico H_2PO_4 en pequeñas cantidades son absorbidas en forma de ion secundario fósforo básico HPO_4 , la relación de absorción del ion H_2PO_4 a diez veces más rápido que el ion HPO_4 .

El contenido de P total de los suelos agrícolas es muy variable encontrándose cantidades que oscilan entre 0.017% a 0.22% que equivalen entre 440 a 5720 kg/ha de P total, considerando un peso del suelo superficial de 20 cm de profundidad y una densidad aparente de 1.3 g/cc. La fuente original de fósforo en el suelo es generalmente la Apatita $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$, insoluble la cual es un constituyente común de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

El P en el suelo se encuentra en la forma de compuestos muy poco solubles, formando fosfatos de difícil disponibilidad para las plantas,

Tabla 19. Análisis de contenido de potasio disponible en los suelos agrícolas

N° Orden	Sitios	Muestra	Contenido de Potasio disponible		
			ppm	Clasificación	Respuesta Del Cultivo
1	Gachirpata	1	190	Medio	Aplicar K para mantenimiento
		2	153	Medio	
2	Gachirragra	1	117	Medio	Aplicar K para mantenimiento
		2	163	Medio	
		3	158	Medio	
3	Golpa	1	418	Alto	No se necesita aplicar K
		2	99	Bajo	Ligera respuesta al K aplicado
		3	124	Medio	Aplicar K para mantenimiento
		1	123	Medio	
4	Aclacancha	2	112	Medio	Aplicar K para mantenimiento
		3	131	Medio	
5	Churayhua	1	185	Medio	Aplicar K para mantenimiento
		2	114	Medio	
		3	154	Medio	
6	Marayniog	1	123	Medio	Aplicar K para mantenimiento
		2	128	Medio	
		3	121	Medio	
7	Tranca	1	364	Alto	No se necesita aplicar K
		2	205	Medio	Aplicar K para mantenimiento
		3	298	Alto	No se necesita aplicar k

Conforme la interpretación de la tabla 19, el análisis del contenido de Potasio disponible en partes por millón (ppm) de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, con muestras tomadas en los lugares o sitios denominados de Gachirpata, Gachirragra, Golpa, Aclacancha, Churayhua, Marayniog y Tranca; los resultados se clasifican en tres grupos; el

primer grupo conformado por una sola muestra un valor de 99 ppm, clasificado como bajo, siendo el comportamiento del cultivo que demuestra ligera respuesta al K aplicado; al segundo grupo con datos que varían de 112 a 205 ppm; que se clasifican en el rango de medio, siendo la respuesta del cultivo a la aplicación del K que es considerado para el mantenimiento, y el tercer grupo cuyos valores varían de 298 a 418 partes por millón, que son clasificados en el nivel alto, con respuesta del cultivo, cuya aplicación de K no es necesario.

El potasio es uno de los macroelementos esenciales. La potasa disminuye la transpiración de la planta por lo que lo hace más resistente a la sequía aumenta la resistencia a las heladas al elevar el contenido de la savia en elementos minerales, favorece el desarrollo de las raíces, aumenta la resistencia de cereales al encamado, pues da rigidez a los tejidos, aumenta la resistencia de los vegetales a las enfermedades, interviene en la fotosíntesis de la hoja, favoreciendo la formación de los hidratos de carbono y el movimiento de estos glúcidos hacia los órganos de reserva.

Se ha hallado cierta relación entre la utilización de la potasa y la intensidad de la energía recibida por la planta. Por ello el abonado potásico, según diversos ensayos, es más eficaz en los años de insolación débil. También intervienen en la formación de los proteínas, por ello existe interacción entre nitrógeno y potasa (Guerrero 1989).

Tabla 20. Análisis de conductividad eléctrica (ms/cm).

N° Orden	Sitios	Muestras	Conductividad eléctrica ms/cm		
			Extracto saturado	Clasificación	Prosperidad de cultivo
1	Gachirpata	1	0.35	No salinos	Prospera todos los cultivos
		2	0.26	No salinos	
2	Gachirragra	1	0.62	No salinos	Prospera todos los cultivos
		2	2.15	No salinos	
		3	1.74	No salinos	
3	Golpa	1	0.28	No salinos	Prospera todos los cultivos
		2	0.41	No salinos	
		3	0.54	No salinos	
4	Aclacancha	1	0.25	No salinos	Prospera todos los cultivos
		2	0.46	No salinos	
		3	0.45	No salinos	
5	Churayhua	1	0.38	No salinos	Prospera todos los cultivos
		2	0.42	No salinos	
		3	0.36	No salinos	
6	Marayniog	1	0.34	No salinos	Prospera todos los cultivos
		2	0.28	No salinos	
		3	0.33	No salinos	
7	Tranca	1	0.58	No salinos	Prospera todos los cultivos
		2	0.23	No salinos	
		3	0.64	No salinos	

Según la interpretación de la tabla 20, análisis de conductividad eléctrica (mS/cm), de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, en muestras procedentes de los lugares o sitios de Gachirpata, Gachirragra, Golpa, Alclacancha, Churayhua, Marayniog y Tranca, de acuerdo al contenido de sales solubles analizados que varía de 0.23 a 2.15 mS/cm; se clasifica como suelos no salinos, por consiguiente en dichos suelos prosperan normalmente todos los cultivos, debido a la baja concentración de sales.

