



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL



TESIS

**MONOCULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), SOBRE LA
FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA, 2021**

PRESENTADA POR:

CLEBER MUÑOZ TAPARA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO
AMBIENTE**

PUNO, PERÚ

2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

MONOCULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*), SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA, 2021

AUTOR

CLEBER MUÑOZ TAPARA

RECUENTO DE PALABRAS

16240 Words

RECUENTO DE CARACTERES

87168 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

103 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 12, 2024 9:05 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 12, 2024 9:07 PM GMT-5

● **16% de similitud general**

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

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


D. Sc. Percy Huata Panca
C.I.P. N° 48100



Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL

TESIS

**MONOCULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), SOBRE LA
FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA, 2021**



PRESENTADA POR:

CLEBER MUÑOZ TAPARA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE


.....
D.Sc. ALCIDES HUAMANI PERALTA

PRIMER MIEMBRO


.....
Dra. DAMIANA FLORES MAMANI

SEGUNDO MIEMBRO

.....
M.Sc. EDGARDO SARDON MENESES

ASESOR DE TESIS


.....
D.Sc. PERCY HUATA PANCA

Puno, 26 de enero de 2024

ÁREA: Recursos naturales.

TEMA: Cultivo de quinua y fertilidad de suelo.

LÍNEA: Valoración de recursos naturales y desarrollo sostenible.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con especial cariño a mis padres Mateo Muñoz e Hilaria Tapara, por sus sabios consejos de la vida, que me impulsaron a continuar perseverando en el logro de objetivos personales y profesionales.

A mis queridos hijos Miluska y Nikson, por motivarme a continuar con mis estudios y lograr la realización de este trabajo de tesis.

Cleber Muñoz Tapara.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, su Escuela de Posgrado, por permitirme formarme, en sus aulas universitarias de posgrado.

A la plana docente de la Maestría en Desarrollo Rural, mención Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente, por compartirnos sus sabios conocimientos y recomendaciones para afrontar los nuevos retos.

Al D. Sc. Percy Huata Panca, por su dirección y soporte durante la realización del presente trabajo de investigación.

Al M. Sc. Sandro Sardón Nina, por las sabias orientaciones en materia de suelos, durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la Ing. Karina Mariel Mamani Yucra, por su apoyo incondicional, durante la realización de este estudio.

Al D. Sc. Eliseo Pelagio Fernández Ruelas, por sus sabias orientaciones, para la ejecución de este trabajo.

A la Cooperativa COOPAIN Cabana y a su cuerpo directivo, por permitirme realizar la presente investigación, en sus campos de producción.

A los Productores propietarios de las parcelas, por permitirme acceder a sus terrenos e información para la investigación.

A la Municipalidad Distrital de Cabana, por el apoyo y aliento, para desarrollar el presente estudio.

Cleber Muñoz Tapara.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ACRÓNIMOS	ix
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco teórico	5
1.1.1	Cultivo y producción de la quinua	5
1.1.2	Monocultivo y rotación de cultivos	5
1.1.3	Efecto del monocultivo en los suelos	6
1.1.4	Suelos y su fertilidad	6
1.1.5	Sostenibilidad ambiental	8
1.1.6	Abonos orgánicos	8
1.1.7	Propiedades físico – químicos del suelo	10
1.1.8	Escala de interpretación de análisis de suelos	11
1.2	Antecedentes	14
1.2.1	Internacionales	14
1.2.2	Nacionales	18
1.2.3	Locales	19

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	21
2.2	Enunciados del problema	22
2.2.1	Problema general	22
2.2.2	Problemas específicos	22



2.3	Justificación	22
2.4	Objetivos	23
2.4.1	Objetivo general	23
2.4.2	Objetivos específicos	23
2.5	Hipótesis	23
2.5.1	Hipótesis general	23
2.5.2	Hipótesis específicas	23

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	25
3.2	Población	26
3.3	Muestra	26
3.4	Método de investigación	26
3.4.1	Factores en estudio	26
3.4.2	Características del campo de estudio	27
3.4.3	Variable de respuesta	28
3.4.4	Conducción de la investigación	28
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	32
3.5.1	Efecto de la práctica del monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico – químico del suelo	32
3.5.2	Cantidad de abonos orgánicos y su efecto en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua	33

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	34
4.1.1	Efecto de la práctica de monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico químicos del suelo	34
4.1.2	Efecto de la cantidad de abonos orgánicos aplicados, sobre la fertilidad del suelo	48
4.2	Discusión	51
4.2.1	Textura del Suelo	51
4.2.2	Densidad Aparente	52
4.2.3	Reacción del Suelo (pH)	52
4.2.4	Materia Orgánica (MO)	52



4.2.5	Nitrógeno	53
4.2.6	Fósforo	53
4.2.7	Potasio	54
4.2.8	Conductividad Eléctrica (CE)	54
4.2.9	Aluminio	55
4.2.10	Carbonato de Calcio	55
4.2.11	Abonos Orgánicos Aplicados	55
CONCLUSIONES		57
RECOMENDACIONES		58
BIBLIOGRAFÍA		59
ANEXOS		65



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Composición química del estiércol (o guano)	9
2. Grupos texturales	11
3. Tipo de fertilidad	12
4. Reacción del suelo (pH)	12
5. Conductividad eléctrica	13
6. Materia orgánica	13
7. Fósforo disponible	13
8. Potasio disponible	13
9. Carbonato de calcio	14
10. Registro de datos de las parcelas	31
11. Análisis de varianza para % arena	34
12. Análisis de varianza para % limo	35
13. Análisis de varianza para % arcilla	35
14. Prueba de Tukey promedio de % de arcilla	36
15. Análisis de varianza para densidad aparente	37
16. Resultados de análisis de propiedades físicas del suelo	38
17. Análisis de varianza para pH	39
18. Análisis de varianza para materia orgánica	39
19. Prueba de Tukey promedio de % de materia orgánica	40
20. Análisis de varianza para nitrógeno	41
21. Prueba de Tukey promedio % de nitrógeno	42
22. Análisis de varianza para fósforo	43
23. Prueba de Tukey promedio fósforo	44
24. Análisis de varianza para potasio	45
25. Análisis de varianza para conductividad eléctrica	46
26. Análisis de varianza para aluminio	47
27. Resultados de análisis de propiedades químicas del suelo	48
28. Análisis de varianza para abono orgánico	49
29. Cantidad de abono orgánico aplicado en las parcelas en estudio	50
30. Interpretación de tipo de fertilidad de suelos	50



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Lugar de estudio y puntos de muestreo de suelos	25
2. Esquema de muestreo de suelos en el campo	30
3. Comparación de medias de % arcilla	36
4. Comparación de medias de % de materia orgánica	40
5. Comparación de medias de % de nitrógeno total	42
6. Comparación de medias de fósforo (ppm)	44



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	65
2. Sistema de variables	66
3. Registro de historial de campo de parcelas de terreno	67
4. Fichas de datos e historial de campo	68
5. Panel fotográfico	86



ACRÓNIMOS

A	: Arena
AIQ	: Año internacional de la quinua
AO	: Abono orgánico
Ar	: Arcilla
CE	: Conductividad eléctrica
CIC	: Capacidad de intercambio catiónico
COS	: Carbono orgánico del suelo
CV	: Coeficiente de variación
DCA	: Diseño Completamente al Azar
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IA	: Indicador ambiental
ICS	: Indicadores de calidad de suelos
K	: Potasio
L	: Limo
M2	: Suelos con monocultivo de dos años
M3	: Suelos con monocultivo de tres años
MO	: Materia orgánica
N	: Nitrógeno
P	: Fósforo
pH	: Reacción del suelo
RC	: Suelos con rotación de cultivos
UNALM	: Universidad Nacional Agraria la Molina

RESUMEN

Las prácticas inadecuadas como el “monocultivo”, ocasiona pérdida de fertilidad del suelo, afectando la productividad de cultivos; siendo el objetivo de la investigación evaluar la fertilidad del suelo en parcelas con monocultivo de quinua. Se aplicó el método de Diseño Completamente al Azar, tomándose 18 muestras de suelo. Los resultados muestran que existe efecto significativo sobre las propiedades: arcilla (Ar), donde los suelos con rotación de cultivos (RC), fueron superior con 21.04%, seguido de monocultivo de dos años (M2) y monocultivo de tres años (M3), con 10.80% y 6.61%; materia orgánica (MO), donde suelos con RC fue superior con 2.07%, seguido de M2 y M3 con 1.67% y 1.25%; nitrógeno (N), suelos con RC fue superior con 0.08%, seguido de M2 y M3 con 0.06% y 0.05%; fósforo (P), suelos con RC fue superior con 9.97 ppm, seguido de M2 y M3 con 8.59 ppm y 8.29 ppm. No existe efecto significativo sobre las propiedades: arena, limo, densidad aparente, pH, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio. La cantidad de abonos orgánicos aplicados por el productor, no influyó favorablemente en el mejoramiento de la fertilidad del suelo, los suelos con RC tienen 1640 kg/ha, M2 tienen 956 kg/ha, y M3 tienen 399 kg/ha. Se concluye que, el monocultivo de la quinua, influyó significativamente sobre la fertilidad del suelo, suelos con RC tienen fertilidad media, mientras que los suelos con M2 y M3, ambos tienen fertilidad baja, las cantidades de abono aplicado son bajas respecto a lo recomendado (19.9%).

Palabras clave: Abonos orgánicos, fertilidad del suelo, monocultivo, quinua, rotación de cultivos.



ABSTRACT

Inadequate practices such as “monoculture” cause loss of soil fertility, affecting crop productivity; the research aimed to evaluate soil fertility in plots with quinoa monoculture. The wholly randomized design method was applied, taking 18 soil samples. The results show that there is a significant effect on the following properties: Clay (C), where soils with crop rotation (CR) were superior with 21.04%, followed by two-year monoculture (M2) and three-year monoculture (M3), with 10.80% and 6.61%; organic matter (OM), where soils with CR was superior with 2.07%, followed by M2 and M3 with 1.67% and 1.25%; nitrogen (N), soils with CR was superior with 0.08%, followed by M2 and M3 with 0.06% and 0.05%; phosphorus (P), soils with CR was superior with 9.97 ppm, followed by M2 and M3 with 8.59 ppm and 8.29 ppm. There was no significant effect on the properties of sand, silt, bulk density, pH, potassium, electrical conductivity, aluminum, and calcium carbonate. The number of organic fertilizers applied by the producer did not favorably influence the improvement of soil fertility; soils with CR have 1640 kg/ha, M2 has 956 kg/ha, and M3 has 399 kg/ha. It is concluded that the monoculture of quinoa significantly influenced soil fertility; soils with CR have medium fertility, while soils with M2 and M3 both have low fertility, and the amounts of fertilizer applied are low, concerning the recommended (19.9%).

Keywords: Crop rotation, monoculture, organic fertilizers, quinoa, and soil fertility.

INTRODUCCIÓN

El año internacional de la quinua AIQ, declarado por la FAO en el año 2013, tuvo efectos en el mercado nacional e internacional, provocando el incremento de la demanda del producto de la quinua, esto ha motivado a los agricultores a incrementar la productividad de este cultivo; sin embargo, con ello se evidenció la implementación de prácticas inadecuadas de manejo del recurso natural “suelo”, en zonas de alta producción de quinua como es el distrito de Cabana en la provincia de San Román.

En los últimos años, las prácticas de producción tradicional fueron reemplazadas, parcial o totalmente con tecnologías de cultivos intensivos, ocasionando la disminución de variedades de quinua nativas y de otros cultivos que aportan a la seguridad alimentaria en la región altoandina; por lo tanto, de una producción diversificada y de coexistencia con el entorno natural se pasa al modelo de producción más tecnificados y denominados orgánicos y convencionales, en sistemas de monocultivo y sistemas alternativos. (Pinedo et al., 2020)

El monocultivo extractivista es un ejemplo de la manera en que se están consolidando la concentración de los recursos productivos, los procesos de re-territorialización y la exclusión social. En Costa Rica y la Argentina se vieron casos donde muestran que los recursos naturales se ha mercantilizado en un proceso que parece no tener fin, mediante la búsqueda de rentabilidades crecientes con apoyo del agronegocio. El estado es uno de los principales actores que potencia y profundiza los conflictos socioambientales por la falta de regulaciones que limiten la expansión del monocultivo y la implementación de un marco normativo que protege y promueve la producción de commodities agropecuarios. (Silvetti y Cáceres, 2015)

Los cambios en sistemas de producción en el cultivo de quinua en la región del intersalar de Bolivia provocan un efecto ambiental negativo sobre las tierras de las comunidades. Existen algunas medidas de mitigación ante la desertificación de la región. (Barrientos et al., 2017). Los indicadores de materia orgánica (MO), fósforo (P) y potasio (K) intercambiables definieron más cercanamente el estado actual de la fertilidad de suelos de la Mixteca Alta Oazaqueña y evidencian su degradación, el valor de los indicadores de calidad (ICS) permitió detectar cambios producidos en los atributos usados para generar estos ICS. (Estrada et al., 2017)



La aplicación de enmiendas orgánicas en el suelo, estas tienen efectos buenos, contribuyendo a mejorar sus propiedades físicas, además de realizar un mejor manejo de algunos residuos ya sea orgánico o inorgánicos, generando a su vez algunas veces mejoras económicas. (Delgado, 2017)

El trabajo de investigación, pretende conocer los efectos de la práctica del monocultivo de la quinua sobre las propiedades físico – químicas del suelo y su repercusión sobre la fertilidad del suelo, a través del método experimental; a partir de los resultados del trabajo se podrá recomendar a los agricultores, las prácticas adecuadas para la explotación del suelo agrícola, evitando su pérdida de fertilidad.

El presente informe está estructurado en cuatro capítulos. Capítulo I: Revisión de literatura, que comprende el marco teórico y antecedentes. Capítulo II: Planteamiento del problema, contiene identificación del problema, enunciados del problema, justificación, objetivos e hipótesis de la investigación. Capítulo III: Materiales y métodos, comprende lugar de estudio, población y muestra, descripción de investigación y descripción detallada de métodos por objetivos específicos. Capítulo IV: Resultados y Discusión. Finalmente se citan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Cultivo y producción de la quinua

Apaza et al. (2013) destacan la importancia del cultivo de la quinua, por su extraordinaria versatilidad para adaptarse a diferentes pisos agroecológicos. Puede crecer con humedades relativas del 40% al 88% y tolera temperaturas desde -8°C hasta 38°C. Se adapta a climas desde desérticos hasta calurosos y secos. Es una planta eficiente al uso de agua, tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm.