Tabla 21. Análisis del contenido de Carbonato de Calcio (CaCO₃)

N° Orden	Sitios	Muestra		Contenido de CaCO ₃
1	Gachirpata	1	0	Sin presencia
		2	0	Sin presencia
2	Gachirragra	1	0	Sin presencia
		2	1.32	Normal
		3	0.88	Normal
3	Golpa	1	0	Sin presencia
		2	0	Sin presencia
		3	0	Sin presencia
4	Aclacancha	1	0	Sin presencia
		2	0	Sin presencia
		3	0	Sin presencia
5	Churayhua	1	0	Sin presencia
		2	0	Sin presencia
		3	0	Sin presencia
6	Marayniog	1	0	Sin presencia
		2	0	Sin presencia
		3	0	Sin presencia
7	Tranca	1	0	Sin presencia
		2	0	Sin presencia
		3	0	Sin presencia

Realizando la interpretación del cuadro 21, del análisis del contenido de carbonato de calcio (CaCO₃), de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, de las muestras obtenidas de los lugares o sitios de Gachirpata, Gachirragra, Golpa, Aclacancha, Churayhua, Marayniog y Tranca, se ha encontrado presencia de carbonato de calcio con los valores de 0.88 y 1.32, solo en el sitio denominado Gachirragra cuyo nivel se considera normal, mientras que los otros lugares o sitios mencionados en el cuadro 10, no existe presencia del Carbonato de calcio.

Tabla 22. Análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) meq/100 g suelo seco

N° Orden	Sitios	Muestra	Capacidad de Intercambio Catiónico		
			CIC	Clasificación	Fertilidad
1	Gachirpata	1	19.39	Moderado	Buena
		2	18.60	Moderado	Buena
2	Gachirragra	1	21.57	Moderado	Buena
		2	22.82	Moderado	Buena
		3	20.86	Moderado	Buena
3	Golpa	1	21.60	Moderado	Buena
		2	22.03	Moderado	Buena
		3	23.47	Moderado	Buena
4	Aclacancha	1	23.14	Moderado	Buena
		2	22.58	Moderado	Buena
		3	23.29	Moderado	Buena
5	Churayhua	1	21.58	Moderado	Buena
		2	22.07	Moderado	Buena
		3	22.51	Moderado	Buena
6	Marayniog	1	26.13	Alto	Muy buena
		2	23.05	Moderado	Buena
		3	23.83	Moderado	Buena
7	Tranca	1	25.95	Alto	Muy buena
		2	19.99	Moderado	Buena
		3	25.17	Alto	Muy buena

La tabla 22, del Análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, de las muestras procedentes de los lugares o sitios denominados Gachirpata, Gachirragra, Golpa, Aclacancha, Churayhua, Marayniog y Tranca, por los valores encontrados que varían de 18.60 a 23.83 de Capacidad de intercambio catiónico que se clasifican como moderados donde el nivel de fertilidad es buena que corresponde a 17 muestras y el segundo grupo conformado solo por tres muestras clasificadas en el nivel alto cuyos valores varían de 25.17 y 26.13 de capacidad de intercambio catiónico, cuyo grado de fertilidad se considera muy buena y corresponde a los sitios de Marayniog y Tranca.

La capacidad de cambio catiónico de un suelo se define como la

capacidad máxima de un suelo de retener cierto número de miliequivalentes de cationes metálicos.

Potencialmente el concepto de cambio catiónico en un suelo es un indicador de su fertilidad (Soriano et al 2004).

El proceso de intercambio catiónico es una de las propiedades químicas más importantes del suelo y tiene influencia sobre un gran número de sus características. Los cationes cambiables influyen en la estructura del suelo, en su actividad biológica, en su régimen hídrico y gaseoso, en el pH, en los procesos edafogénicos de su formación. (Villa chica 1986).

Tabla 23. Resultado del Análisis Químico de Bases Cambiables y Capacidad de Intercambio Catiónico de suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán

Muestra	Ca	Mg	Na	K	CIC-E
1	16.48	2.33	0.10	0.49	19.39
2	16.08	2.02	0.11	0.39	18.60
3	18.52	2.68	0.07	0.30	21.57
4	19.17	3.15	0.08	0.42	22.82
5	17.89	2.47	0.09	0.40	20.86
6	18.03	2.41	0.09	1.07	21.60
7	18.40	3.28	0.10	0.25	22.03
8	19.62	3.44	0.09	0.32	23.47
9	19.48	3.24	0.10	0.31	23.14
10	18.89	3.34	0.06	0.29	22.58
11	19.51	3.39	0.06	0.33	23.29
12	18.32	2.70	0.09	0.47	21.58
13	19.25	2.45	0.08	0.29	22.07
14	19.37	2.67	0.08	0.39	22.51
15	22.68	3.06	0.08	0.31	26.13
16	22.02	2.63	0.08	0.33	23.05
17	20.27	3.16	0.09	0.31	23.83
18	20.56	4.38	0.08	0.93	25.95
19	17.18	2.19	0.10	0.52	19.99
20	20.42	3.90	0.09	0.76	25.17

4.2.4. Fertilidad de suelos

Tabla 24. Rango de Fertilidad de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán

N° De Muestra	Rango de NPK en Kg /ha		
	N	P2O5	K2O
1	124 M	64 M	456 M
2	93 B	9 MB	367 M
3	90 B	23 B	281 M
4	81 B	5 MB	391 M
5	91 B	23 B	379 M
6	126 M	18 B	1003 A
7	136 M	32 M	238 B
8	150 M	27 B	298 M
9	100 B	5 MB	295 M
10	107 B	2 MB	269 M
11	142 M	14 MB	314 M
12	87 B	41 M	444 M
13	81 B	115 A	274 M
14	111 B	32 M	370 M
15	98 B	5 MB	295 M
16	97 B	1 MB	307 M
17	129 M	0.5 MB	290 M
18	193 A	55 M	874 A
19	107 B	18 B	492 M
20	155 M	78 A	715 A

La tabla 24, referido a la fertilidad de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, e interpretando el correspondiente resultado del análisis químico realizado en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Donoso Kiyotada Miyagawa Huaral y teniendo en consideración el D.S. N° 017- 2009 AG del 1 de Setiembre del 2009, el concepto de fertilidad del suelo está relacionado al concepto de macronutrientes y sus componentes como la materia orgánica que aporta principalmente el nitrógeno, fósforo y potasio de la capa superficial del suelo, hasta 30 cm de espesor. Su valor alto ,medio o bajo se determina aplicándose la ley del mínimo, ello quiere que es definida por el parámetro que presenta el menor valor.

Cuando por lo menos uno de los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio es bajo; por consiguiente, los suelos analizados de los sitios de Gachirpata, Gachirraza, Golpa, Alclacancha, Churayhua, Marayniog y Tranca tienen una fertilidad baja.

Tabla 25. Dosis de fertilización sugerida en cultivo de papa con rendimiento de 25 t/ha

MUESTRA	FERTILIDAD DEL SUELOS			APORTE			DOSIS DE FERTILIDAD kg/ha		
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
1	124	54	741	26	76	-	150	130	150
2	93	8	597	57	122	-	150	130	150
3	90	20	456	60	110	-	150	130	150
4	81	4	558	69	126	-	150	130	150
5	91	20	616	59	110	-	150	130	150
6	126	16	1630	24	114	-	150	130	150
7	136	27	386	14	103	-	150	130	150
8	150	23	484	00	153	-	150	130	150
9	100	4	480	50	126	-	150	130	150
10	107	2	437	43	128	-	150	130	150
11	142	12	511	8	118	-	150	130	150
12	87	35	722	63	95	-	150	130	150
13	81	98	445	69	32	-	150	130	150
14	111	27	601	39	103	-	150	130	150
15	98	4	480	52	126	-	150	130	150
16	97	1	499	53	129	-	150	130	150
17	129	1	472	21	129	-	150	130	150
18	193	4	1420	00	126	-	150	130	150
19	107	16	800	43	114	-	150	130	150
20	155	66	1162	00	64	-	150	130	150

Analizando los resultados de la tabla 25, donde se aprecia la fertilidad de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, y teniendo en consideración las características de las propiedades físicas y químicas tales como reacción de (pH) del suelo de 6.4, el contenido promedio de la materia orgánica de 2.9%, el fósforo disponible promedio de 6 ppm, k promedio disponible de 174 ppm de K2O en kg/ha; además las características de las condiciones climatológicas y sobre todo el nivel de fertilidad del suelo así mismo, los diversos ensayos de fertilización en la sierra central del país desarrollado por

el sector agrario durante varias campañas agrícolas del cultivo de papa con variedades mejoradas; de cuyos análisis se sugiere utilizar una dosis de fertilización para obtener una producción de tubérculos de 25 toneladas por hectárea de 150-130-150 de NPK en kg/ha .

4.3. Prueba de hipótesis

En la presente investigación se planteó la hipótesis para cada una de las evaluaciones realizadas; la primera de ellas fue la hipótesis alterna que consiste en que las características de las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayán, determinaran el nivel de fertilidad natural de los suelos agrícolas.

En el análisis de laboratorio, las propiedades físicas y químicas muestran dos clases texturales franco y franco limoso, pH entre 6.16 a 6.56 y 6.68 a 6.82 que nos indican suelos ligeramente ácido y neutro, el contenido de fósforo y potasio disponible oscilan en una proporción 10 a 30%, los cuales nos indican que la disponibilidad de nutrientes y pH influyen en el nivel de fertilidad de suelo. Con estos resultados obtenidos se acepta la hipótesis alterna.