Gómez et al. (2016) manifiestan que la quinua puede crecer en una variedad de tipos de suelo diferentes, pero el suelo franco, semi profundo y rico en materia orgánica es el mejor para su crecimiento. Se debe evitar el suelo con problemas de anegamiento o inundación porque dificultan el inicio del cultivo y luego promueven la podredumbre radicular a lo largo del ciclo. Las variedades de quinua se pueden cultivar en suelos con un pH que oscila entre 4,5 (en los valles interandinos del norte del Perú) y 9.0 (en el altiplano peruano boliviano y los salares de Bolivia).

1.1.2 Monocultivo y rotación de cultivos

Salcedo (2011) mención que el sistema de rotación de cultivos influye en la reacción del suelo (pH), mas no en la textura, nitrógeno total, fosforo disponible, potasio disponible, conductividad eléctrica y materia orgánica del suelo, debido que una campaña no es suficiente para demostrar que la fertilidad del suelo puede variar por efecto de la intensificación del cultivo de quinua.

SENASA (2013) recomienda las buenas prácticas agrícolas de abonamiento: i) Rotación: papa con quinua, dependiendo de la carga de fertilización empleada y la cantidad de materia orgánica en la siembra de papa, puede incorporarse como mínimo 10 sacos de guano de islas que vendría a ser en términos de NPK (70-60-12), ii) Rotación: quinua con quinua, se tiene que

realizar, una mayor incorporación de materia orgánica y emplear fuentes de NPK (180 – 150 – 37.5), la cual se alcanza con 30 sacos de guano de islas.

Silvetti y Cáceres (2015) concluyen, que la expansión del monocultivo extractivista es solo un ejemplo de cómo la concentración de los recursos productivos, los procesos de re-territorialización y la exclusión social se están consolidando.

1.1.3 Efecto del monocultivo en los suelos

Silvetti y Cáceres (2015) dicen, que, el riesgo del monocultivo, es el agotamiento y degradación del suelo porque el cultivo repetido de la misma especie agota los nutrientes necesarios. Esto finalmente causa erosión a largo plazo, lo que hace que el suelo necesite aportes regulares de fertilizantes.

Alzate y Peñaranda (2019) mencionan que la implementación del monocultivo causa un impacto ambiental negativo, ya que afecta la fertilidad del suelo y causa erosión; las consecuencias de esta práctica agrícola son: expulsión de la población rural deterioro del paisaje, pérdidas de ecosistemas originales, disminución de la producción de alimentos y alteración del ciclo hidrológico.

Salcedo (2011) indica que, el monocultivo va a afectar no solo la fertilidad de los suelos, sino también a las propiedades químicas, físicas y biológicas. La quinua al igual que cualquier otro cultivo requiere de macro y micronutrientes para realizar todos sus procesos metabólicos, el principal elemento limitante en la producción de quinua es el nitrógeno (N). El monocultivo restringe la diversidad microbiana en los suelos, lo cual repercute en su actividad, a su vez reduce la tasa de mineralización de algunos elementos orgánicos, en consecuencia, una menor disponibilidad de elementos para la planta.

1.1.4 Suelos y su fertilidad

Andrade y Martínez (2014) dicen que, el conocimiento de los niveles de nutrientes en el suelo, la composición físico-química, los niveles de extracción de los distintos cultivos y el estado nutricional de estos es la fase inicial de cualquier intento de una mejora cuantitativa y cualitativa de la producción.

Cartes (2013) define a la degradación de suelos como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, lo que se limita su productividad. Manifiesta en los aspectos físicos (erosión), químicos (falta de nutrientes, acidez, salinidad, etc.) y biológicos (falta de materia orgánica) del suelo.

León (2016) menciona que, en el distrito de Cabana, los suelos según su origen son: fluviales, aluviales y residuales. Se han identificado tres órdenes de suelos: entisol, inceptisol y mollisol.

Marín (2011) manifiesta, que los suelos tienden a degradarse según el manejo que reciban. En la mayoría de los casos, los bajos rendimientos se deben a que el suelo pierde su contenido de nutrientes o cambia sus propiedades físicas durante su uso, limitando así el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Pérez (2013) indica, que una prueba de análisis de fertilidad de suelos debe ser rápida, reproducible y barata, proveer un índice de la disponibilidad de nutrimento y relacionar el índice, al requisito nutricional del cultivo de interés.

Orsag et al. (2013) afirman, que los suelos del Altiplano Sur son de baja fertilidad natural y muy susceptibles a la erosión eólica, especialmente si quedan descubiertos. Sin embargo, las prácticas tradicionales, que incluyen la remoción mínima del terreno y la aplicación localizada del estiércol por el sistema convencional (mecanizado y con aradura de discos), el monocultivo, la aplicación de estiércol en menores dosis y al voleo, así como la ampliación de la frontera agrícola, la disminución de las actividades ganaderas y la disminución del periodo de descanso, están generando un aumento de plagas y enfermedades en la producción de quinua en las condiciones actuales podría resultar insostenible.

Sardón (2019) menciona que, los suelos de los órdenes entisol e inceptisol, se presentan en contextos muy diversos respecto de clima, inclinación de las vertientes y tipos de cobertura vegetal, teniendo como rasgo en común, una formación incipiente de horizontes pedogenéticos. Como resultado, tienen una cantidad mínima de carbono orgánico en las fracciones húmicas.

Yakabi (2014) indica que, según los resultados de su investigación, el pH estuvo dentro del rango de mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos, con suelos ligeramente ácidos y neutros; asimismo, el contenido de M.O. presentó

los porcentajes adecuados, entre 3 y 5%, cuya fuente de aporte estaría en la vegetación estacional. Los valores de ambos parámetros se encuentran en un intervalo que no es significativamente diferente entre las tres áreas de estudio; sin embargo, la CE y los contenidos de NPK fueron los parámetros que mostraron variación.

Sánchez (2012) sostiene que la acidez favorece la presencia de aluminio intercambiable en el suelo y este a su vez favorece el desarrollo de la acidez en el suelo, el aluminio es tóxico para las plantas, interfiriendo con estructura y función del citoesqueleto.

Campillo (2019) indica en su publicación, que los suelos ácidos son el resultado de la acumulación de cationes ácidos como el aluminio y la pérdida de cationes básicos como el calcio, el magnesio, el potasio y el sodio.

1.1.5 Sostenibilidad ambiental

FAO (2011) sostiene que, la producción agrícola depende del suelo. No se puede producir alimentos a gran escala ni alimentar ganado sin suelo. El suelo es un recurso valioso que requiere cuidados especiales por parte de sus usuarios porque es finito y frágil. Muchos sistemas de cultivo y gestión del suelo actuales no son sostenibles.

FAO (2017) afirma, los siguientes como resultados de la evaluación de los efectos del cambio climático en 16 cuencas y 16 cultivos del Perú: la región andina será afectada negativamente con una disminución del rendimiento de cultivos; se espera que las cuencas del norte del país tengan una mayor disponibilidad de agua, lo que resultará en un aumento de la precipitación en las áreas media y baja y una disminución en las áreas altas.

1.1.6 Abonos orgánicos

Agrorural (2018) describe que, el guano de las islas es un abono orgánico, La causa es la acumulación de excrementos de aves guaneras que viven en las islas y puntas del litoral. Tres especies de aves marinas son responsables de proporcionar este valioso abono orgánico: guanay (*Phalacrocorax bouganivillii* Lesson), piquero (*Sula variegata tshudi*) y pelícano (*Pelecanus thagus*).

Dueñas (2015) recomienda mejorar la tecnología tradicional para cumplir los requerimientos del marco normativo orgánico que exige la certificadora, por ello se debe poner énfasis en el abonamiento del terreno con estiércol de vacuno, abono foliar “biol”.

Garro (2016) indica que, la cantidad recomendada de abono orgánico es de dos (2) a diez (10) toneladas por hectárea, pero la cantidad exacta que se debe agregar al suelo depende de las necesidades de cultivo, la fertilidad del suelo, la disponibilidad de materiales para su elaboración y el acúmulo de materia orgánica en el suelo.

Orozco y Muñoz (2011) indican que, a nivel mundial ha aumentado el interés por el uso de abonos orgánicos como una forma alternativa de fertilización en los sistemas agrícolas, situación que se genera por el incremento en los precios de los agroquímicos derivados del petróleo y de una mayor toma de conciencia de los productores y consumidores sobre la necesidad de proteger el ambiente y la salud humana.

Tabla 1

Composición química del estiércol (o guano)

Especie Animal	Materia Seca %	N%	P2O5%	K2O%	CaO%	MgO%	SO4%
Vacunos (f)	6	0.29	0.17	0.10	0.35	0.13	0.04
Vacunos (s)	16	0.58	0.01	0.49	0.01	0.04	0.13
Ovejas (f)	13	0.55	0.01	0.15	0.46	0.15	0.16
Ovejas (s)	35	1.95	0.31	1.26	1.16	0.34	0.34
Caballos (s)	24	1.55	0.35	1.50	0.45	0.24	0.06
Caballos (f)	10	0.55	0.01	0.35	0.15	0.12	0.02
Cerdos (s)	18	0.60	0.61	0.26	0.09	0.10	0.04
Camélidos (s)	37	3.6	1.12	1.20	s.i.	s.i.	s.i.
Cuyes (f)	14	0.6	0.03	0.18	0.55	0.18	0.10
Gallina (s)	47	6.11	5.21	3.20	s.i.	s.i.	s.i.(f)

Nota. (f) fresco, (s) seco, (s.i.) sin información. SEPAR, 2004 Boletín Estiércoles

1.1.7 Propiedades físico – químicos del suelo

Jaramillo (2002) define los siguientes conceptos:

Consistencia del suelo, es la propiedad que define la resistencia del suelo a ser deformado por las fuerzas que se aplican sobre él. La deformación puede manifestarse como ruptura, fragmentación o flujo de los materiales del suelo y depende principalmente de la humedad, la materia orgánica y el tipo de arcilla del suelo.

La textura del suelo es la propiedad que determina la cantidad relativa (por peso) de partículas de diámetro menor a 2 mm (tierra fina). Las partículas separadas se clasifican en tres categorías según su tamaño: arena (A), limo (L) y arcilla (Ar).

Densidad Aparente, la (Dap) del suelo es una de las propiedades físicas más importantes. Al conocer el valor de la Dap del suelo se pueden hacer estimaciones de la masa de suelo por unidad de volumen, lo cual es necesario en la determinación del requerimiento de cal, fertilizantes, enmiendas orgánicas y agua de riego.

La reacción del suelo (pH), que tiene una gran influencia en muchas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, establece el grado de acidez o alcalinidad que presenta. Por esta razón, es una de sus características más significativas del suelo.

El nitrógeno total es crucial para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos. Es limitado por los altos requerimientos de nitrógeno de las plantas.

Fosforo disponible, El nutriente que más afecta la producción de los cultivos es el fósforo (P), después del N. El P está presente en prácticamente todos los procesos de transferencia de energía, incluidas las enzimas, los ácidos nucleicos y las proteínas. El material madre determina el contenido de P del suelo.

Potasio disponible, la mayoría de los suelos contienen cantidades relativamente grandes de potasio disponible. Su contenido (como K₂O) oscila entre el 0,5% y el 3%, dependiendo de su textura.

Materia orgánica, la materia orgánica del suelo es un sistema complejo y heterogéneo formado por varios grupos de sustancias que tienen sus propias dinámicas. La materia orgánica del suelo incluye todos los materiales orgánicos muertos, ya sean de animales o vegetales, así como los productos orgánicos producidos en su proceso de transformación.

1.1.8 Escala de interpretación de análisis de suelos

Tabla 2

Grupos texturales

Símbolo	Textura	Clase textural
G	Gruesa	Arena
		Arena Franca
MG	Moderadamente gruesa	Franco arenosa
		Franca
M	Media	Franco limosa
		Limo
		Franco arcillosa
MF	Moderadamente fina	Franco arcillo arenosa
		Franco arcillo limosa
		Arcillo arenosa
F	Fina	Arcillo limosa
		Arcilla

Nota. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor

Tabla 3

Tipo de fertilidad

Símbolo	Clase	Término descriptivo
1	Fertilidad alta	Cuando todos los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio son altos
2	Fertilidad media	Cuando alguno de los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio es medio, los demás son altos
3	Fertilidad baja	Cuando por lo menos uno de los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio es bajo

Nota. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor.

Tabla 4

Reacción del suelo (pH)

Término descriptivo	Rango (pH)
Ultra ácido	Menos de 3.5
Extremadamente ácido	3.6 - 4.4
Muy fuertemente ácido	4.5 – 5.0
Fuertemente ácido	5.1 – 5.5
Moderadamente ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 – 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.0
Muy fuertemente alcalino	> 9.0

Nota. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor.

Tabla 5

Conductividad eléctrica

Nivel	Rango (dS/m)
Muy ligeramente salino	Menor de 2
Ligeramente salino	2 – 4
Moderadamente salino	4 – 8
Fuertemente salino	Mayor de 8

Nota. Laboratorio UNALM 2022.

Tabla 6

Materia orgánica

Nivel	%
Bajo	< de 2
Medio	2 – 4
Alto	> de 4

Nota. Laboratorio UNALM 2022.

Tabla 7

Fósforo

Nivel	Ppm P
Bajo	< de 7
Medio	7 – 14
Alto	> de 14

Nota. Laboratorio UNALM 2022.

Tabla 8

Potasio

Nivel	Ppm K
Bajo	< de 100
Medio	100 – 240
Alto	> de 240

Nota. Laboratorio UNALM 2022.

Tabla 9*Carbonato de calcio*

Clase	% CaCO ₃
Muy bajo	< 0.5
Bajo	0.6 – 2.0
Mediano	2.1. – 15
Alto	16 – 40
Muy Alto	> 40

Nota. Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

Alvarado et al. (2017) concluyen, que todas las variables evaluadas (altura de la planta y diámetro del tallo) y los síntomas visuales de deficiencia en el cultivo de la quinua fueron significativamente afectados por los tratamientos con omisión de nitrógeno y potasio; sin embargo, la deficiencia de Fósforo también se evidenció en las etapas de crecimiento más avanzadas. Los resultados se obtuvieron mediante la técnica del elemento faltante bajo un diseño completamente al azar.

Barrientos et al. (2017) sostienen que, la ampliación irracional de la superficie de cultivo de quinua en la región del altiplano sur de Bolivia (intersalar) tiene un efecto negativo sobre la sostenibilidad y sustentabilidad del complejo quinua-camélidos. Los resultados se obtuvieron mediante el análisis y revisión de registros sobre problemas ambientales relacionados a la sostenibilidad de sistemas productivos de quinua.

Benedicto et al. (2019) evaluaron, la incorporación de tres abonos orgánicos: estiércol de caprino (EC), estiércol de bovino (EB) y estiércol de gallinaza (EG), con dos dosis de 4.5 y 9.0 kg/ m², para determinar la liberación y acumulación de C- CO₂ en condiciones de laboratorio por 95 días. En comparación con los otros abonos, las aplicaciones de EB aumentaron el pH, la

conductividad eléctrica, el carbono orgánico, el nitrógeno total y la emisión y liberación de CO₂.

Contreras y Diaz (2018) manifiestan que, encontró diferencias significativas entre tratamientos, sobresaliendo el haba por su incremento en la materia orgánica y nitrógeno en el suelo. Con respecto al fósforo, la avena recibió el mayor aumento de este nutriente en el suelo. Los resultados se analizaron con SAS Version 9.0.

Cerbin (2019) concluye, que incorporar un cultivo de cobertura, como las leguminosas, ayuda a mejorar la fertilidad de los suelos, aportando nutrientes, como el nitrógeno, favoreciendo las características de los suelos tales como materia orgánica y su estructura.

Delgado (2017) concluye, los efectos de la aplicación de Enmiendas Orgánicas en el suelo ayudan a mejorar sus propiedades físicas. Aparte de mejorar el manejo de ciertos desechos, ya sean orgánicos o inorgánicos, lo que a veces resulta en beneficios económicos.

Estrada et al. (2017) concluyen que, los indicadores de MO, P, K y Mg definieron más cercanamente el estado de la fertilidad de los suelos y evidencian su degradación. El valor de los “indicadores de calidad de suelos” el CIC, el pH, el MO, el P, el Ca, el Mg y el K fueron los atributos que se evaluaron con ICS.

Gabbarini et al. (2017) concluyen que, la actividad de fosfomosterasa mostró un comportamiento estacional opuesto para los suelos sin rotación de cultivos y no cultivados, mientras que en aquellos suelos agrícolas con Rotación de Cultivos el comportamiento fue más similar a la que presentaron los suelos sin agricultura que a los agrícolas sin rotación.

Gómez et al. (2018) concluyen que, la labranza del suelo ha permitido aumentar áreas de siembra en detrimento de su capa arable, contribuyendo a degradar en forma progresiva la superficie del suelo y facilitando la erosión. La compactación causada por el paso de la maquinaria tiene un impacto directo en la erosión por labranza.

Orozco et al. (2016) indican que, los resultados del T-1 la combinación de biofertilización (50%) y fertilización química (50%), lombricomposta y aserrín de pino como acolchado influyó positivamente sobre la capacidad de almacenamiento de agua en un 10.36%, capacidad de intercambio catiónico 83.05%, materia orgánica 24.31% y la biomasa microbiana del suelo en 113.99%, significó un aumento de la Fertilidad del Suelo. Se utilizaron un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias para analizarlos, y el nivel de significancia P fue de solo 0.05.

Ramos et al. (2019) manifiestan que, la adición de lombricomposta al suelo tuvo efecto en las propiedades físicas (capacidad de campo, densidad real y en los espacios porosos); en cuanto a las propiedades químicas hubo resultados positivos en la disponibilidad de fósforo, potasio, hierro y manganeso, así como en el pH. También se obtuvieron mayores emisiones de CO₂ por la actividad microbiana.

Sepúlveda y Blanco (2019) manifiestan que la rotación de cultivos es una práctica que busca maximizar la productividad por unidad de superficie, optimizando el uso de los recursos. La sucesión de diferentes cultivos en el mismo suelo a lo largo del tiempo tiene un impacto en la producción de las plantas y tiene un impacto en la fertilidad, la erosión, la microbiología y las propiedades físicas del suelo. En los sistemas agrícolas agroecológicos, las rotaciones son el medio principal para mantener la fertilidad del suelo, reduciendo y controlando malezas, plagas y enfermedades.

Zanor et al. (2018) concluyen en su investigación, luego de implementar dos tratamientos a los suelos aplicando lombricompostas en unidades experimentales en una dosis de 4 t/ha, obtiene resultados que, aumentaron el contenido de materia orgánica en 47%, el nitrógeno en 100%. Los resultados se analizaron mediante el diseño experimental completamente al azar.

Silva et al. (2020) dicen, en su artículo de investigación sobre análisis textural, indica que los usos del suelo (monocultivo y labranza convencional) tuvieron un impacto en las fracciones de arena y arcilla, mientras que la fracción de limo no. El diseño irrestrictamente al azar se utilizó en un arreglo factorial de dos métodos de textura por cuatro repeticiones. Los datos se sometieron a un

análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Novillo et al. (2021) manifiestan en su investigación, haber encontrado que, en los monocultivos de maíz (30 años), palma aceitera (26 años), y pasto (4 años) provocaron incrementos estadísticos significativos en la densidad aparente del suelo. El método que aplico fue el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Arteaga et al. (2016) obtuvieron resultados en su investigación, los valores de pH mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos (monocultivo de papa, praderas, barrera multiestrato, bosque plantado y bosque nativo), también mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos citados, para los contenidos de MO, N, P, y K. El método que aplicó para evaluar los resultados fue el análisis de varianza, prueba de comparaciones de medias, diferencia mínima significativa y correlaciones de Persson.

Ramírez et al. (2022) manifiestan en su investigación, sobre relación entre el pH y Conductividad Eléctrica (CE), encontró que el pH del suelo de la extracción de agua tenía una alta correlación con la CE del suelo, la salinidad del suelo tiende a ser menor si el suelo presenta mayor acidez. El método que aplico fue Las correlaciones entre las variables se determinaron mediante el uso de la técnica de regresión lineal de Deming.

Gutiérrez et al. (1998) dice que, las acumulaciones de carbonato son principalmente de origen lacustre y están relacionadas con las playas del lago antiguo donde se formaron nódulos concéntricos. El método que aplicó fue a través de estudios de campo, además de análisis macro y micro morfológicos detallados.

Males (2019) concluye en su investigación, los suelos de la región de Montufar requieren 1.1 tm/ha/año de carbonato de calcio para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la producción de cultivos en el cantón. El carbonato de calcio regula los ácidos del suelo. Aplicó el método de investigación bibliográfica y de campo.

1.2.2 Nacionales

Álvarez et al. (2020) manifiestan, que la incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost en el suelo de monocultivo de gypsophila tuvo un efecto positivo en las características físicas y químicas, se incrementó el contenido de materia orgánica, la conductividad eléctrica y el fósforo en el suelo, hubo efecto tampón del pH y la densidad aparente disminuyó. El método que aplicó fue el diseño completamente al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones.

Ardiles (2019) encontró que, en suelos de fertilidad baja, dominan la textura franco arenosa, materia orgánica baja en promedio 1.52%, Fósforo bajo con promedio de 7.00 ppm y potasio bajo con un promedio de 71.037 ppm, todos son suelos de reacción ácida con un promedio de pH 6.65. Se utilizó el diseño no experimental, transversal, es decir se recolectan datos en varios puntos en un solo momento.

Cotrina et al. (2020) concluyen que, los abonos orgánicos, en especial la gallinaza y bocashi, mostraron mejorar la concentración de los macronutrientes en el suelo, especialmente el nitrógeno, por lo que se sugiere el uso de bocashi para mejorar los niveles de macronutrientes en el suelo reduciendo la acidez del mismo. Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorio con cuatro tratamientos diferentes: control de 0 kg de abono, bochas 8,500 kg/ha, compost 8,500 kg/ha y gallinaza 8,500 kg/ha.

Gonzales y Espetia (2020) utilizaron el modelo RothC26-3 para dos variedades de quinua, Amarilla Marangani y Blanca. Los resultados muestran que los cambios de carbono orgánico del suelo (COS) simulados por RothC en ambas variedades indicaron el potencial de secuestro de COS (Mg C Ha⁻¹ año⁻¹) en un periodo de tiempo mayor a 20 años, solo en el sistema de monocultivo de quinua (MQ) con residuos vegetales (RV) = 80% de la materia seca total.

Ku (2019) sostiene en una de sus conclusiones, que la tendencia hacia el cuidado del medio ambiente incide significativamente en la exportación de quinua debido a que se evidenció que una gran mayoría de 72.73% de los encuestados percibieron niveles regulares de influencia entre el cuidado del medioambiente y

la exportación de quinua por las principales empresas exportadoras desde Perú hacia el país receptor en el periodo 2013- 2018, relación de nivel moderado bajo.

Pinedo et al. (2020) concluyen indicando, que los sistemas de producción de quinua alcanzan un indicador ambiental (IA) de 49,43 % o un rango de sostenibilidad baja. El riesgo de erosión fue la variable que más contribuyó (51,28 %), seguido del manejo de biodiversidad (48,68 %) y la conservación de la vida del suelo (48,32 %).

Masgo (2022) sostiene que, las propiedades químicas del suelo del sistema de monocultivo de cacao y plátano incluyen un pH muy ácido (5.10 a 5.16) con un índice de calidad bajo, así como índices de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Se tomaron muestras en diferentes puntos de la parcela con un trayecto de lineal.

Vázquez et al. (2020) sostienen que, la incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost en el suelo con monocultivo de la gypsophila tuvo un efecto positivo en las características químicas, se incrementó el contenido de materia orgánica y nitrógeno, contribuyendo a mejorarla fertilidad del suelo. El método que aplicó fue el diseño completo al azar (DCA) con nueve tratamientos.

Bolo et al. (2020) concluyen en su investigación, que el guano de islas combinado con estiércol de corral mejora la calidad física del suelo para el desarrollo de las plantas, 0.5 tm/ha de guano de islas y 5 tm/ha de estiércol de corral es la mejor opción. Aplicó métodos como el penetrómetro dinámico, el cilindro biselado y yoder, así como un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de dos factores.

1.2.3 Locales

Cauna (2019) concluye que, el pH y la conductividad eléctrica fueron mayores en los suelos tratados con urea en comparación a los suelos tratados con abonos orgánicos (estiércol, compost y guano de isla). Los suelos tratados con compost, estiércol y guano de islas aportaron más nitrógeno, así como más fósforo y potasio. Los resultados se analizaron mediante el diseño en bloque completamente al azar.



Olivera (2018) concluye, que el mayor aporte de macro nutrientes y materia orgánica fueron en la asociación de cañihua + vicia + guano de islas (T4), y cañihua + Vicia (T3), lo cual evidencian la importancia de la asociación de cultivos, la incorporación de abonos orgánicos, así como de un correcto manejo agronómico. Los resultados se analizaron mediante el diseño completamente al azar.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

Según la FAO, en el mundo existente 1500 millones de hectáreas de terrenos donde se producen alimentos, por la demanda alta de alimentos las prácticas de sobreexplotación del suelo agrícola cada vez se acentúan. De los 3.5 millones de hectáreas cultivables en el Perú, cada año se deterioran los suelos agrícolas, ya sea como consecuencia del manejo agronómico por el hombre o también por efectos del cambio climático.

El distrito de Cabana, es un ámbito potencial productora del grano andino “quinua” con aproximadamente de dos mil hectáreas, este cultivo es cultivada por productores rurales, la producción del cultivo de quinua implica el aprovechamiento de recurso suelo en su proceso de producción, este aprovechamiento con práctica inadecuadas como el monocultivo, viene generando impactos en mayor y menor grado sobre la fertilidad del suelo agrícola, se sospecha que este impacto estaría ligado a la implementación de inadecuadas practicas agronómicas, dejándose de lado conocimientos y prácticas ancestrales como son las, prácticas de rotación de cultivos, que ayudan a conservar los suelos.

El crecimiento poblacional y la alta demanda de alimentos alto andinos como la quinua, han motivado a los productores a implementar prácticas de sobre explotación de suelos como el monocultivo, cultivándose por varios años en el mismo terreno el mismo cultivo, contribuyendo probablemente a la pérdida de la fertilidad del suelo; por tanto, las variables identificadas para la presente investigación son: independiente “práctica de monocultivo”, dependiente “fertilidad del suelo”.

El desarrollo sostenible del distrito de Cabana, debe sustentarse en base al buen uso y manejo del recurso natural suelo, los impactos negativos ambientales, podrían agotar, erosionarlos, degradarlos en el futuro, volviendo a la zona en área de poca productividad.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

- ¿Cuál es el efecto de monocultivo de la quinua, sobre la fertilidad del suelo en el distrito de Cabana?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico – químico del suelo (textura del suelo, densidad aparente, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio)?.
- ¿Cuál es la cantidad de abonos orgánicos que aplicó el productor y que efecto tuvo en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua?.

2.3 Justificación

En los últimos años, las tecnologías propias de cultivos intensivos, reemplazaron a las prácticas de producción tradicional parcial o totalmente con tecnologías propias de cultivos intensivos, causando la reducción del número de variedades de quinuas nativas y de otros cultivos que aportan a la seguridad alimentaria en la región altoandina; por lo tanto, de una producción diversificada y de coexistencia con el entorno natural se pasa al modelo de producción más tecnificados y denominados orgánicos y convencionales, en sistemas de monocultivo y sistemas alternativos. (Pinedo et al., 2020)

El monocultivo, causa la degradación y agotamiento del suelo, debido a que el cultivo repetitivo de la misma planta, reduce por completo los nutrientes requeridos en el suelo, esto acaba provocando incluso erosión a largo plazo, y el suelo pasa a requerir la adición periódica de fertilizantes. (Silvetti y Cáceres, 2015)

Según la oficina de información agraria de la Dirección Regional Agraria de Puno, los rendimientos de 1081 kg/ha de quinua obtenida en la campaña 2021/2022, en el ámbito de la provincia de San Román son bajos, estos rendimientos, se atribuye a la baja fertilidad la fertilidad del suelo.

Los agricultores del altiplano, labran la tierra campaña a campaña, para producir los principales cultivos andinos, desarrollando prácticas inadecuados de manejo de suelo por desconocimiento. En el ámbito de estudio, no sean encontrado investigaciones similares.

Por lo motivos expuestos, se realizó el presente trabajo de investigación, para conocer los efectos del monocultivo de la quinua sobre la fertilidad del suelo en el distrito de Cabana de la provincia de San Román.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Evaluar la fertilidad del suelo, en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el distrito de Cabana.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la práctica del monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico – químico del suelo: textura del suelo, densidad aparente, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio.
- Analizar la cantidad de abonos orgánicos que aplicó el productor y su efecto en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La práctica de monocultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), influye significativamente sobre la fertilidad del suelo, en el distrito de Cabana.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La práctica de monocultivo de la quinua, influye significativamente, sobre las propiedades físico – químico del suelo: textura del suelo, densidad



aparente, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio.