4.4. Discusión de resultados

En los análisis físicos se encontraron dos clases texturales franco y franco limoso en una proporción de 70 y 30%, los análisis químicos se registraron; reacción pH ligeramente ácido y neutro, el contenido de materia orgánica varía entre 2.08 a 3.97%, nitrógeno total se clasifica en tres grupos bajo, moderado y alto con 60,30 y 5% respectivamente, fósforo disponible en cuatro grupos: muy bajo, bajo, moderado y alto entre 0.1 a 0.3 ppm en proporciones 40,25,25 y 10%, potasio disponible de 99 a 418 ppm, conductividad eléctrica de 0.23 a 2.15 mS/cm, capacidad de intercambio catiónico en una proporción de 85 a 15 % y el rango de NPK se clasificó en tres rangos: bajo con 93 a 107 kg/ha; medio con

124 a 155 kg/ha y alto con 193 kg/ha, estos resultados obtenidos demuestran que los suelos son relativamente pobres, poco profundos, pero principalmente al ser suelos con pendientes pronunciadas tienen limitaciones para diversificar cultivos, comparados con el trabajo realizado por Campos y Cornelio (2006) en el estudio de relación al grado de fertilidad natural de los suelos de la comunidad campesina San Juan Bautista de Huariaca obtuvieron los resultados en pH entre 6.2 y 7.8, que corresponde a las clases moderadamente ácido (6.2 a 6.5 de pH) , neutros de 6.6 a 7.3 de pH y moderadamente alcalinos de 7.4 a 7.8 de pH. El fósforo disponible también se encuentra en los niveles bajo, medio y alto. El potasio disponible está en niveles bajos en la mayoría de sitios muestreados y nivel medio, respondiendo bien a la aplicación de fertilizantes potásicos. Los suelos de la comunidad campesina San Juan Bautista de Huariaca presentan un nivel de fertilidad natural baja y medio. De igual forma, Cabello (2015), mencionan con respecto al grado de fertilidad de los suelos en la comunidad campesina de San Francisco de Asís de Yarusyacán- Pasco, los resultados obtenidos presentan pH, comprendidos entre 4.21 a 7.50, que corresponden a las clases extremadamente ácidos, muy fuertemente ácidos, fuertemente ácidos, moderadamente ácidos, ligeramente ácidos, y ligeramente alcalinos, mientras que si coincidimos en el contenido de nitrógeno, fosforo y potasio disponible se encuentra en niveles bajos y medios en loa 7 áreas en estudio.

Lo que nos lleva a deducir que la disponibilidad de nutrientes disponibles y el nivel de fertilidad de suelos depende de las propiedades físicas y químicas del suelo. Las dosis de fertilización a utilizarse por los agricultores en las diferentes comunidades campesinas en el cultivo de papa variedad mejorada de 150- 130-150 de NPK en kilogramos por hectárea, que corresponden a una tecnología media en el manejo del cultivo de papa.(Chuquillanqui y Vega, 2015)

CONCLUSIONES

De los resultados del análisis físico y químico de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán de la provincia de Daniel Alcides Carrión, se tiene las siguientes conclusiones:

1. Entre las características físicas de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán de los sitios de Gachirpata, Gachirragra, Churayhua, tiene clase textural Franco, y los suelos de los lugares de Golpa, Aclacancha, Marayniog y Tranca; tienen clase textural franco y franco limoso, en una proporción de 50%. Referente a profundidad efectiva de los suelos corresponden a la clase superficiales que comprende de 25 a 50 cm y moderadamente profundo que comprende de 50 a 100 cm, respecto al color de la capa arable del suelo es gris claro a oscuro, debido a la presencia de materia orgánica en un nivel medio de 2.9%.
2. Las propiedades químicas de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán de los sitios analizados relacionado a la reacción (pH) del suelo, están comprendidos en las clases ligeramente ácido con un rango de 6.16 a 6.56 y neutro con un rango de 6.68 a 6.82; condiciones más favorables para la solubilidad del fósforo, que facilita el crecimiento y desarrollo adecuado de los cultivos.
3. Con relación a la capacidad de intercambio catiónico de los suelos analizados se clasifican como moderado en un nivel de fertilidad buena a muy buena para los sitios de Marayniog y Tranca y en cuanto a la conductividad eléctrica (mS/cm), los suelos son no salinos donde prosperan todos los cultivos.
4. El análisis de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán, ha permitido establecer los rangos de contenidos de NPK, expresado en kilogramos por hectárea, para el macronutriente nitrógeno se tiene tres rangos 95, 137 y

193; siendo la fertilidad de los suelos bajo, medio y alto conproporciones de 60, 35 y 5 %. En el contenido de macronutrientes fósforo se estableció cuatro rangos 6, 22, 45 y 97 kilogramos por hectárea, correspondiendo el nivel de fertilidad de los suelos muy bajo, bajo, medio y alto con una proporción de 40, 25, 25y 10%. El contenido de macronutrientes potasio se han establecido tres rangos 238,345 y 864 kilogramos por hectárea, con niveles de fertilidad de los suelos bajo, medio y alto en una proporción de 5, 80 y 15%.

5. Las dosis de fertilización a utilizarse por los agricultores de la comunidad campesina de Chacayán en el cultivo de papa variedad mejorada de 150- 130- 150 de NPK en kilogramos por hectárea, que corresponden a una tecnología media en el manejo del cultivo de papa.