- La cantidad de abonos orgánicos que aplicó el productor en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua, influye favorablemente en el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

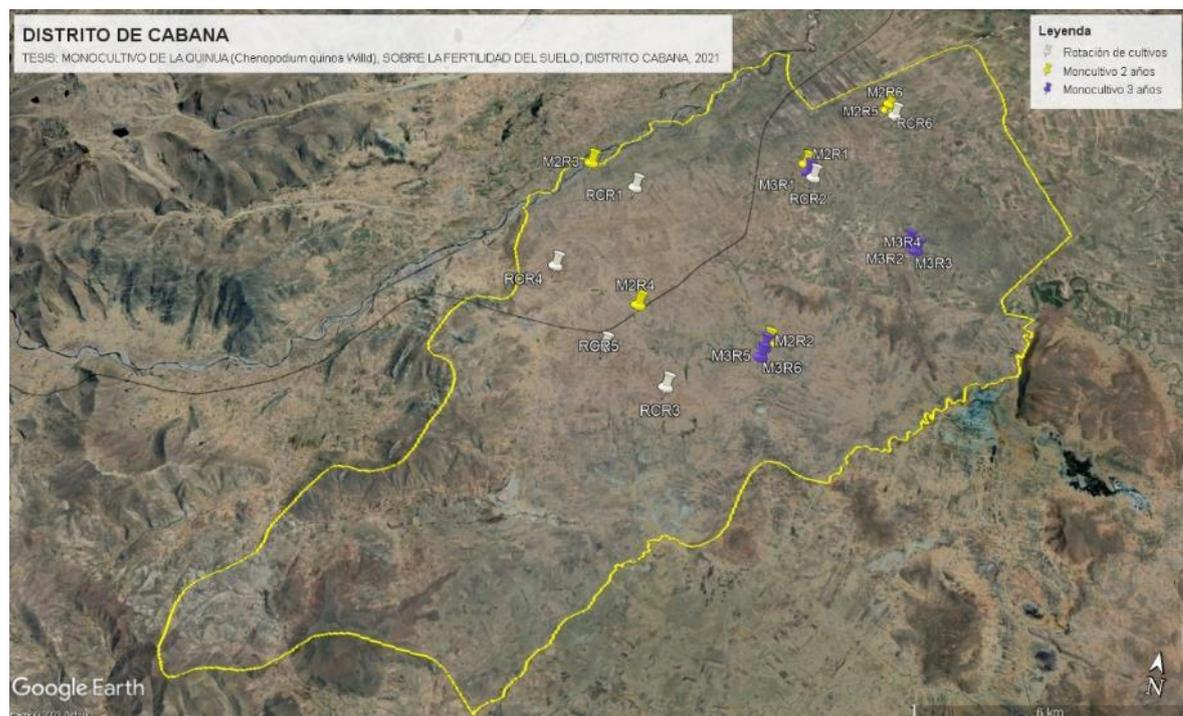
3.1 Lugar de estudio

La investigación se realizó, en parcelas de terreno de productores de la Cooperativa COOPAIN, ubicado en el distrito de Cabana, 500 familias rurales de esta organización tienen como principal actividad económica la producción del cultivo de quinua. En la zona como consecuencia de mayor demanda en el mercado de este producto, se practica con incidencia el monocultivo del cultivo de la quinua.

El lugar de estudio está ubicado en la región de Puno, provincia de San Román y distrito de Cabana, su altitud está entre 3850 a 3900 msnm., coordenadas UTM Norte 358809 y Este 8269348.

Figura 1

Lugar de estudio y puntos de muestreo de suelos



3.2 Población

Suelo: La población es 2000 parcelas de terreno de productores de la “Cooperativa COOPAIN Cabana”, son áreas donde se cultiva quinua en dicha organización, en el distrito de Cabana.

3.3 Muestra

El tamaño de muestra se definió a través del método muestral no probabilístico por conveniencia, por tanto, se definieron en 18 parcelas de terreno, compuestas por suelos agrícolas, con el siguiente detalle:

- 06 parcelas de terreno, donde se practicó la rotación de cultivos, tres campañas antes de la fecha del muestreo de suelo.
- 06 parcelas de terreno, donde se practicó el monocultivo de quinua, dos campañas consecutivas antes de la fecha del muestreo de suelo.
- 06 parcelas de terreno, donde se practicó el monocultivo de quinua, tres campañas consecutivas, antes de la fecha del muestreo de suelo.

3.4 Método de investigación

El tipo de investigación es experimental, el fin fue determinar el efecto de las prácticas de manejo de suelos: monocultivo de quinua de dos campañas consecutivas (M2), monocultivo de quinua de tres campañas consecutivas (M3), rotación de cultivos (RC) como testigo, y cantidad de abono orgánico aplicado (AO); sobre la fertilidad del suelo. Para ello se empleó el método de análisis de muestras de suelos en laboratorio e interpretación de resultados, además la aplicación de la ficha de datos e historial de campo

3.4.1 Factores en estudio

A. Propiedades físicas del suelo

- Textura del suelo: % de arena, limo y arcilla
- Densidad aparente: g/cm³

B. Propiedades químicas del suelo

- Reacción del suelo: unidad pH
- Materia Orgánica: %
- Nitrógeno: %
- Fósforo: ppm
- Potasio: ppm
- Conductividad Eléctrica: mS/m
- Aluminio: meq/100gr
- Carbonato de Calcio: % CaCO_3

C. Cantidad de abono orgánico aplicado

- Abono orgánico: Kg/Ha.

3.4.2 Características del campo de estudio

A. Suelos del campo de estudio

- Lugar : Distrito de Cabana
- Fisiografía : Planicie
- Pendiente : 0 – 2% plano ligeramente inclinado
- Altitud : 3850 a 3900 msnm.
- Clasificación : Entisol
- Material parental : Aluvial

B. Tamaño de parcelas de terreno

- Área mínima: 0.22 hectáreas
- Área máxima: 1.00 hectáreas

- Área promedio: 0.47 hectáreas

C. Tratamientos

- Número de tratamientos : 03
- Número de repeticiones : 06
- Número de parcelas : 18

3.4.3 Variable de respuesta

- Nivel de fertilidad del suelo

3.4.4 Conducción de la investigación

A. Coordinación para acceso a campo de estudio

Se solicitó a las autoridades de la Cooperativa COOPAIN Cabana, para acceder a las parcelas de los productores y a carpetas de trabajo con historial de los campos de cultivo.

B. Elección de parcelas de terreno

Aplicando el método muestral no probabilístico por conveniencia, se definieron las 18 parcelas de terreno, para ello in-situ se contactó directamente al propietario de cada parcela; además aplicando la ficha de historial de campo y las carpetas de producción orgánica de la organización, se corroboró que cada parcela reuniera la condición de:

- Rotación de cultivos (RC), 06 parcelas de terreno, donde se practicó la rotación de cultivos, tres campañas antes de la fecha del muestreo de suelo.
- Monocultivo de quinua de dos campañas consecutivas (M2), 06 parcelas de terreno, donde se practicó el monocultivo de quinua, dos campañas consecutivas antes de la fecha del muestreo de suelo.
- Monocultivo de quinua de tres campañas consecutivas (M3), 06 parcelas de terreno, donde se practicó el monocultivo de quinua,

tres campañas consecutivas, antes de la fecha del muestreo de suelo.

C. Muestreo de suelos

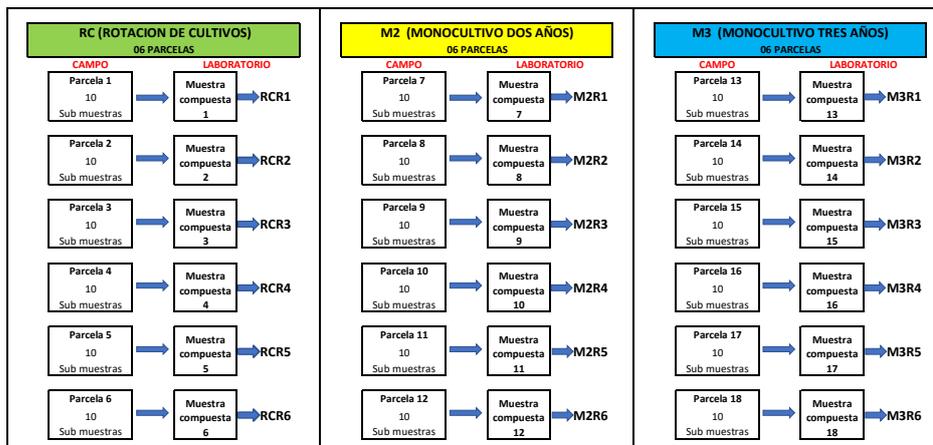
Se tomó 18 muestras compuestas de 0.8 Kg. de suelos destinado a laboratorio para su análisis de fertilidad, previamente para cada muestra compuesta se tomó 10 sub muestras en cada parcela de terreno, la técnica de muestreo en campo fue en zigzag.

El procedimiento aplicado para tomar las muestras de suelo en campo fue:

- Trazo del recorrido en la parcela en zigzag
- Limpieza de la superficie alrededor del punto escogido un área de 0.25m^2 (0.5 m x 0.5m) de rastros y tierras superficiales, para la toma de sub muestra de suelo.
- Con apoyo de pala recta se abrió un hoyo de forma cuadrada, hasta una profundidad de 30 cm, seguidamente se extrajo una tajada de suelo de 3 cm de espesor, en forma inclinada, poniéndolo en un balde limpio, desechando previamente los bordes laterales.
- Mezcla uniforme de las 10 submuestras sobre una manta, luego a través del método del cuadrante se tomó la muestra compuesta en cantidad 0.8 Kg., colocando en un envase de plástico con cierre hermético.
- La toma de muestra para densidad aparente, se hizo a través del método del cilindro en los mismos puntos de muestreo del suelo en el campo.

Figura 2

Esquema de muestreo de suelos en el campo



D. Registro de ficha de datos e historial de campo.

In-situ sobre la misma parcela con el acompañamiento del propietario de la parcela de terreno muestreado, se aplicó la ficha de datos e historial de campo, corroborando datos con sus registros de productor orgánico, además la verificación de cantidades de abono orgánico utilizado.

Tabla 10*Registro de datos de las parcelas*

Parcela	Productor	Nombre de parcela	Coordenadas	
			UTM	
			Este	Norte
RCR1	Roxana Cahuana	San Miguel 3- Yapuscachi	360416	8273780
RCR2	Vicentina Vilca	Palvides 2 - Cieneguillas	365136	8275050
RCR3	Antonieta Pari	Suyo Añasmo	362222	8268150
RCR4	Antonieta Pari	Suyo Quelocachi	358803	8270984
RCR5	Salvador Condori	Suyo Colalaya	360508	8268940
RCR6	Guillermo Hanco	Vallecito 3 - Silarani	367161	8277567
M2R1	Rufina Vilca	Palvides 3 - Cieneguillas	364774	8275163
M2R2	Benjamín Calcina	Parcela 02 - Misarani	364448	8269621
M2R3	Guillermina Colca	Isla Pampa - Yapuscachi	359001	8274063
M2R4	Candy Condori	Munaypata 2 - Vizallani	361044	8270019
M2R5	Guillermo Hanco	Vallecito 1 - Silarani	366881	8277667
M2R6	Guillermo Hanco	Vallecito 2 - Silarani	366826	8277428
M3R1	Vicentina Vilca	Palvides 1 - Cieneguillas	364962	8275197
M3R2	Graciela Vilca	Parcela 1 - Ayagachi	368079	8273304
M3R3	Graciela Vilca	Parcela 2 - Ayagachi	367994	8273309
M3R4	Graciela Vilca	Cutawimocco - Ayagachi	367837	8273498
M3R5	Benjamín Calcina	Parcela 01 - Misarani	364483	8269722
M3R6	Benjamín Calcina	Parcela 03 - Misarani	364431	8269439

E. Análisis de suelos en laboratorio

Las 18 muestras compuestas de suelo y los 18 cilindros para densidad aparente, se llevó al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria, ubicado en el centro poblado de Salcedo, de la provincia y región de Puno.

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Efecto de la práctica del monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico – químico del suelo

A. Descripción de variable analizadas

Se analizaron por su relación causal en variables dependiente e independiente:

- Variable dependiente fertilidad del suelo: se determinó a través del análisis de propiedades físico – químico del suelo; propiedades físicas: textura del suelo (% de arcilla, limo y arena) y densidad aparente; propiedades químicas: pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio.
- Variable independiente práctica agronómica de monocultivo: se evaluó parcelas de terreno con dos y tres años consecutivos de monocultivo de quinua, además parcelas donde se práctica la rotación de cultivos como testigo.

B. Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos e insumos

- Materiales: papel bond, tablero de campo, notas de campo, bolsa de plástico, lapiceros, cinta masking type, plumón marcador.
- Equipos: Cámara de fotos, equipo GPS, laptop, impresora, camionera
- Insumos: Sub muestras y muestras compuestas de suelo, para análisis en laboratorio.
- Herramientas: Zapapico, pala recta, martillo, romana, cinta métrica, balde limpio, manta, espátula, cilindros para densidad aparente, guantes.

C. Aplicación de prueba estadística inferencial

- Se aplicó el diseño completamente al azar

3.5.2 Cantidad de abonos orgánicos y su efecto en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua

A. Descripción de variable analizadas

Se analizaron por su relación causal en variables dependiente e independiente:

- Variable dependiente fertilidad del suelo: se determinó a través del análisis de propiedades físico – químico del suelo.
- Variable independiente práctica agronómica de aplicación de abono orgánico: se evaluó la cantidad de abono orgánico (kg/ha) aplicado, y su eficacia en la mejora de la fertilidad del suelo.

B. Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos e insumos

- Materiales: fichas de historial de campo, carpetas de producción orgánica, tablero y lapiceros.
- Equipos: laptop, impresora, camionera.
- Insumos: observación de abonos orgánicos en campo.

C. Aplicación de prueba estadística inferencial

- Se aplicó el diseño completamente al azar

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Efecto de la práctica de monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico químicas del suelo

A. Textura del suelo

A.1 % Arena

En la tabla 11, se aprecia el análisis de varianza para % arena por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se tiene similar cantidad de % arena. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 32.61% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 11*Análisis de varianza para % arena*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	900.91	450.46	1.88	0.1873
Error experimental	15	3599.65	239.98		
Total	17	4500.57			

A.2 % Limo

En la tabla 12, se aprecia el análisis de varianza para % limo por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se tiene similar cantidad de % limo. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 37.98% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 12

Análisis de varianza para % limo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	245.88	122.94	0.54	0.5927
Error experimental	15	3404.58	226.97		
Total	17	3650.47			

A.3 % Arcilla

En la tabla 13, se aprecia el análisis de varianza para % arcilla por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos se observa diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que se tiene diferente cantidad de % arcilla, el coeficiente de variación (CV) igual a 61.22% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 13

Análisis de varianza para % Arcilla

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	661.07	330.53	5.37	0.0174
Error experimental	15	923.64	61.58		
Total	17	1584.71			

En la tabla 14, se aprecia la prueba de Tukey, para monocultivo y rotación de cultivos, en donde se observa que la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de % arcilla, el cual estadísticamente fue superior a las prácticas de monocultivo de dos años (M2) y monocultivo de tres años (M3) con 21.04%, seguido de M2 y M3 con 10.80% y 6.61%, siendo estadísticamente diferentes.

Tabla 14

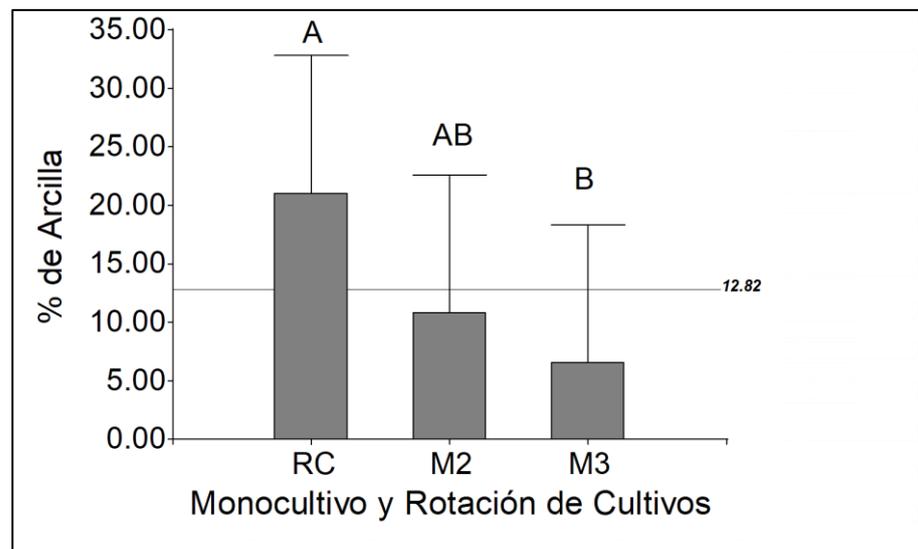
Prueba de Tukey promedio de % de arcilla

Orden de mérito	Monocultivo y rotación de cultivos	Promedio de % de Arcilla	Sig. ≤ 0.05
1	RC	21.04	a
2	M2	10.80	a b
3	M3	6.61	b

La figura 3, muestra las medias de monocultivo y rotación de cultivos, la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de % arcilla, el cual estadísticamente fue superior a las prácticas de monocultivo de dos años (M2) y monocultivo de tres años (M3), el promedio de contenido de arcilla es 12.82%.

Figura 3

Comparación de medias de % arcilla



Según los resultados obtenidos, los suelos predominantemente tienen textura media, los suelos con rotación de cultivos (RC) son suelos de clase textural franco, con monocultivo de dos años (M2) son de clase textural franco arenoso y franco limoso, con monocultivo de tres años (M3) son de clase textural franco arenoso.

B. Densidad Aparente

En la tabla 15, se observa el análisis de varianza para densidad aparente por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se tiene similar valor de densidad aparente. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 8.17% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 15

Análisis de varianza para densidad aparente

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	0.02	0.01	0.62	0.5533
Error experimental	15	0.20	0.01		
Total	17	0.21			

Según los resultados obtenidos, la densidad aparente de suelos con RC es baja con un valor de 1.30 g/cm³, los suelos con M2 y M3 tiene densidad aparente media con valores de 1.40 g/cm³ y 1.43g/cm³ respectivamente, a mayor valor de densidad aparente se observa mayor compactación del suelo.

Tabla 16

Resultados de análisis de propiedades físicas del suelo

Código	Textura del suelo			Clase Textural	Densidad aparente g/cm ³
	% Arena	% Limo	% Arcilla		
RCR1	47.44	9.28	43.28	F	1.49
RCR2	44.16	46.56	9.28	F	1.42
RCR3	39.44	41.28	19.28	F	1.35
RCR4	35.44	45.28	19.28	F	1.34
RCR5	40.16	41.28	18.56	F	1.39
RCR6	38.16	45.28	16.56	F	1.2
M2R1	32.72	54.00	13.28	FL	1.38
M2R2	20.72	56.00	23.28	FL	1.19
M2R3	27.44	64.00	8.56	FL	1.29
M2R3	63.45	32.00	4.55	FA	1.58
M2R4	60.16	31.28	8.56	FA	1.47
M2R5	62.16	31.28	6.56	FA	1.49
M3R1	52.16	42.56	5.28	FA	1.42
M3R2	70.72	24.00	5.28	FA	1.47
M3R3	72.72	22.00	5.28	FA	1.49
M3R4	66.72	26.00	7.28	FA	1.51
M3R5	24.72	64.00	11.28	FL	1.25
M3R6	56.72	38.00	5.28	FA	1.49

Nota. F – franco, FL – franco limoso, FA – franco arenoso

C. Reacción del suelo (pH)

En la tabla 17, se muestra el análisis de varianza para pH por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se tiene similar cantidad de pH. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 11.73% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 17*Análisis de varianza para pH*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	0.37	0.18	0.39	0.6823
Error experimental	15	7.07	0.47		
Total	17	7.44			

Según los resultados obtenidos, los valores de pH son similares en suelos con RC, M2 y M3, observándose que el valor medio del pH en suelos con RC es 5.68, en M2 es 6.03 y en M3 es 5.85, en los tres casos son moderadamente ácidos.

D. Materia Orgánica (MO)

En la tabla 18, se observa el análisis de varianza para materia orgánica (MO) por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos se observa diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que se tiene diferente cantidad de MO. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 5.39% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 18*Análisis de varianza para Materia Orgánica*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	2.03	1.01	126.01	<0.0001
Error experimental	15	0.12	0.01		
Total	17	2.15			

En la tabla 19, se muestra la prueba de Tukey, para tipos de rotación de cultivos, en donde se observa que la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de MO, el cual estadísticamente fue superior a las prácticas de monocultivo de dos años (M2) y monocultivo

de tres años (M3) con 2.07%, seguido de M2 y M3 con 1.67% y 1.25%, siendo estadísticamente diferentes.

Tabla 19

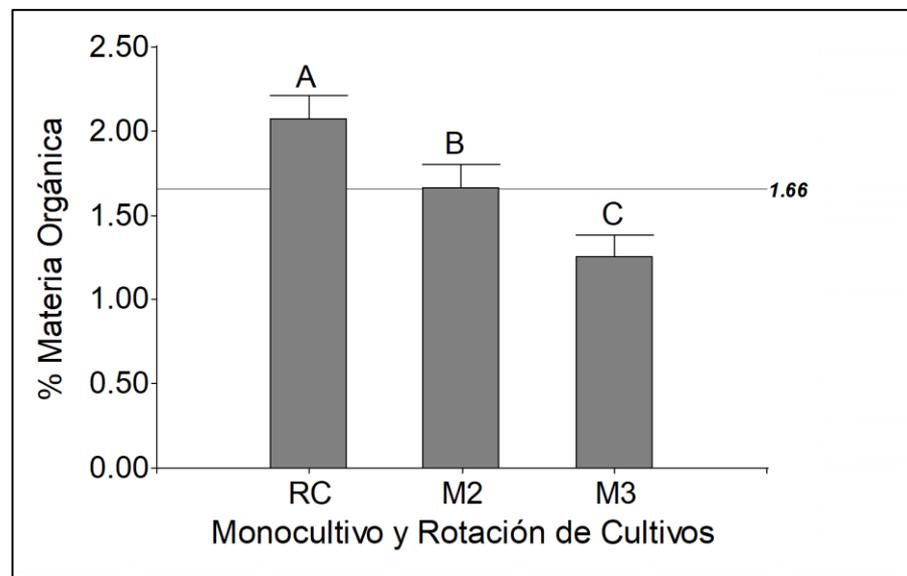
Prueba de Tukey promedio de % de Materia Orgánica

Orden de mérito	Monocultivo y rotación de cultivos	Promedio de MO (%)	Sig. ≤ 0.05
1	RC	2.07	a
2	M2	1.67	b
3	M3	1.25	c

La figura 4, muestra las medias de monocultivo y rotación de cultivos, la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de MO con 2.07%, el cual estadísticamente fue superior a las prácticas de monocultivo de dos años (M2) con 1.67% y monocultivo de tres años (M3) con 1.25%, el promedio de contenido de MO es 1.66%.

Figura 4

Comparación de medias de % de materia orgánica



Según los resultados obtenidos, los suelos con rotación de cultivos (RC) tiene MO de nivel medio (2.07%), los suelos con monocultivo de dos años (M2) tiene MO de nivel bajo (1.67%) y los suelos con monocultivo de tres años (M3) tiene MO de nivel bajo (1.25%), según la escala de

interpretaciones del laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) 2022; estos resultados muestran que existe efecto en los suelos con rotación de cultivos y monocultivo sobre el contenido de MO.

E. Nitrógeno

En la tabla 20, se muestra el análisis de varianza para nitrógeno por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos se observa diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que se tiene diferente cantidad de nitrógeno. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 5.29% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 20

Análisis de varianza para Nitrógeno

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	2.8E-03	1.4E-03	133.09	<0.0001
Error experimental	15	1.6E-04	1.1E-05		
Total	17	3.0E-03			

En la tabla 21, se muestra la prueba de Tukey, para monocultivo y rotación de cultivos, en donde se observa que la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de nitrógeno, el cual estadísticamente fue superior a las prácticas de monocultivo de dos años (M2) y monocultivo de tres años (M3) con 0.08%, seguido de M2 y M3 con 0.06% y 0.05%, siendo estadísticamente diferentes.

Tabla 21

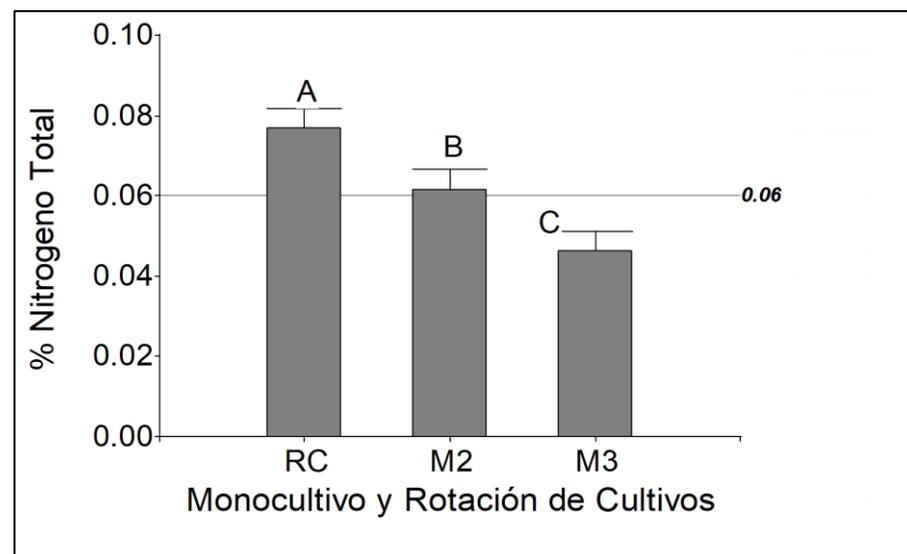
Prueba de Tukey promedio % de nitrógeno

Orden de mérito	Monocultivo y rotación de cultivos	Promedio Nitrógeno (%)	Sig. ≤ 0.05
1	RC	0.08	a
2	M2	0.06	b
3	M3	0.05	c

La figura 5, muestra las medias de monocultivo y rotación de cultivos, la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de nitrógeno con 0.08%, el cual estadísticamente fue superior a las prácticas de monocultivo de dos años (M2) con 0.06% y monocultivo de tres años (M3) con 0.05%, el promedio de contenido de MO es 0.06%.

Figura 5

Comparación de medias de % de nitrógeno total



Según los resultados obtenidos, los suelos con rotación de cultivos (RC) tiene Nitrógeno de nivel medio (0.08%), los suelos con monocultivo de dos años (M2) y los suelos con monocultivo de tres años (M3) tiene nitrógeno Total de nivel bajo con valores de 0.06% y 0.05% respectivamente, según la escala de interpretaciones del laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) 2022; estos resultados

muestran que existe efecto en los suelos con rotación de cultivos y monocultivo sobre el contenido de Nitrógeno.

F. Fósforo

En la tabla 22, se muestra el análisis de varianza para Fósforo por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos se observa diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que se tiene diferente cantidad de fósforo (ppm). Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 7.93% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 22

Análisis de varianza para fósforo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	9.63	4.82	9.57	0.0021
Error experimental	15	7.55	0.50		
Total	17	17.19			

En la tabla 23, se muestra la prueba de Tukey, para monocultivo y rotación de cultivos, en donde se observa que la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de fósforo, el cual estadísticamente fue superior a las demás prácticas de monocultivo de dos años (M2) y monocultivo de tres años (M3) con 9.97 ppm, seguido de M2 y M3 con 8.59 ppm y 8.29 ppm, siendo estadísticamente diferentes.

Tabla 23

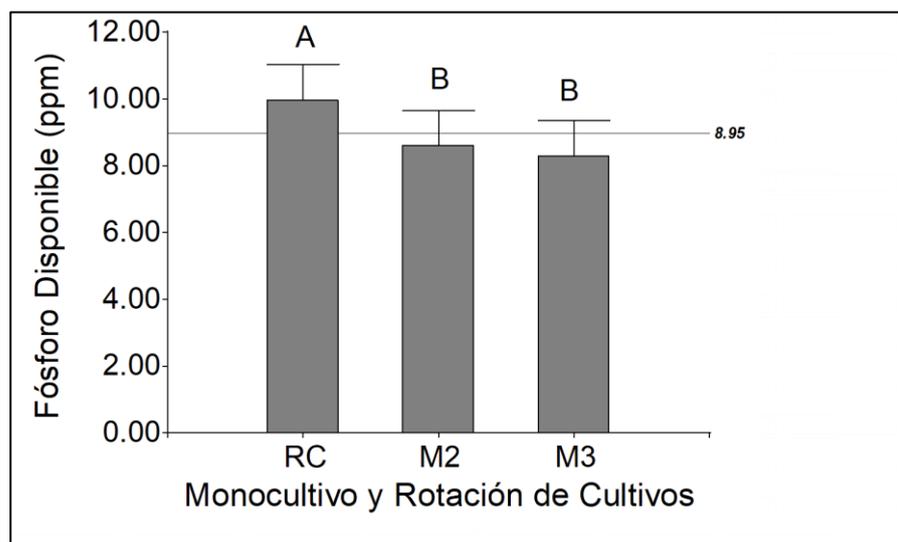
Prueba de Tukey promedio Fósforo

Orden de mérito	Monocultivo y rotación de cultivos	Promedio Fósforo (ppm)	Sig. ≤ 0.05
1	RC	9.97	a
2	M2	8.59	b
3	M3	8.29	b

La figura 6, muestra las medias de monocultivo y rotación de cultivos, la práctica de rotación de cultivos (RC) tuvo mayor contenido de fósforo disponible con 9.97 ppm, el cual estadísticamente fue superior a las prácticas de monocultivo de dos años (M2) con 8.59 ppm y monocultivo de tres años (M3) con 8.29 ppm, el promedio de contenido de Fósforo Disponible es 8.95 ppm.