RECOMENDACIONES

1. Replicar los trabajos de investigación en caracterización de las propiedades físicas y químicas de los suelos de la comunidad campesina de Chacayán.
2. Se recomienda la incorporación de materia orgánica en cantidades de 10 a 15 toneladas por hectárea con la finalidad de mejorar las condiciones físicas y al nivel de fertilidad de los suelos.
3. Realizar las rotaciones de cultivos incluyendo con preferencia el cultivo de leguminosas como haba y arveja para incrementar el contenido de los macronutrientes N, P, K principalmente.
4. Realizar un manejo y conservación de los suelos para incrementar la producción y productividad de los principales cultivos de la comunidad campesina de Chacayán.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asado Hurtado, AM. 2012.El suelo, soporte de vida. Huánuco, Perú. Editorial Universitaria. 151 –403 p.
- Ansaloni, R., & Chacón, G. (2003). Interacción suelo, vegetación y agua: el efecto de las plantaciones de pino en ecosistemas alto andinos del Azuay y Cañar. *Revista de La Universidad Del Azuay*, 166–173. www.uazuay.edu.ec
- Barceló, W. (S.f). Producción de plantas en vivero.Instituto agrotécnico. Santa Lucía - Buenos Aires
- Bouma, J. (2012). Hydropedology: synergistic integration of soil science and hydrology. In *Hydropedology* (pp. 483–510). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386941-8.00015-9>
- Cabello E., G. H. y Ale R., P.L. (2015). “Determinación del Grado de Fertilidad de Suelos en la Comunidad Campesina San Francisco de Asís de Yarusyacán. - Pasco
- Campos G., J. E. & Cornelio L., V. R. (2006). clasificación de los suelos de la comunidad campesina San Juan Bautista de Huariaca, según su Grado de Fertilidad Natural.
- Casas Flores, R. (2012). El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. Editorial Paraninfo.
- Chapman, H.D. (1991). Métodos de análisis para suelos, plantas y agua Edit. Trillas, México.
- Chuquillanqui K. y Vega R. (2015). “Determinación de las características Físicas y Químicas de los Suelos Agrícolas de la Comunidad Campesina de Pallanchacra – Pasco”. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Decreto Supremo N° 017-2009-AG. Reglamento de clasificación de tierras por

capacidad de uso mayor. Normas Legales El Peruano.

FAO,2015. Organización De Las Naciones Unidas para La Alimentación y La Agricultura. Propiedades físicas químicas y biológicas del suelo. <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento/de-suelos/propiedades-del-suelo/es/>.

García, G. N., & Navarro García, S. (2014). Fertilizantes: química y acción. Ediciones Paraninfo, SA

González Rodríguez, E. M., Pedraza Luengas, A., & Pérez Trujillo, M. M. (2009). Caracterización agrológica del suelo y diagnóstico de su fertilidad en la estación experimental del campus Nueva Granada, Cajicá (Cundimarca, Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 4(1), 82–104.

Goykovic Cortés, V., & Saavedra del Real, G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *Idesia (arica)*, 25(3), 47-58.

Hernández, H., y Cabalceta A. (2012). Guía Práctica para el Estudio Introductorio de los Suelos con un Enfoque Agrícola. ACCS, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Ciencias Agroalimentarias.

Ibañez - Fernandez, C. E. (2021). *Caracterización físico - química de suelos y contenido de nutrientes foliares y su relación con la incidencia de la pudrición de cogollo en Palma africana (Elaeis guinensis Jacq) en el municipio de zona bananera Magdalena*. [Universidad de Córdoba].

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4800>

INTAGRI. (2017a). Clasificación del Suelo: WRB y Soil Taxonomy . In *Artículos técnicos de INTAGRI* (Vol. 28, pp. 1–5).

<https://www.intagri.com/articulos/suelos/clasificacion-del-suelo-WRB-y-soil-taxonomy>

INTAGRI. (2017b). *Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas* | Intagri S.C. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

Jaramillo, D. 2003. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 550–570p

Martin, N. y Adad, I. 2006. Generalidades más importantes de las ciencias del suelo. En: *Disciplina Ciencias del Suelo. Tomo I. Pedología*. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 504 p

MINAGRI (2009). guía técnica, manejo y fertilidad de suelos. ministerio de agricultura y riego. Lima-Perú.

Molina, E. (2013). Análisis de suelos y su interpretación. In *Amino Grow International* (pp. 1–13). www.aminogrowinternacional.com

North Carolina State University, (1993). Research on tropical soils. annual report. Soil Science Department. Raleigh, USA.

Paz, I. E. (2018). *Microorganismos del suelo*. (23rd ed.). Universidad del Cauca. <https://eds.s.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzMxODY4MDVfX0FO0?sid=ac3c47ba-c848-4c85-84ac-98d0b595f4d9@redis&vid=1&format=EB>

Rodriguez Fuentes, H., & Rodriguez Absi, J. (2011). *Métodos de análisis de suelos y plantas* (2da Edición). TRILLAS. https://etrillas.mx/libro/metodos-de-analisis-de-suelos-y-plantas_7454

Soriano et al (2004). Prácticas de diagnóstico y fertilidad de suelos. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

USDA, 2014. Departamento de agricultura de los EE.UU. Segunda edición

Claves para la taxonomía del suelo. [En línea]:

http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf

Villaruel. A. (1998). manual para la interpretación de análisis de suelos.
recomendaciones. Consultora Vialco. Santa Cruz- Bolivia.

Vistoso - Gacitúa, E., & Martinez - Lagos, J. (2021). ¿Cómo diagnosticar la fertilidad
del suelo? *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, 280, 1–4.

<https://es.slideshare.net/cjdrowski/sintomas-visuales-falta-de-nutrientes>

White, R. 2006. Principles and practice of soil sci-24. ence: The soil as a Natural
Resource. 4th. Ed. Black-well Publishing, USA, 363 p

ANEXOS

Tabla A1. Datos meteorológicos registrados el año 2017.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)				Precipitación (mm)		
	Max. (19)	Min. (07)	Medi a	07 Hrs.	13 Hrs.	19 Hrs.	Medi a	Max. (19)	Min. (07)	Total (mm)
Enero	21.58	8.35	13.83	96.16	68.22	90.58	84.99	84.10	95,50	179.60
Febrero	21.07	8.61	13.62	96.12	65.51	90.39	84.00	84.70	92.20	176.90
Marzo	20.97	8.55	13.63	97.54	78.03	91.86	89.14	82.70	130,33	213.00
Abril	22.33	8.57	14.18	95.65	63.89	87.25	85.60	57.60	53.80	111.40
Mayo	21.84	7.61	14.09	96.45	59.13	92.90	82.83	47.20	53.20	100.40
Junio	23.00	7.30	14.48	96.67	74.11	88.11	86.30	16.80	17.00	33.80
Julio	22.71	6.87	14.44	95.32	70.07	85.35	83.58	4.00	6.00	10.00
Agosto	22.44	7.03	13.89	91.70	67.26	91.35	83.44	12.40	15.00	27.40
Setiembre	22.50	7.63	14.26	91.62	70.79	92.36	84.92	37.20	52.80	90.00
Octubre	22.42	8.42	14.14	95.50	73.29	89.58	86.12	67.80	45.00	112.80
Noviembre	22.43	8.67	14.66	94.31	72.51	88.33	85.05	92.60	45.20	137.80
Diciembre	21.19	7.97	13.95	97.80	76.91	87.42	87.17	37.00	35.80	72.80
PROMEDIO	22.04	7.97	14.10	95.35	70.81	89.62	85.26	624.1	641,8	1265.9

Tabla A2. Datos meteorológicos registrados el año 2018.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)				Precipitación (mm)		
	Max. (19)	Min. (07)	Media	07 Hrs.	13 Hrs.	19 Hrs.	Media	Max. (19)	Min. (07)	Total (mm)
Enero	21.71	7.94	13.82	95.41	76.12	93.52	88.35	62.20	53.00	115.20
Febrero	21.96	7.89	13.89	95.72	76.82	92.54	88.36	70.20	92.80	163.00
Marzo	21.07	7.48	13.62	96.46	77.24	93.53	89.08	105.2	79.00	184.20
Abril	21.60	7.63	13.68	43.39	79.62	93.30	88.77	47.00	95.00	142.00
Mayo	21.61	7.90	13.89	96.47	76.55	92.99	88.68	9.00	28.80	37.80
Junio	20.50	6.80	12.81	96.97	75.25	91.91	88.04	9.50	9.00	18.50
Julio	20.68	6.29	13.03	95.57	77.18	91.67	88.14	17.60	13.00	30.60
Agosto	21.45	6.81	13.38	97.80	78.73	93.29	89.94	9.60	8.60	18.20
Setiembre	21.87	7.97	13.86	92.30	82.38	92.14	88.94	71.20	68.00	139.20
Octubre	21.10	8.35	13.57	94.70	81.52	91.72	89.32	151.9	142.0	293.90
Noviembre	22.43	7.97	13.98	94.86	81.14	91.85	89.28	38.40	12.40	50.80
Diciembre	21.94	7.84	13.99	96.46	80.15	90.55	89.05	71.20	30.40	101.60
PROMEDIO	21.47	7.57	13.63	95.51	78.56	92.42	88.83	663.0	632.0	1295.0



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES:

- I.1. **Apellidos y nombres del informante:** Hernández Peves Maria Martha
I.2. **Grado académico:** Maestría en Recursos Vegetales y Terapéuticos
I.3. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Maria Auxiliadora
I.4. **Título de la investigación:** Caracterización de las propiedades físicas, químicas y rango de NPK para establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayán – Provincia Daniel Alcides Carrión – Región Pasco.
I.5. **Autores del instrumento:** CHAPARRO LUJAN José Cledy / NAJERA HUIDOBRO Henry Ignacio
I.6. **Nombre del instrumento:**
- Caracterizar las propiedades físicas y químicas.
 - Calcular el Rango de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.
 - Establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 - 20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.					X
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de Caracterizar las propiedades físicas y químicas, Calcular el Rango de Nitrógeno, Fosforo y Potasio y Establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas.					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales.					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica.				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio.				X	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos				X	
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto la tabla.					X
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X
III. PROMEDIO DE VALIDACION: 94%						
IV. OPINION DE APLICACIÓN:						
- Los instrumentos aplicados en el estudio, son idóneos para realizar la caracterización de suelos, cálculo de N,P,K y establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayan.						
Cerro de Pasco 06 de enero del 2023	15450009	Martha Peves			997897076	
Lugar y Fecha	N.º DNI	Firma del experto			N.º Celular	