Figura 6

Comparación de medias de fósforo (ppm)



Los resultados obtenidos, según la escala de interpretaciones del laboratorio de la UNALM 2022, los tres tratamientos suelos con rotación de cultivos (RC), suelos con monocultivo de dos años (M2) y los suelos con monocultivo de tres años (M3) tienen Fósforo Disponible de nivel

medio (9.97 ppm, 8.59 ppm y 8.29 ppm respectivamente); sin embargo estos resultados estadísticamente muestran que existe efecto en los suelos con rotación de cultivos y monocultivo sobre el contenido de Fósforo Disponible.

G. Potasio

En la tabla 24, se muestra el análisis de varianza para Potasio por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se tiene similar cantidad de potasio (ppm). Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 65.70% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 24

Análisis de varianza para Potasio

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	823061.55	411530.77	0.08	0.9257
Error experimental	15	79501189.98	5300079.33		
Total	17	80324251.52			

Los resultados obtenidos, según la escala de interpretaciones del laboratorio de la UNALM 2022, los tres tratamientos de suelos con rotación de cultivos (RC), suelos con monocultivo de dos años (M2) y los suelos con monocultivo de tres años (M3) tienen potasio de nivel alto (3678.47 ppm, 3202.77 ppm y 3630.50 ppm. respectivamente); estos resultados estadísticamente muestran que no existe efecto en los suelos con rotación de cultivos y monocultivo sobre el contenido de fósforo disponible.

H. Conductividad Eléctrica (CE)

En la tabla 25, se observa el análisis de varianza para conductividad eléctrica (CE) por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se tiene similar cantidad de CE. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 73.87% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 25

Análisis de varianza para conductividad eléctrica

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	92.51	46.25	0.57	0.5771
Error experimental	15	1216.27	81.08		
Total	17	1308.78			

Según los resultados obtenidos, los valores de CE son similares en suelos con RC, M2 y M3, observándose que el valor medio del CE en suelos con RC es 11.38 mS/m, en M2 es 15.28 mS/m y en M3 es 9.91 mS/m, en los tres casos el nivel es muy ligeramente salino, según la escala de interpretaciones del laboratorio de la UNALM 2022.

I. Aluminio

En la tabla 26, se muestra el análisis de varianza para aluminio por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se tiene similar cantidad de aluminio (meq/100gr)). Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 117.75% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 26

Análisis de varianza para aluminio

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	0.02	0.01	1.12	0.3521
Error experimental	15	0.15	0.01		
Total	17	0.17			

Según los resultados obtenidos, los valores de aluminio son similares en suelos con RC, M2 y M3, observándose que el valor medio de AI en suelos con RC es 0.09 meq/100g, en M2 es 0.12 meq/100g. y en M3 es 0.04 meq/100g, en los tres casos el nivel es muy bajo.

J. Carbonato de Calcio

Los resultados de análisis de suelos de laboratorio, arrojaron cantidad cero de carbonato de calcio, para todos los efectos de monocultivo y rotación de cultivos, por lo que no es posible realizar la prueba estadística. Es normal encontrar valores cero de carbonato de calcio en los suelos del altiplano, según su origen en el horizonte A, incluso en el B.

Tabla 27

Resultados de análisis de propiedades químicas del suelo

Código	pH	% MO	% N	P (ppm)	K (ppm)	C.E (mS/m)	Al (meq/100gr)	% CaCO ₃
RCR1	5.651	2.00	0.074	9.65	4594.01	9.85	T	0.00
RCR2	5.386	2.11	0.078	10.00	4124.83	12.50	0.19	0.00
RCR3	5.441	2.00	0.074	10.06	1075.19	7.37	0.20	0.00
RCR4	6.353	2.04	0.076	9.99	1094.74	6.61	0.00	0.00
RCR5	5.412	2.22	0.082	10.11	4105.29	16.42	0.14	0.00
RCR6	5.860	2.07	0.077	10.03	7076.73	15.51	T	0.00
M2R1	5.410	1.60	0.059	8.57	3479.72	9.80	0.24	0.00
M2R2	7.128	1.61	0.060	9.35	4574.46	17.23	0.00	0.00
M2R3	7.458	1.70	0.063	9.60	2697.76	40.20	0.00	0.00
M2R3	5.278	1.62	0.060	8.00	2209.03	5.01	0.24	0.00
M2R4	5.428	1.60	0.059	7.11	1720.31	11.87	0.25	0.00
M2R5	5.506	1.87	0.069	8.93	4535.36	7.58	T	0.00
M3R1	5.091	1.30	0.048	7.88	9676.75	16.63	0.09	0.00
M3R2	6.230	1.28	0.047	8.70	3361.97	4.30	0.00	0.00
M3R3	6.316	1.22	0.045	8.00	2345.88	4.11	0.00	0.00
M3R4	5.446	1.23	0.045	7.05	2091.74	6.25	0.13	0.00
M3R5	5.556	1.35	0.050	9.12	1413.39	22.50	T	0.00
M3R6	6.443	1.13	0.042	9.01	2893.25	5.67	0.00	0.00

4.1.2 Efecto de la cantidad de abonos orgánicos aplicados, sobre la fertilidad del suelo

En la tabla 28, se observa el análisis de varianza para abono orgánico (AO) aplicado por efectos de monocultivo y rotación de cultivos, donde se ve que para monocultivo y rotación de cultivos no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que se aplicó similar cantidad de abono orgánico (Kg/Ha) en las parcelas evaluadas. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 92.19% nos indica que los evaluados son confiables, porque proceden de situación sin experimentación.

Tabla 28

Análisis de varianza para Abono Orgánico

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	p-valor
Monocultivo y rotación de cultivos	2	4637486.33	2318743.1 7	2.74	0.0970
Error experimental	15	12711548.1 7	847436.54		
Total	17	17349034.5 0			

Según los resultados obtenidos, los valores medio de cantidad de abono orgánico aplicado (estiércol de corral), para suelos con RC es 1640 kg/ha, suelos con M2 es 956 kg/Ha y para suelos con M3 es 399 kg/Ha, se muestra una tendencia a disminuir en suelos con RC a M2 y M3; sin embargo, no existe diferencia estadística entre los tres tratamientos.

Tabla 29

Cantidad de abono orgánico aplicado en las parcelas en estudio

Código	Abono orgánico (estiércol de corral)	
	Kg/Ha	
RCR1	0	
RCR2	729	
RCR3	4132	
RCR4	1550	
RCR5	1688	
RCR6	1742	
M2R1	1538	
M2R2	421	
M2R3	0	
M2R3	612	
M2R4	1667	
M2R5	1500	
M3R1	357	
M3R2	161	
M3R3	823	
M3R4	717	
M3R5	336	
M3R6	0	

Finalmente, la tabla 30, muestra la interpretación del tipo fertilidad de suelos, donde los suelos con rotación de cultivos (RC) tienen tipo de fertilidad media, mientras que los suelos con monocultivo de dos años (M2) y tres años (M3), tienen tipo de fertilidad baja.

Tabla 30

Interpretación de tipo de fertilidad de suelos

Tratamientos	%MO	P ppm	K ppm	Tipo de fertilidad
RC	Media	Media	Alto	Media
M2	Bajo	Media	Alto	Baja
M3	Bajo	Media	Alto	Baja

Para la prueba de hipótesis, se aplicó el Diseño Completamente al Azar (DCA), teniendo la regla de inferencia:

Si $p < \alpha$, Entonces se Rechaza la H_0 y se Acepta la H_1 ,

$\alpha = 0.05$

Por tanto, según los resultados obtenidos:

En la hipótesis general, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 , la práctica de monocultivo de la quinua, influyó significativamente sobre la fertilidad del suelo, en el distrito de Cabana.

En la primera hipótesis específica, se rechaza la H_0 y se acepta H_1 , para las propiedades % arcilla, materia orgánica, nitrógeno y fósforo, ya que la práctica del monocultivo de la quinua influyó significativamente sobre estas propiedades; sin embargo, para las propiedades % arena, % limo, densidad aparente, pH, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio se acepta la H_0 y se rechaza H_1 , la práctica del monocultivo de la quinua no influyó sobre estas propiedades.

En la segunda hipótesis específica se acepta la H_0 y se rechaza H_1 , la cantidad de abonos orgánicos aplicados por el productor, no influyo favorablemente en el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

4.2 Discusión

4.2.1 Textura del Suelo

El porcentaje de Limo y Arena son similares para suelos con M2, M3 y RC; sin embargo, se tuvo mayor porcentaje de Arcilla en suelos con RC, teniendo un valor de 21.04%, seguido de M2 y M3 con 10.80% y 6.61% respectivamente. Silva et al. (2020) en su artículo de investigación sobre análisis textural dicen “las partículas de arena y arcilla fueron influenciadas por los usos de suelo (monocultivo, labranza convencional), en cambio la fracción del limo no fue influenciado por los usos del suelo”. Según Ardiles (2019) “en suelos de fertilidad baja, dominan la textura franco arenosa”.

En la presente investigación, únicamente las fracciones de % Arcilla fueron influenciadas por las prácticas de monocultivo y rotación de cultivos; sin embargo, la tendencia cambia de suelo franco a franco arenoso de rotación de cultivos a monocultivo respectivamente.

4.2.2 Densidad Aparente

Según Novillo et al. (2021) “los monocultivos de maíz (30 años), palma aceitera (26 años), y pasto (4 años) provocaron incrementos estadísticos significativos en la densidad aparente del suelo”. Estos resultados coinciden con la presente investigación al observar que los valores de densidad aparente tienden a incrementarse, suelos con RC, M2 y M3 con valores de 1.30 g/cm³, 1.40 g/cm³ y 1.43 g/cm³ respectivamente.

4.2.3 Reacción del Suelo (pH)

Según Arteaga et al. (2016) “los valores de pH mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos (monocultivo de papa, praderas, barrera multiestrato, bosque plantado y bosque nativo)”. Masgo (2022) sostiene que las propiedades químicas de suelos en sistema de monocultivo de cacao y plátano tienen un pH muy ácido (5.10 – 5.16) con un índice de calidad baja, y en monocultivo de coca tiene pH extremadamente ácido (4.18) con un índice de calidad baja.

Con la primera referencia no coincide los resultados; sin embargo, con los resultados de la segunda referencia se pueden afirmar que los suelos con monocultivo son suelos con valores de pH bajos, para la investigación se atribuyen los valores de pH a su origen del suelo, ya que en general son suelos modernamente ácidos, el manejo de su uso no tiene efecto significativo, ya que no se aplican fertilizantes químicos en la zona.

4.2.4 Materia Orgánica (MO)

Vázquez et al. (2020) sostiene “la aplicación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost en el suelo con monocultivo de la gypsophila tuvo efecto positivo sobre las características químicas, hubo aumento en el contenido de materia orgánica y nitrógeno”. Masgo (2022) concluye “las

propiedades químicas de suelos en sistema de monocultivo de cacao y plátano presentan índice de calidad baja, tales como la materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio”.

Los resultados obtenidos en la investigación coinciden con el segundo autor, los suelos con monocultivos tienen contenido de MO bajo; sin embargo, si se aplica enmiendas orgánicas en cantidades adecuadas, se puede atenuar el empobrecimiento del suelo.

4.2.5 Nitrógeno

Vázquez et al. (2020) sostiene “la aplicación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost en el suelo con monocultivo de la gypsophila tuvo efecto positivo sobre las características químicas, hubo aumento en el contenido de materia orgánica y nitrógeno”. Según Masgo (2022) “las propiedades químicas de suelos en sistema de monocultivo de cacao y plátano presentan índice de calidad baja, tales como la materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio”.

Los resultados obtenidos en la investigación coinciden con el segundo autor, los suelos con monocultivos tienen contenido de nitrógeno bajo; sin embargo, si se aplica enmiendas orgánicas en cantidades adecuadas, se puede atenuar el empobrecimiento del suelo.

4.2.6 Fósforo

Arteaga et al. (2016) en su estudio de evaluación de características químicas de los suelos, con monocultivo de papa, praderas, barrera multiestrato, bosque plantado y bosque nativo; en sus resultados los valores mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos para los contenidos de %MO, %N Total, P, K. Según Masgo (2022) “las propiedades químicas de suelos en sistema de monocultivo de cacao y plátano presentan índice de calidad baja, tales como la materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio”.

Los resultados obtenidos en la investigación coinciden con ambos autores, encontrándose diferencias significativas ($P < 0.05$) para los tratamientos (rotación de cultivos y monocultivo). Y a mayor cantidad de años de práctica de

monocultivo la tendencia es a disminuir de los valores del contenido de Fosforo Disponible en el suelo.

4.2.7 Potasio

Según Arteaga et al. (2016) en su estudio de evaluación de características químicas de los suelos, con monocultivo de papa, praderas, barrera multiestrato, bosque plantado y bosque nativo; en sus resultados los valores mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos para los contenidos de %MO, %N Total, P, K. Masgo (2022) concluye “las propiedades químicas de suelos en sistema de monocultivo de cacao y plátano presentan índice de calidad baja, tales como la materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio”.

Los resultados obtenidos en la investigación no coinciden con ambos autores, encontrándose que no existe diferencias significativas ($P < 0.05$) para los tratamientos y los valores del contenido de potasio son altos; estos resultados se atribuyen a que los suelos del altiplano en general tienen contenidos altos de potasio.

4.2.8 Conductividad Eléctrica (CE)

Ramírez et al. (2022) en su investigación sobre relación entre el pH y CE, halló que el pH del suelo de la extracción de agua poseía una alta correlación con la CE del suelo, la salinidad del suelo tiende a ser menor si el suelo presenta mayor acidez. Según Cauna (2019) “el pH y la CE fueron mayores en los suelos tratados con urea en comparación a los suelos tratados con abonos orgánicos como el estiércol, compost y guano de isla”.

En la investigación, encontramos para los tres tratamientos suelos con valores de CE en un nivel muy ligeramente salino, y ello está relacionado al pH encontrado que también son suelos moderadamente ácidos. Se concluye que no existe efecto de los tratamientos sobre el valor del CE.

4.2.9 Aluminio

Sánchez (2012) sostiene que la acidez ayuda a la presencia de aluminio en el suelo y este a su vez ayuda el desarrollo de la acidez en el suelo, el aluminio es tóxico para las plantas, interfiriendo con estructura y función del citoesqueleto. Según Campillo (2019) “los suelos ácidos se generan por una pérdida de cationes básicos, calcio, magnesio, potasio, sodio y por una acumulación de cationes ácidos como el aluminio”.