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES:

- I.1. **Apellidos y nombres del informante:** SANTOS VARGAS Lenin W.
- I.2. **Grado académico:** Ingeniero Agrónomo
- I.3. **Cargo e institución donde labora:** Agrícola e Infraestructura Agraria Riego
- I.4. **Título de la investigación:** Caracterización de las propiedades físicas, químicas y rango de NPK para establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayán – Provincia Daniel Alcides Carrión – Región Pasco.
- I.5. **Autores del instrumento:** CHAPARRO LUJAN José Cledy / NAJERA HUIDOBRO Henry Ignacio
- I.6. **Nombre del instrumento:**
- Caracterizar las propiedades físicas y químicas.
 - Calcular el Rango de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.
 - Establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 -20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.					X
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de Caracterizar las propiedades físicas y químicas, Calcular el Rango de Nitrógeno, Fosforo y Potasio y Establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas.					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales.					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica.				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio.				X	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos				X	
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto la tabla.					X
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X
III. PROMEDIO DE VALIDACION: 94%						
IV. OPINION DE APLICACIÓN:						
- Los instrumentos aplicados en el estudio, son idóneos para realizar la caracterización de suelos, cálculo de N, P, K y establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán.						
Cerro de Pasco 06 de enero del 2023	44339388	 Ing. Lenin W. SANTOS VARGAS CIP N° 161171 XCW N° 012537 VCZR VIII			965893544	
Lugar y Fecha	N.° DNI	Firma del experto			N.° Celular	



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES:

- I.1. **Apellidos y nombres del informante:** APARI ALCANTARA Jorge Luis
- I.2. **Grado académico:** Ingeniero Agrónomo
- I.3. **Cargo e institución donde labora:** Jefe de la Unidad Zonal Pasco del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Agarario Rural – AGRORURAL, MIDAGRI
- I.4. **Título de la investigación:** Caracterización de las propiedades físicas, químicas y rango de NPK para establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayán – Provincia Daniel Alcides Carrión – Región Pasco.
- I.5. **Autores del instrumento:** CHAPARRO LUJAN José Cledy / NAJERA HUIDOBRO Henry Ignacio
- I.6. **Nombre del instrumento:**
 - Caracterizar las propiedades físicas y químicas.
 - Calcular el Rango de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.
 - Establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 -20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.					X
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de Caracterizar las propiedades físicas y químicas, Calcular el Rango de Nitrógeno, Fosforo y Potasio y Establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas.					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales.					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica.				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio.				X	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos				X	
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto la tabla.					X
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X

III. PROMEDIO DE VALIDACION: 94%

IV. OPINION DE APLICACIÓN:

- Los instrumentos aplicados en el estudio, son idóneos para realizar la caracterización de suelos, cálculo de N, P, K y establecer el nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán.

Cerro de Pasco 06 de enero del 2023	45151515	 Ing Jorge Luis Apari Alcantara JEFE DE LA UNIDAD ZONAL PASCO	963900385
Lugar y Fecha	N.º DNI	Firma del experto	N.º Celular