En la investigación, encontramos para los tres tratamientos suelos con valores de Aluminio en un nivel muy bajo, y ello está relacionado al pH encontrado que también son suelos moderadamente ácidos. Se concluye que no existe efecto de los tratamientos sobre el valor del aluminio.

4.2.10 Carbonato de Calcio

Gutiérrez et al. (1998) dicen “las acumulaciones de origen lacustre forman principalmente carbonatos y se relacionan con antiguas playas del lago donde se formaron nódulos concéntricos”. Males (2019) concluye en su investigación, los suelos de la región de Montufar requieren 1.1 tm/ha/año de carbonato de calcio para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la producción de cultivos en el cantón, el carbonato de calcio regula los ácidos del suelo.

En la investigación los suelos en estudio no tienen carbonato de calcio, el pH para los tres tratamientos es moderadamente ácido y en este tipo de suelos es limitado la presencia de carbonato de calcio el cual está en concordancia con los autores citados.

4.2.11 Abonos Orgánicos Aplicados

Vázquez et al. (2020) sostienen que la incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost en el suelo con monocultivo de la *gpsophila* tuvo un efecto positivo en las características químicas, se incrementó el contenido de materia orgánica y nitrógeno, contribuyendo a mejorarla fertilidad del suelo. Bolo et al. (2020) en su investigación concluyen, que el guano de islas combinado con estiércol de corral mejora la calidad física del suelo para el desarrollo de las plantas, 0,5 tm/ha de guano de islas y 5 tm/ha de estiércol de



corral es la mejor opción. Álvarez et al. (2020), manifiestan, que la incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost en el suelo de monocultivo de gypsophila tuvo un efecto positivo en las características físicas y químicas, se incrementó el contenido de materia orgánica, la conductividad eléctrica y el fósforo en el suelo.

En la investigación se observa cantidades muy bajas (19.9%), de abono orgánico aplicado por los productores, respecto de la cantidad optima recomendada, por lo que su contribución en la mejora de la fertilidad del suelo es baja, observándose que no hay efecto de la rotación de cultivos y monocultivo en las cantidades de abono orgánico aplicado.

CONCLUSIONES

- La práctica de monocultivo de la quinua, influyó significativamente sobre la fertilidad del suelo, encontrándose, que los suelos con rotación de cultivos (RC) tienen fertilidad media, mientras que los suelos con monocultivo de dos años (M2) y suelos con monocultivo de tres años (M3), ambos tienen fertilidad baja.
- Existe efecto significativo del monocultivo de la quinua sobre las siguientes propiedades físico - químicas: arcilla (Ar), materia orgánica (MO), nitrógeno (N) y fósforo (P). En arcilla, los suelos con RC fueron superior estadísticamente con 21.04%, seguido de M2 y M3 con 10.80% y 6.61%. En MO, los suelos con RC fueron superior estadísticamente con 2.07%, seguido de M2 y M3 con 1.67% y 1.25%. En N, los suelos con RC fueron superior estadísticamente con 0.08%, seguido de M2 y M3 con 0.06% y 0.05%. En P, los suelos con RC fueron superior estadísticamente con 9.97 ppm, seguido de M2 y M3 con 8.59 ppm y 8.29 ppm. No existe efecto significativo sobre las siguientes propiedades físico - químicas del suelo: arena, limo, densidad aparente, pH, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio; estadísticamente los valores de estas ocho propiedades son similares en los suelos con M2, M3 y RC.
- La cantidad de abonos orgánicos aplicados por el productor, no influyó favorablemente en el mejoramiento de la fertilidad del suelo; estadísticamente los valores de cantidad de abono orgánico aplicado, son similares en suelos con M2, M3 y RC. Los suelos con RC tienen 1640 kg/ha, M2 tiene 956 kg/ha, y M3 tiene 399 kg/ha, estas cantidades son bajas respecto a lo recomendado (19.9%).

RECOMENDACIONES

- A los agricultores, se recomienda evitar la práctica del monocultivo, ya que el efecto es negativo sobre la fertilidad del suelo, por el contrario, recuperar las buenas prácticas ancestrales de conservación y manejo suelos, como por ejemplo la rotación de cultivos; y con ello contribuir a la mejora de sus condiciones económicas y sociales en sus organizaciones donde viven.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación similares, tomando muestras de suelo a nivel de todos los horizontes, con el fin de profundizar el estudio y ver el efecto del monocultivo, principalmente en las siguientes propiedades físico – químicos del suelo: textura del suelo (% arena y % limo), densidad aparente, pH, potasio, conductividad eléctrica, aluminio y carbonato de calcio.
- Se recomienda incrementar la cantidad de abonos orgánicos que incorporan al suelo en base a las recomendaciones técnicas, periódicamente durante todas las campañas agrícolas, para atenuar la pérdida de fertilidad del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrorural. (2018). *Abonamiento con guano de las islas*. <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material>
- Alvarado, S., Alfonso, G., & Cartagena, Y. (2017). *Evaluación de deficiencias nutricionales en el cultivo de la quinua bajo invernadero*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4804>
- Álvarez, M., Vázquez, J., Iglesias, S., & Castillo, J. (2020). La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 105–112. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.12>
- Alzate, J., & Peñaranda, S. (2019). *Incidencia del monocultivo de la caña de azúcar en los aspectos económicos y socio ambientales del valle del Cauca*. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication>
- Andrades, M., & Martínez, E. (2014). *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen*. <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/monografias/mdaa03.shtml>
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, T. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/76>
- Ardiles, R. (2019). *Diagnóstico de la fertilidad de los suelos con fines agrícolas de la comunidad campesina de Pampacancha, Recuay - Ancash*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNM_a3ba3992e71050209436b54886f86487
- Arteaga J., J. C., Navia E., J. F., & Castillo, J. A. (2016). Comportamiento de variables químicas de un suelo sometido a distintos usos, departamento de Nariño, Colombia. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 62–75. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.53>
- Barrientos, E., Carevic, F., & de La Torre, J. (2017). *La sustentabilidad del altiplano sur de Bolivia y su relación con la ampliación de superficies de cultivo de quinua*.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292017000200002

- Benedicto, G., Montoua, C., & Hernandez, C. (2019). Incorporación de abonos orgánicos y liberación de C-CO₂ como indicador de la mineralización del carbono. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(18), 513–522. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2022>
- Bolo Valladares, J. D., Reynoso Zárate, A., Cosme De la Cruz, R. C., Arone Gaspar, G., & Calderón Mendoza, C. (2020). La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 401–408. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.12>
- Campillo R., R. (2019). Recuperación de suelos degradados por acidificación. *Artículo de Revista, Vol. 1*, 1–3. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/5768/NR25771.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cartes, G. (2013). *Degradación de suelos agrícolas y el SIRD-S*. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/10/SueloAgricola201310>
- Cauna, R. (2019). *Efecto de abonos orgánicos en la fertilidad química y biológica del suelo en Cañihua*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15797>
- Cerbin, C. (2019). *Técnicas de mejoramiento en suelos molisoles*. <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/18413>
- Contreras, J., & Diaz, R. (2018). Cambios en la fertilidad del suelo por efecto de monocultivos en un suelo regosol. *Ciencia y Tecnología. Agropecuaria. México* (Vol. 6). <https://www.somecta.org.mx/wp-content/uploads/2022/12>
- Cotrina, V., Alejos, I., Córdova, P., & Córdova, I. (2020). *Efectos de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao*. 47(2), 31–40. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Delgado, D. (2017). Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos*, 1(17), 77. <https://doi.org/10.21501/21454086.1907>

- Dueñas, A. (2015). *Producción de quinua orgánica certificada a nivel de la asociación central de productores (ASCENPROMUL) en el distrito de Cabana*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/12674>
- Estrada, R., Hidalgo, C., Guzman, R., Almaraz, J., Navarro, H., & Etchevers, J. (2017). *Indicadores de calidad del suelo para evaluar su fertilidad*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813
- FAO. (2011). *Ahorrar para crecer - Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola en pequeña escala*. <https://www.fao.org/4/i2215s/i2215s00.htm>
- FAO. (2017). *Recomendaciones de política pública para enfrentar el cambio climático y la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria*. <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/es/c/1027008>
- Gabbarini, L. A., Juan, ;, Frene, P., Luis, &, & Wall, G. (2017). *Efecto de la rotación de cultivos en siembra directa sobre la actividad fosfatasa del suelo*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/72509>
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- Gómez, L., Enrique, P., & Castellanos, A. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. www.fao.org/publications/es
- Gomez, N., Mendoza, K., & Solorzano, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología En Marcha*, 31(1), 170. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>
- Gonzales, M., & Espitia, R. (2020). *Potencial de secuestro de carbono orgánico en quinua simulado con el modelo RothC-26.3*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342020000400789&script=sci_arttext_plus&tlng=es
- Gutiérrez Castorena, M. del C., Ortíz Solorio, C. A. & Stoops G, G. (1998). Carbonato de Calcio en los suelos del ex lago de Texcoco. *Artículo de Investigación, Vol. 1*(2395–8030), 2–10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316102>

- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf>
- Ku, P. (2019). *Análisis de las tendencias del consumo de quinua y exportación al mercado de los EE.UU.* <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/50db6716-b3e9-42f7-9eba-b96eb3befb45>
- León, E. (2016). *Temático Suelos, Microzonificación Ecológica y Económica - Cabana*. <https://zeepuno.blogspot.com/2016/08>
- Males Fuertes, J. F. (2019). *Incidencia de la aplicación del carbonato de calcio como enmienda química en suelos de las comunidades Canchaguano, El Capulí, La Delicia y Fernández Salvador, pertenecientes al Cantón Montufar, Provincia del Carchi*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6475>
- Marín, G. (2011). *Edafología I*. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776>
- Masgo Ponce, S. R. (2022). *Índices de la calidad de suelos en tres sistemas de uso en el centro poblado de Agua Blanca en el distrito de Monzón*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/772edb73-efe5-41f7-a33c-2d8f4e0ca67d>
- Novillo Espinoza, I. D., Carrillo Zenteno, M. D., Cargua Chávez, J. E., Nabel Moreira, V., Albán Solarte, K. E., & Morales Intriago, F. L. (2021). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas Agrarios*, 23(2), 177–187. <https://doi.org/10.21897/rta.v23i2.1301>
- Olivera, L. (2018). *Restauración de la fertilidad natural de suelos agrícolas, mediante el empleo de vicia y guano de islas asociados a la Cañihua*. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3279049>
- Orozco, A., Valverde, M., Martínez, R., Chávez, C., & Benavides, R. (2016). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano*. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792016000400441>

- Orozco, R., & Muñoz, R. (2011). *Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora en dos zonas agroecológicas de Costa Rica*. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/173
- Orsag, V., León, L., Pacosaca, O., & Castro, E. (2013). *Evaluación de la fertilidad de los suelos para la producción sostenible de quinua*. <https://www.redalyc.org/pdf/4261/426141576006>
- Pérez, E. (2013). *Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de química de Grecia*. 29, 6–18. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66629448001>
- Pinedo, R., Gómez, L., & Julca, A. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3). https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3art:1309
- Ramírez Velásquez, I. M., Vargas Ramírez, A. F., & Arroyace Cadavid, A. F. (2022). Relación entre el pH y las mediciones de conductividad eléctrica en un suelo cultivable ubicado en Medellín, Colombia. *Artículo de Investigación*, Vol. 13(2027–5847), 1–15. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/4706>
- Ramos, C., Castro, A., León, N., Álvarez, J., & Huerta, E. (2019). Lombricomposta para recuperar la fertilidad de suelo franco arenoso y el rendimiento de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.). *Terra Latinoamericana*, 37(1), 45–55. <https://doi.org/10.28940/tl.v37i1.331>
- Salcedo, S. (2011). *Evaluación de la fertilidad del suelo por intensificación del cultivo de quinua en tres zonas agroecológicas de Puno*. https://biblioteca.unap.edu.pe/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=69008
- Sánchez Torres, J. D. (2012). Acidez de los suelos y su manejo. *Boletín Técnico* 3(0121–4659), 1–10. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19379>
- Sardón, S. (2019). *Factores morfoclimáticos favorables para la preservación del carbono orgánico humificado en suelos de montaña, San Rafael (Perú)*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75591>



- SENASA. (2013). *Guía de buenas prácticas agrícolas*.
<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12>
- Sepúlveda, F., & Blanco, C. (2019). *Rotación de cultivos una práctica agroecológica*.
<https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/66889>
- Silva Parra, A., Rodríguez Rojas, B. A., & Vargas Arrieta, N. (2020). Análisis textural en la regulación de funciones ecosistémicas en sistemas agroforestales de un oxisol de Piedemonte Llanero en época seca, Colombia. *Artículo de Investigación*, 1–10.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8823185>
- Silvetti, F., & Cáceres, M. (2015). *La expansión de monocultivos de exportación en Argentina y Costa Rica*. <http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAv16n32a08>
- Vázquez, J., Alvarez-Vera, M., Iglesias-Abad, S., & Castillo, J. (2020). La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 105–112.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.12>
- Yakabi, K. (2014). *Estudio de las propiedades edáficas que determinan la fertilidad del suelo en el sistema de andenería de la comunidad campesina San Pedro de Laraos, Huarochiri - Lima*. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5836>
- Zanor, G., López, M., Martínez, Y., Ramírez, S., Gutiérrez, S., & León, F. (2018). Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor. *Ingeniería investigación y tecnología*. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n4.036>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Tipo de investigación	Población
¿Cuál es el efecto de monocultivo de la quinua, sobre la fertilidad del suelo en el distrito de Cabana?	Evaluar la fertilidad del suelo, en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de la quinua (Chenopodium quinoa Willd), en el distrito de Cabana.	La práctica de monocultivo de la quinua (Chenopodium quinoa Willd), influye significativamente sobre la fertilidad del suelo, en el distrito de Cabana.	<ul style="list-style-type: none"> - Monocultivo de la quinua - Abonos orgánicos 	El tipo de investigación es aplicada, experimental	Suelo.- la población es 2000 parcelas de terreno de productores de la "Cooperativa COOPAIN Cabana", áreas donde se cultiva quinua en dicha organización, en el distrito de Cabana
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicas	Variable dependiente	Diseño de investigación	Muestra
¿Cuál es el efecto de monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico – químico del suelo (Textura del Suelo, Densidad Apparente, pH, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Conductividad Eléctrica, Aluminio y Carbonato de Calcio)?	Determinar el efecto de la práctica del monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico – químico del suelo: Textura del Suelo, Densidad Apparente, pH, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Conductividad Eléctrica, Aluminio y Carbonato de Calcio.	La práctica de monocultivo de la quinua, influye significativamente, sobre las propiedades físico – químico del suelo: Textura del Suelo, Densidad Apparente, pH, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Conductividad Eléctrica, Aluminio y Carbonato de Calcio.	<ul style="list-style-type: none"> - Fertilidad del suelo: - Propiedad física - Textura del Suelo - Densidad Apparente - Propiedad química - Reacción del Suelo (pH) - Materia Orgánica (MO) - Nitrógeno (N) - Fósforo (P) - Potasio (K) - Conductividad Eléctrica (CE) - Aluminio - Carbonatos de Calcio - Abono orgánico 	El diseño de investigación es de evaluación, se interpretaran y analizaran los resultados desde la perspectiva cuantitativa, para ellos se aplicará la prueba estadística "diseño completamente al azar"	El tamaño de muestra se definió a través del método muestral no probabilístico por conveniencia, por tanto son 18 parcelas de terreno, compuestas por suelos agrícolas, con el siguiente detalle: <ul style="list-style-type: none"> - 06 parcelas con rotación de cultivos. - 06 parcelas con monocultivo de quinua con dos años consecutivos. - 06 parcelas con monocultivo de quinua con tres años consecutivos
¿Cuál es la cantidad de abonos orgánicos que aplicó el productor y que efecto tuvo en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua?	Analizar la cantidad de abonos orgánicos que aplicó el productor y su efecto en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua.	La cantidad de abonos orgánicos que aplicó el productor en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua, influye favorablemente en el mejoramiento de la fertilidad del suelo.			