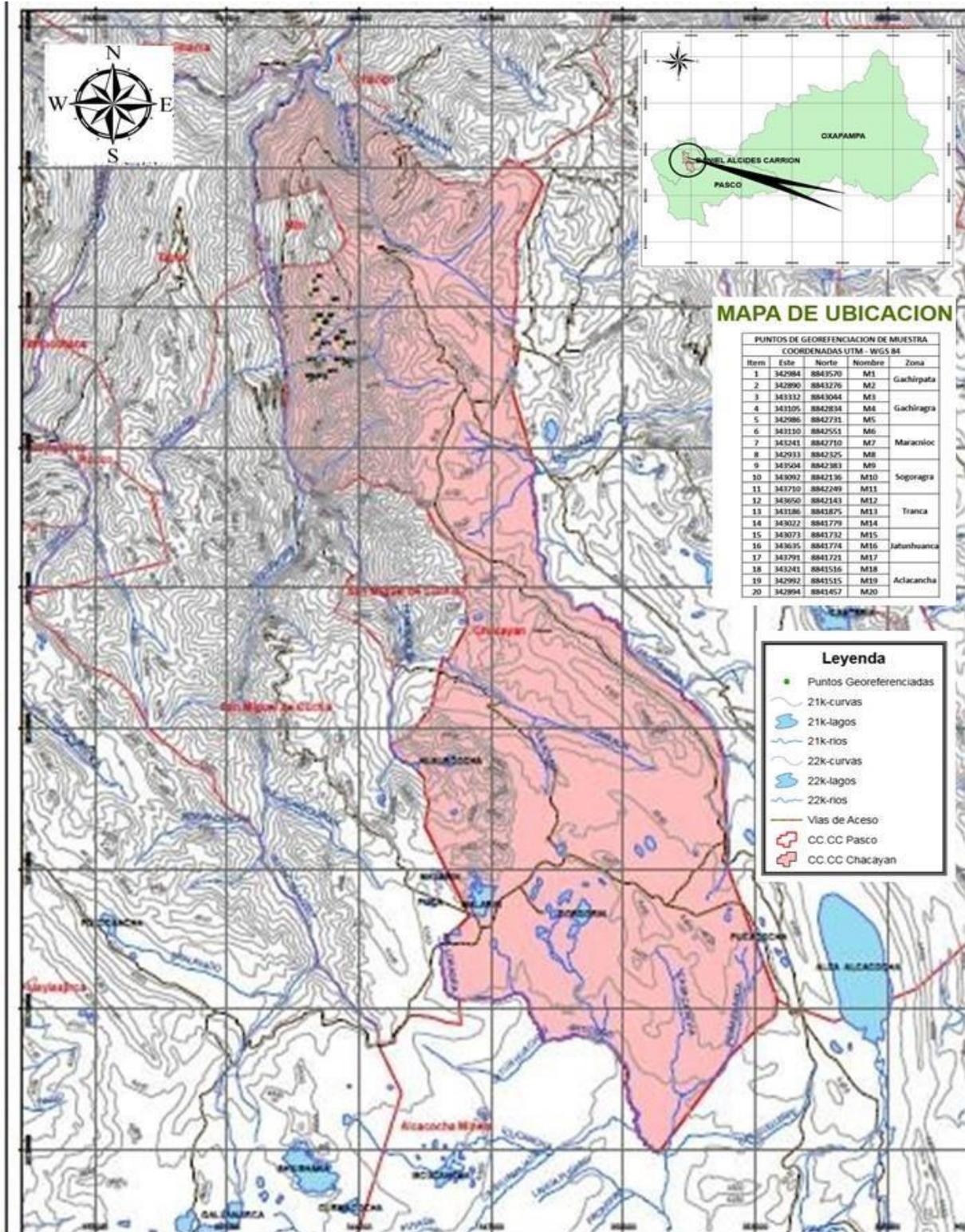
Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CHACAYÁN - PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN - PASCO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>Problema General: ¿Cuál será las características de las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el grado de fertilidad natural de suelos de la Comunidad Campesina de Chacayán, distrito del mismo nombre, Provincia Daniel Alcides Carrión de la Región Pasco</p>	<p>Hipótesis General: Las características de las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la Comunidad Campesina de Chacayán, determinan el nivel de fertilidad natural de los suelos agrícolas.</p>	<p>VARIABLES Independientes Fertilidad natural de los suelos de Chacayán.</p>	
<p>Problemas Específicos: ¿Cuáles son las características físicas de los suelos textura, estructura, color, profundidad de la Comunidad Campesina de Chacayán? ¿Cuáles son las propiedades químicas: pH, capacidad de intercambio catiónico-CIC y conductividad eléctrica - CE? ¿Cuáles son los rangos de contenido de nitrógeno, fósforo, potasio e Identificar los niveles de fertilidad en base al análisis para cada uno de los sitios de estudio?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las características físicas de los suelos (textura, estructura, color, profundidad). • Determinar las propiedades químicas: pH capacidad de intercambio catiónico-CIC, conductividad eléctrica- CE • Establecer los rangos de contenido de Nitrógeno, Fosforo, Potasio e Identificar los niveles de fertilidad en base al análisis para cada uno de los sitios de estudio. • Diagnosticar las dosis de fertilización a utilizarse por los agricultores para el cultivo de papa y maíz 	<p>Hipótesis específicas. Las características físicas de los suelos presentan diferenciaciones de textura, estructura, color y profundidad en las diferentes zonas de la Comunidad Campesina de Chacayán. Las propiedades químicas de los suelos presentan diferenciaciones de pH, capacidad de intercambio catiónico-CIC, conductividad eléctrica- CE en las diferentes zonas de la Comunidad Campesina de Chacayán Los rangos de contenido y niveles de fertilidad de los suelos presentan diferenciaciones de nitrógeno, fósforo, potasio en las diferentes zonas de la Comunidad Campesina de Chacayán. La recomendación de la dosis será de acuerdo a los análisis e interpretaciones.</p>	<p>VARIABLES Dependientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características físicas del suelo. • Características químicas del suelo. • Rango de N P K del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Textura - Estructura - Color - Profundidad de capa arable - pH - Capacidad de intercambio catiónico - conductividad eléctrica - Rango de contenido de NPK

Panel fotográfico

Caracterización de propiedades físicas - químicas de los suelos agrícolas de la
C.C Chacayán



Visita de terrenos agrícolas de la comunidad campesina de Chacayán.





Vista de preparación de hoyos para la obtención de nuestras esuelas.



Medidas de hoyo



Vista de marcación de ubicación de los hoyos mediante estacas yun GPS