Anexo 2. Sistema de variables

Objetivos específicos	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Items
Objetivo General: Evaluar la fertilidad del suelo, en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd), en el distrito de Cabana					
Determinar el efecto de la práctica del monocultivo de la quinua, sobre las propiedades físico – químico del suelo: Textura del Suelo, Densidad Aparente, pH, Materia Orgánica, Nitrogeno, Fosforo, Potasio, Conductividad Eléctrica, Aluminio y Carbonato de Calcio.	<u>V. independiente</u> - Monocultivo de la quinua	Práctica agronómica que consiste producir un solo cultivo por varios años consecutivos en el mismo terreno.	M2: Monocultivo de dos años M3: Monocultivo de tres años RC: Rotación de Cultivos (testigo)	Nivel de fertilidad del suelo - Alta - Media - Baja	Toma de 18 muestras de suelos Análisis en laboratorio de muestras de suelo Aplicación de ficha de datos e historial de campo Interpretación de resultados
Analizar la cantidad de abonos orgánicos que aplicó el productor y su efecto en parcelas de terreno donde se practicó el monocultivo de quinua	<u>V. independiente</u> - Abonos orgánicos	Material resultante de la degradación y mineralización de residuos orgánicos	Cantidad de abono orgánico aplicado en Kg/Ha.		
	<u>V. dependiente</u> - Fertilidad del suelo (propiedades físico químicos del suelo)	Propiedades del suelo, su valor en mayor o menor cantidad, determinan la fertilidad del suelo.	Valores de contenido de propiedades físico químicos del suelo		
	<u>V. dependiente</u> - Fertilidad del suelo (propiedades físico químicos del suelo)	Propiedades del suelo, su valor en mayor o menor cantidad, determinan la fertilidad del suelo.	Valores de contenido de propiedades físico químicos del suelo		

Anexo 3. Registro de historial de campo de parcelas de terreno

Código	Área (Ha)	Campana 2021/2022		Campana 2020/2021		Campana 2019/2020		Campana 2018/2019		Campana 2017/2018			
		Cultivo	Abono	Kg.Ab.	Cultivo	Abono	Kg.Ab.	Cultivo	Abono	Kg.Ab.	Cultivo	Abono	Kg.Ab.
RCR1	1.00	D	N	0	A	N	0	Q	N	0	D	N	0
RCR2	0.34	D	N	0	A	N	0	Q	N	0	D	N	0
RCR3	0.24	D	N	0	A	N	0	Q	N	0	D	N	0
RCR4	0.26	D	N	0	A	N	0	Q	N	0	D	N	0
RCR5	0.24	D	N	0	A	N	0	Q	N	0	D	N	0
RCR6	0.23	D	N	0	A	N	0	Q	N	0	D	N	0
M2R1	0.26	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	D	N	0
M2R2	0.24	D	N	0	Q	GC	100	Q	N	0	D	N	0
M2R3	0.22	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	D	N	0
M2R4	0.98	D	N	0	Q	GC	200	Q	N	0	D	N	0
M2R5	0.72	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	D	N	0
M2R6	1.00	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	D	N	0
M3R1	0.35	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	P	GC	125
M3R2	0.62	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	P	GC	100
M3R3	0.24	D	N	0	Q	GC	200	Q	GC	200	P	GC	200
M3R4	0.56	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	P	GC	400
M3R5	0.59	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	P	GC	200
M3R6	0.30	D	N	0	Q	N	0	Q	N	0	P	N	0

Nota: Cultivo: A - avena, Q - quinua, P - papa, D - descanso, Abono: GC - guano de corral, N - ninguno

Anexo 4. Fichas de datos e historial de campo

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	02	CODIGO DE MUESTRA	RCR1
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Roxana Valery Cahuana Miranda		29611009	
		Nº CELULAR	
		951628582	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
San Mígel 3- Yapuscah		ESTE	360416
		NORTE	8273780
		ALTITUD	3902 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	1.00 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
		Nombre abono 2	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
		Ninguno	0
2020/2021	Avena	Ninguno	0
		Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
		Ninguno	0
2018/2019	Papa	Ninguno	0
		Ninguno	0
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	04	CODIGO DE MUESTRA	M3R1
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Vicentina Vilca Flores		40505351	
		Nº CELULAR	
		976794570	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Palvider 1 - Cieneguillas		ESTE	364962
		NORTE	8275197
		ALTITUD	3867 msnm.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.35 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Quinua	Ninguno	0
2017/2018	Papa.	Guanos de Corral	125
		Nombre abono 2	Kg
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	05	CODIGO DE MUESTRA	RCR2
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Vicentina Vica Flores		40505351	
		Nº CELULAR	
		976794570	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Palvies 2 - Cieneguillas		ESTE	365136
		NORTE	8275050
		ALTITUD	3865 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.34 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
		Nombre abono 2	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Avena	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guano Giral	250
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	06	CODIGO DE MUESTRA	M2R1
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Rufina Vica Flores		02396552	
		Nº CELULAR	
		950438611	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Palvides 3- Cieneguillas		ESTE	364774
		NORTE	8275163
		ALTITUD	3878 M.S.N.M.
		PENDIENTE	1%
		AREA	0.26 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	guano de Corral	400
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Nombre abono 2	Kg
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	07	CODIGO DE MUESTRA	M3R2
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Graciela Vilca de ITO		02396999	
		Nº CELULAR	
		988030891	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Parcela 1- Ayagachi		ESTE	368079
		NORTE	8273304
		ALTITUD	3849 ms.n.m
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.62 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Quinua	Ninguno	0
2017/2018	Papa	Gano de Corral	100
		Nombre abono 2	Kg
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	08	CODIGO DE MUESTRA	M3R3
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Graciela Vilca de ITO		02396999	
		Nº CELULAR	
		988030891	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Parcela 2 - Ayagachi		ESTE	367994
		NORTE	8273309
		ALTITUD	3854 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.24 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Guano de Corral	200
2019/2020	Quinua	Guano de Corral	200
2018/2019	Quinua	Guano de Corral	200
2017/2018	Papa	Guano de Corral	200
		Nombre abono 2	Kg
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	09	CODIGO DE MUESTRA	M3R4
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Graciela Vilca de Ito		02396999	
		Nº CELULAR	
		988030891	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Cutawimocco - Ayagachi		ESTE	367837
		NORTE	8273498
		ALTITUD	3957 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.56 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Quinua	Ninguno	0
2017/2018	Papa	Guano de Corral	400
		Nombre abono 2	Kg
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	10	CODIGO DE MUESTRA	M3R5
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Benjamin Calcina Tito		29479740	
		Nº CELULAR	
		973563726	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Parcela 01 - Misarani		ESTE	3644 83
		NORTE	\$269722
		ALTITUD	3868 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.59 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Quinua	Ninguno	0
2017/2018	Papa	Guano de Corral	200
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	II	CODIGO DE MUESTRA	M2R2
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Benjamin Calcina tito		2947 9740	
		Nº CELULAR	
		973563726	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Parcela 02- Misarani		ESTE	364448
		NORTE	8269621
		ALTITUD	3857 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.24 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Guano de Corral	100
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Ninguno	0
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	12.	CODIGO DE MUESTRA	M3R6
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Benjamin Calcina Tito		2947 9740	
		Nº CELULAR	
		9735637 26	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Parcela 03 Misarani		ESTE	3644 31
		NORTE	8269 439
		ALTITUD	3870 m.s.n.m.
		PENDIENTE	1%
		AREA	0.30 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Quinua	Ninguno	0
2017/2018	Papa	Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	13	CODIGO DE MUESTRA	RCR3
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Antonietta Pari Charrez		43603899	
		Nº CELULAR	
		958230684	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Suyo Añasmocco		ESTE	362222
		NORTE	8268150
		ALTITUD	3899 m.s.n.m.
		PENDIENTE	1%
		AREA	0.24 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
		Nombre abono 2	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
		Ninguno	0
2020/2021	Avena	Ninguno	0
		Ninguno	0
2019/2020	Quinoa	Ninguno	0
		Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guano de Corral	1000
		Ninguno	0
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	14	CODIGO DE MUESTRA	RCR4
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Antonieta Pari Charrez		43603899	
		Nº CELULAR	
		958 2306 84	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Suyo Quelocachi		ESTE	358803
		NORTE	8270984
		ALTITUD	3920 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.26 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Avena	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guano de Corral	400
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	15	CODIGO DE MUESTRA	M2R3
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Guilhermina Colca Huaranca		02398 339	
		Nº CELULAR	
		961207912	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Isla Pampa - Yapuscachi		ESTE	359001
		NORTE	8274063
		ALTITUD	3876 m.s.n.m
		PENDIENTE	0%
		AREA	0.22 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Ninguno	0
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Nombre abono 2	Kg
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	17	CODIGO DE MUESTRA	M2R4
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Candy Condori Mamani		45199606	
		Nº CELULAR	
		983039878	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Munaypata 2- Vijallani		ESTE	361044
		NORTE	8270019
		ALTITUD	3893 m.s.n.m
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.98 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Guano de Corral	200
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guano de Corral	1000
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	18	CODIGO DE MUESTRA	RCRS
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Salvador Condori Castillo		02396379	
		Nº CELULAR	
		982255902	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Suyo Colalaya		ESTE	360508
		NORTE	8268940
		ALTITUD	3890 m.s.n.m
		PENDIENTE	1%
		AREA	0.29 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Avena	Ninguno	0
2019/2020	Quinoa	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guano Corra	400
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
Nombre abono 2			
Kg			
Ninguno 0			
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	19	CODIGO DE MUESTRA	M2R5
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Guillermo Hanco Huaman		023 61201	
		Nº CELULAR	
		951 691566	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Vallecito 1 - Silarani		ESTE	366821
		NORTE	8277667
		ALTITUD	3884 m.s.n.m.
		PENDIENTE	1%
		AREA	0.72 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guanos de Corral	1200
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Ninguno	0
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	20	CODIGO DE MUESTRA	M2R6
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Guillermo Manco Huaman		023 61201	
		Nº CELULAR	
		951691566	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Vallecito 2- Silarani		ESTE	366826
		NORTE	8277428
		ALTITUD	3866 msn.m.
		PENDIENTE	1%
		AREA	1.00 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Quinua	Ninguno	0
2019/2020	Quinua	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guanos de Corral	1500
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

TESIS DE INVESTIGACION			
"MONOCULTIVO DE LA QUINUA , SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA"			
FICHA DE DATOS E HISTORIAL DE CAMPO			
Nº DE PARCELA	21	CODIGO DE MUESTRA	RCR6
I) PROPIETARIO DE LA PARCELA			
NOMBRE Y APELLIDOS		Nº DNI	
Guillermo Hanco Huaman		023 61201	
		Nº CELULAR	
		951691566	
II) DATOS DE LA PARCELA			
NOMBRE DE LA PARCELA		UBICACIÓN	
Vallecito 3 - Silarani		ESTE	367161
		NORTE	8277567
		ALTITUD	3856 m.s.n.m.
		PENDIENTE	2%
		AREA	0.23 Has.
III) HISTORIAL DE LA PARCELA			
¿Que cultivos sembró?		¿Que abonos y en que cantidad aplicó a la parcela?	
Campaña	Cultivo	Nombre abono 1	Kg
2021/2022	Descanso	Ninguno	0
2020/2021	Avena	Ninguno	0
2019/2020	Quinoa	Ninguno	0
2018/2019	Papa	Guano de Corra	400
2017/2018	Descanso	Ninguno	0
		Nombre abono 2	Kg
		Ninguno	0
IV) OTRAS ANOTACIONES			

Anexo 5. Panel fotográfico



Lugar de estudio distrito de Cabana



Estado visual de una parcela con monocultivo de quinua de tres años



Materiales para el muestreo de suelos, junto a propietarios de la parcela



Limpieza de área, previo al muestreo de suelos



Apertura de hoyo y extracción de sub muestra de suelo



Mezclado de sub muestras de suelo y toma de la muestra de suelo



Limpieza de área para la toma de muestra para densidad aparente



Toma de muestra de suelo para densidad aparente a través del método del cilindro



Muestras de suelos destinados a laboratorio para el análisis de fertilidad de los suelos (propiedades físico – químico)



Muestras de suelos destinados a laboratorio, para el análisis de densidad aparente



Registro de peso del sobre con balanza de precisión, para análisis de densidad aparente



Recepción de muestras de suelos en laboratorio de suelos del INIA Puno, para análisis de fertilidad



Recepción de muestras de suelos en laboratorio de suelos del INIA Puno, para análisis de densidad aparente



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo CLEBER MUÑOZ TAPARA
identificado con DNI 01699597 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL, MENCIÓN GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
“**MONOCULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO, DISTRITO DE CABANA, 2021**”

Es un tema original.

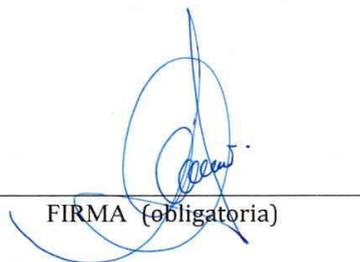
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 01 de JULIO del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo CLEBER MUÑOZ TAPARA
identificado con DNI 01699597 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
**MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL, MENCIÓN GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES Y
MEDIO AMBIENTE**

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

**“MONOCULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), SOBRE LA FERTILIDAD DEL
SUELO, DISTRITO DE CABANA, 2021**”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

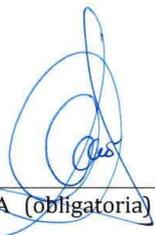
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 01 de JULIO del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella