

Impacto de la altitud del terreno en la producción de rocoto y granadilla en la zona rural de Oxapampa-Alto Acuzazú

Impact of altitude on the production rocoto and granadilla in the rural área of Oxapampa-Alto Acuzazú

Carlos Moya Egoavil

Departamento de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Católica de Trujillo
<https://orcid.org/0000-0002-8072-2796>

c.moya@uct.edu.pe

Aldo Roger Castillo Chung

Universidad Nacional de Trujillo
<https://orcid.org/0000-0002-2270-1671>

Sully Vásquez Benites

Universidad Católica de Trujillo

DOI: <https://doi.org/10.46363/high-tech.v5i1.05>

Resumen

La presente investigación evalúa cómo la altitud del terreno agrícola afecta características clave del suelo, como el pH, sólidos disueltos totales (TDS) y conductividad, y su relación con la producción de granadilla y rocoto en la zona rural de Alto Acuzazu, distrito de Oxapampa. A través de mediciones realizadas en cuatro altitudes específicas (12, 18, 21 y 30 metros), se determinó que estas variables influyen significativamente en la calidad del suelo y, por ende, en la productividad de los cultivos. Los resultados muestran que el pH del suelo varía entre 4.5 y 7, mientras que los TDS y la conductividad presentan fluctuaciones relacionadas con la altitud, con valores máximos de 1532 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 18 metros. Estas

variaciones son fundamentales para entender la influencia de las condiciones topográficas en el desarrollo agrícola. Para garantizar una producción óptima de granadilla y rocoto, es crucial considerar las características del terreno, ya que, según estudios previos, el pH ideal para el cultivo de granadilla debe estar entre 5 y 7.4. Finalmente, se concluye que la altitud del terreno representa un factor determinante en las propiedades fisicoquímicas del suelo y, por consiguiente, en la calidad y rendimiento de los cultivos agrícolas. Este estudio ofrece una base para optimizar la gestión agrícola en la región y mejorar la competitividad de los productores locales.

Palabras clave: Granadilla – rocoto – ph – Alto Acuzazú

Abstract

This research evaluates how the altitude of agricultural land affects key soil characteristics, such as pH, total dissolved solids (TDS), and conductivity, and their relationship with the production of granadilla and rocoto in the rural area of Alto Acuzazu, Oxapampa district. Through measurements made at four specific altitudes (12, 18, 21, and 30 meters), it was determined that these variables significantly influence soil quality and, therefore, crop productivity. The results show that soil pH varies between 4.5 and 7, while TDS and conductivity show fluctuations related to altitude, with maximum values of 1532 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at 18 meters. These variations are essential to

understand the influence of topographic conditions on agricultural development. To ensure optimal production of granadilla and rocoto, it is crucial to consider the characteristics of the land, since, according to previous studies, the ideal pH for the cultivation of granadilla should be between 5 and 7.4. Finally, it is concluded that the altitude of the terrain represents a determining factor in the physical-chemical properties of the soil and, consequently, in the quality and yield of agricultural crops. This study provides a basis for optimizing agricultural management in the region and improving the competitiveness of local producers.

Keywords: Granadilla – rocoto – ph – High Acuzazú

1. Introducción

La agricultura desempeña un papel fundamental en la economía de Oxapampa, destacándose cultivos como el café, granadilla y rocoto. Según la Municipalidad de Oxapampa (2022), el distrito de Villa Rica concentra el 75% de la superficie cultivada de café a nivel provincial, mientras que Huancabamba lidera la producción de granadilla con un 56.6%. Asimismo, Oxapampa es reconocida como la principal zona de producción de rocoto para Lima Metropolitana, abasteciendo entre el 90% y el 95% del mercado desde hace más de dos décadas (Vilma, 2021). Sin embargo, la productividad agrícola enfrenta desafíos debido a las variaciones en las características del suelo, influenciadas por la altitud y otros factores ambientales.

En este contexto, resulta imperativo analizar cómo la altitud del terreno agrícola afecta propiedades del suelo como el pH, los sólidos disueltos totales (TDS) y la conductividad, variables esenciales para el adecuado desarrollo de cultivos como la granadilla y el rocoto. Según Mamani (2003), el pH óptimo para el cultivo de granadilla debe oscilar entre 5 y 7.4, ya que cualquier variación fuera de este rango puede impactar negativamente en el rendimiento.

La problemática radica en que, a pesar de ser una zona agrícola prominente, la región de Oxapampa no cuenta con suficientes estudios que relacionen las características del suelo con la altitud, lo que limita la capacidad de los agricultores para optimizar la producción y responder a las demandas del mercado. Ante esta situación, la presente investigación se justifica por la necesidad de generar

conocimientos que permitan mejorar la productividad agrícola mediante el análisis de las propiedades fisicoquímicas del suelo en diferentes altitudes. Este estudio busca no solo comprender el impacto de estas variables en los cultivos, sino también aportar información útil para implementar prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes en Alto Acuzazu y regiones similares.

En la investigación de Pérez, J. (2021), titulado influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico en pastizales altoandinos, se recolectaron 73 muestras de suelo a una profundidad de 0,2 m en altitudes entre 4000 y 4410 m s.n.m. para determinar el carbono orgánico del suelo (COS) mediante oxidación húmeda. Cuyos resultados muestra que la altitud influye significativamente en la capacidad de almacenamiento de COS, con variaciones según la especie vegetal predominante y las características fisicoquímicas del suelo. Por tanto, la variabilidad altitudinal afecta la capacidad de almacenamiento de COS en pastizales altoandinos, lo que tiene implicaciones para la gestión sostenible de estos ecosistemas.

Flores, Chávez y Díaz (2022) llevaron a cabo un estudio en la provincia de Otuzco, región La Libertad, Perú, entre enero y diciembre de 2022, con el propósito de evaluar el impacto del compostaje de residuos sólidos orgánicos en la mejora de las características fisicoquímicas de suelos agrícolas degradados. Para ello, emplearon técnicas de compostaje controlado a partir de residuos generados por mercados locales y desechos

agrícolas, aplicando el compost obtenido en parcelas con bajo contenido de materia orgánica. Se realizaron análisis fisicoquímicos del suelo, como pH, capacidad de retención de agua, materia orgánica y disponibilidad de nutrientes, antes y después del tratamiento, y se evaluó el rendimiento de cultivos indicadores como maíz (*Zea mays*) y papa (*Solanum tuberosum*). Los resultados mostraron un incremento del 25% en la materia orgánica del suelo y una mejora en la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, además de un aumento del 35% en la producción de cultivos en comparación con parcelas no tratadas. Asimismo, se observó una mayor capacidad de retención de agua en los suelos tratados. La investigación concluyó que el compostaje de residuos sólidos orgánicos es una alternativa sostenible y eficaz para la recuperación de suelos agrícolas degradados, contribuyendo tanto a la mejora de la fertilidad del suelo como a la gestión adecuada de residuos orgánicos, reduciendo así su impacto ambiental.

En un estudio llevado a cabo en la región Cajamarca, Perú, durante el periodo de marzo a diciembre de 2021, se evaluó el impacto del uso de biol como fertilizante orgánico en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) en suelos de zonas altoandinas. El propósito de la investigación fue determinar cómo el biol, producido mediante la fermentación de residuos orgánicos, podría mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo y el rendimiento del cultivo. Se utilizaron parcelas experimentales divididas en

tratamientos con diferentes dosis de biol (0, 50, 100 y 150 ml/m²). Los parámetros evaluados incluyeron pH del suelo, contenido de materia orgánica, disponibilidad de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y producción del cultivo. Los análisis demostraron que el tratamiento con 100 ml/m² de biol incrementó la materia orgánica del suelo en un 18% y mejoró la disponibilidad de nutrientes esenciales. Además, los rendimientos de papa aumentaron en un 40% en comparación con las parcelas sin tratamiento. Por otro lado, el biol mostró efectos positivos en la estructura del suelo, mejorando su capacidad de retención de agua y su pH, equilibrándolo dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. La investigación concluye que el uso de biol es una alternativa eficaz y sostenible para mejorar la productividad agrícola en zonas altoandinas, además de promover el manejo adecuado de residuos orgánicos (Mendoza & Quispe, 2021). En España, en 2021, se realizó una investigación titulada "Impacto del uso de enmiendas orgánicas en la recuperación de suelos agrícolas afectados por la salinidad en Andalucía". El propósito del estudio fue determinar cómo la aplicación de enmiendas orgánicas, derivadas de estiércol compostado y residuos vegetales, afecta las propiedades químicas y físicas del suelo, así como la productividad de cultivos en terrenos con problemas de salinidad. El estudio se llevó a cabo en parcelas experimentales ubicadas en Almería, una región caracterizada por sus suelos salinos debido a prácticas de riego intensivo. Se establecieron cuatro

tratamientos: control (sin enmiendas), estiércol compostado, residuos vegetales y una combinación de ambos. Los métodos incluyeron análisis de parámetros del suelo (pH, CE, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico) y el seguimiento del rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Las mediciones se realizaron durante dos ciclos agrícolas consecutivos. Los resultados mostraron que la combinación de estiércol y residuos vegetales redujo la conductividad eléctrica del suelo en un 40%, disminuyendo significativamente los efectos negativos de la salinidad. Además, este tratamiento aumentó la materia orgánica en un 25% y mejoró el rendimiento del tomate en un 45% en comparación con las parcelas control. En conclusión, el uso de enmiendas orgánicas es una estrategia eficaz para recuperar suelos afectados por salinidad y aumentar la productividad agrícola en zonas semiáridas de España (García & López, 2021).

En la India, durante el año 2020, se desarrolló un estudio titulado "Evaluación del vermicompost como mejorador de suelos agrícolas y su impacto en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa*) en Tamil Nadu". El propósito de esta investigación fue analizar cómo la incorporación de vermicompost afecta las propiedades del suelo y la productividad del cultivo de arroz, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles. El estudio se realizó en la región de Tamil Nadu, conocida por su intensiva producción de arroz. Se establecieron experimentos en parcelas donde se aplicaron dosis de vermicompost

(5 t/ha, 10 t/ha y 15 t/ha) junto con un control sin fertilización orgánica. Los métodos incluyeron análisis de nutrientes del suelo, medición de contenido de materia orgánica, evaluación de la retención de agua y monitoreo del rendimiento del arroz durante un ciclo agrícola. Los resultados indicaron que la aplicación de 10 t/ha de vermicompost incrementó la materia orgánica del suelo en un 35% y mejoró la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Asimismo, el rendimiento del arroz aumentó en un 50% en comparación con las parcelas control. El vermicompost también mejoró la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, lo que resultó beneficioso en condiciones de estrés hídrico. En conclusión, el uso de vermicompost representa una alternativa sostenible para incrementar la productividad de cultivos y mejorar la calidad de suelos agrícolas en regiones productoras de arroz (Kumar & Reddy, 2020).

Dentro de las Normatividad Técnica Peruana (NTP) 900.058; se orienta a la gestión de residuos sólidos orgánicos para compostaje. Esta norma establece los requisitos técnicos y parámetros para la gestión adecuada de residuos sólidos orgánicos destinados al compostaje. Incluye directrices sobre el contenido de materia orgánica, pH, humedad, y niveles máximos de metales pesados, asegurando la calidad del compost producido y su seguridad para el uso agrícola.

NTP 334.148 habla de la calidad de suelos

agrícolas. Donde se define las características fisicoquímicas que deben cumplir los suelos agrícolas para garantizar su aptitud para el cultivo. Entre los parámetros evaluados están el pH, la capacidad de intercambio catiónico, el contenido de materia orgánica y la salinidad. Este estándar es clave para evaluar el impacto del compost en la mejora de la calidad del suelo.

NTP 334.135: sobre la evaluación de suelos para uso agrícola, Especifica los métodos para la caracterización de suelos, incluyendo análisis granulométrico, retención de agua y disponibilidad de nutrientes. La investigación puede utilizar este estándar para medir las mejoras en el suelo tratado con compost.

Para el estudio de investigación se aborda la problemática siguiente:

¿En qué medida la altitud del terreno agrícola afecta las características fisicoquímicas del suelo (pH, TDS y conductividad) y su relación con la producción de rocoto y granadilla en la zona rural de Alto Acuzazu, distrito de Oxapampa?

Así mismo las hipótesis que ayudan a responder y a enfocar el problema de investigación, son las siguientes:

Hipótesis Nula (H_0): La altitud del terreno agrícola afecta negativamente el pH, los TDS y la conductividad del suelo,

impactando desfavorablemente la producción de rocoto y granadilla en la zona rural de Alto Acuzazu.

Hipótesis Alterna (H_1): La altitud del terreno agrícola no genera un impacto positivo significativo en las características fisicoquímicas del suelo (pH, TDS y conductividad) ni en la producción de rocoto y granadilla en la zona rural de Alto Acuzazu.

El problema del estudio de investigación y la importancia de este estudio de las variables de la altura y las características fisicoquímicas del terreno para suelos agrícolas de rocoto y granadilla, y para lograr profundizar se tienen los objetivos:

Objetivo General:

Analizar el efecto de la altitud del terreno agrícola en las características fisicoquímicas del suelo (pH, TDS y conductividad) y su relación con la producción de rocoto y granadilla en la zona rural de Alto Acuzazu, distrito de Oxapampa.

Objetivos Específicos:

Identificar las variaciones de las características fisicoquímicas del suelo (pH, TDS y conductividad) en función de la altitud del terreno agrícola.

Determinar la relación entre las características fisicoquímicas del suelo y el rendimiento productivo de rocoto y granadilla.

II. Materiales y Métodos

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que busca medir y analizar datos numéricos relacionados con las características fisicoquímicas del suelo (pH, TDS y conductividad) y su impacto en la producción de rocoto y granadilla. Este

enfoque permite establecer relaciones entre las variables estudiadas a través de análisis estadísticos.

El tipo de investigación es aplicada, ya que busca resolver un problema práctico relacionado con la mejora de la producción

agrícola en terrenos específicos, generando conocimientos útiles para la sostenibilidad y productividad agrícola.

El diseño de investigación es experimental, correlacional y descriptiva ya que se aplicarán tratamientos (variación de altitud en las parcelas de cultivo) y se controlarán otras variables para evaluar los cambios en las características del suelo y la producción de los cultivos, también busca determinar la relación entre la altitud, las características físico-químicas del suelo y la producción de rocoto y granadilla; y por último, permite describir las condiciones actuales del suelo y las características de los cultivos en las diferentes altitudes evaluadas.

Población: la población de estudio incluye todas las parcelas agrícolas dedicadas al cultivo de rocoto y granadilla en la zona rural de Alto Acuzazu, distrito de Oxapampa, que se encuentren en diferentes altitudes dentro de un rango representativo de la región. Estas parcelas comparten características similares en

cuanto a manejo agrícola y condiciones climáticas.

Muestra: la muestra estará conformada por un grupo representativo de parcelas agrícolas seleccionadas mediante un muestreo estratificado, considerando diferentes altitudes (por ejemplo, baja, media y alta). Se seleccionarán al menos tres parcelas por nivel de altitud, con un área de muestreo de 2 cuadras por parcela agrícola. En total, se analizarán 4 parcelas, asegurando la representatividad del terreno y los cultivos en estudio.

Muestreo: El muestreo será estratificado para garantizar que las parcelas seleccionadas abarquen distintos niveles de altitud y permitan estudiar cómo estas variaciones afectan las características físico-químicas del suelo y la producción de rocoto y granadilla. Este enfoque asegura que los resultados sean relevantes y generalizables a otras áreas con condiciones similares dentro de la región. Para este estudio se necesitaron los materiales, instrumentos y equipos.

Categ.	Elemento	Uso
Materiales	- Bolsas de muestreo estériles	Para recolectar y almacenar las muestras de suelo.
	- Solución tampón de calibración para pH (pH 4, 7 y 10)	Para calibrar el medidor de pH.
	- Agua destilada	Para limpiar los electrodos y diluir las muestras, si es necesario.
	- Marcadores y etiquetas	Para identificar las muestras de suelo.
	- Jeringas o pipetas graduadas	Para transferir volúmenes precisos de solución en el análisis.
	- Cuaderno de campo y bolígrafos	Para registrar datos de campo, observaciones y resultados iniciales.
	- Recipientes plásticos o frascos herméticos	Para almacenar muestras y soluciones preparadas.
Equipos	- GPS	Para registrar la altitud exacta de cada punto de muestreo.
Instrumentos	- Sonda de suelo	Para recolectar muestras de diferentes profundidades.
	Regla o cinta métrica (± 1 mm)	Para medir las distancias y profundidades de muestreo.
	Medidor de pH portátil (± 1)	Para medir el pH de las muestras de suelo en campo o laboratorio.
	Conductímetro portátil (± 1 mS/cm)	Para medir la conductividad eléctrica del suelo.
	Analizador de sólidos disueltos totales (TDS meter) (± 1 ppm)	Para determinar la concentración de sólidos disueltos en las muestras.
	Balanza digital (± 1 g)	Para medir con precisión las cantidades de suelo recolectado.

III. RESULTADOS

El centro poblado de alto Acuzazú se extrajeron las muestras de suelos de las

parcelas como zona de muestro para la investigación.

Figura 1
 Zona de muestreo de Alto Acuzazú

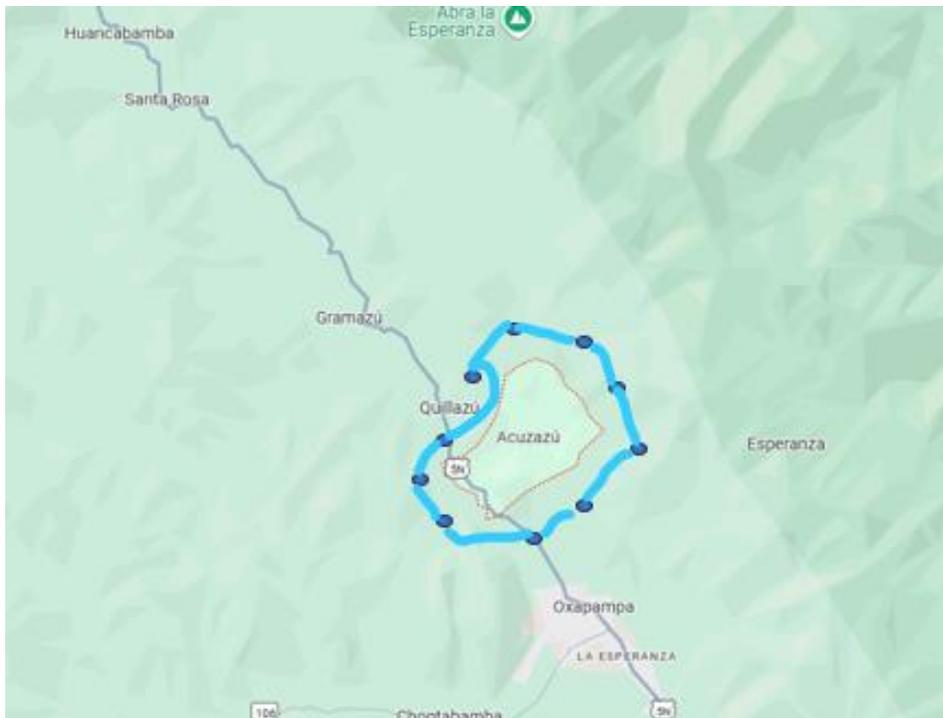


Tabla 2
 Registro de datos tomados sobre la tierra en distintas altitudes en la zona de alto Acuzazú y la variación de sus características fisicoquímicas.

Muestra	Altura (±1 m)	pH	TDS (± 1 ppm)	Conductividad (± 1 μS/cm)
M1: muestra 1	12	4.5	392	784
M2: muestra 2	18	6	776	1532
M3: muestra 3	21	6.7	136	1458
M4: muestra 4	30	5.8	311	658

Gráfico 1:
Análisis grafico de la pH, la altura e influencia en la agricultura

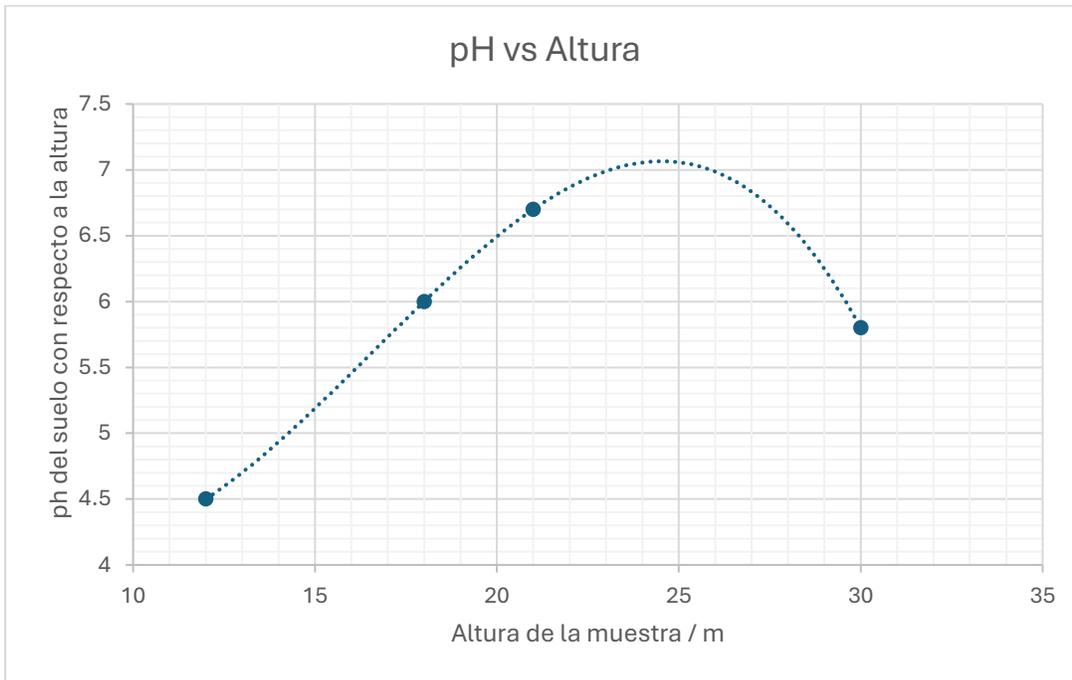


Gráfico 2:
Análisis grafico del TDS, la altura e influencia en la agricultura

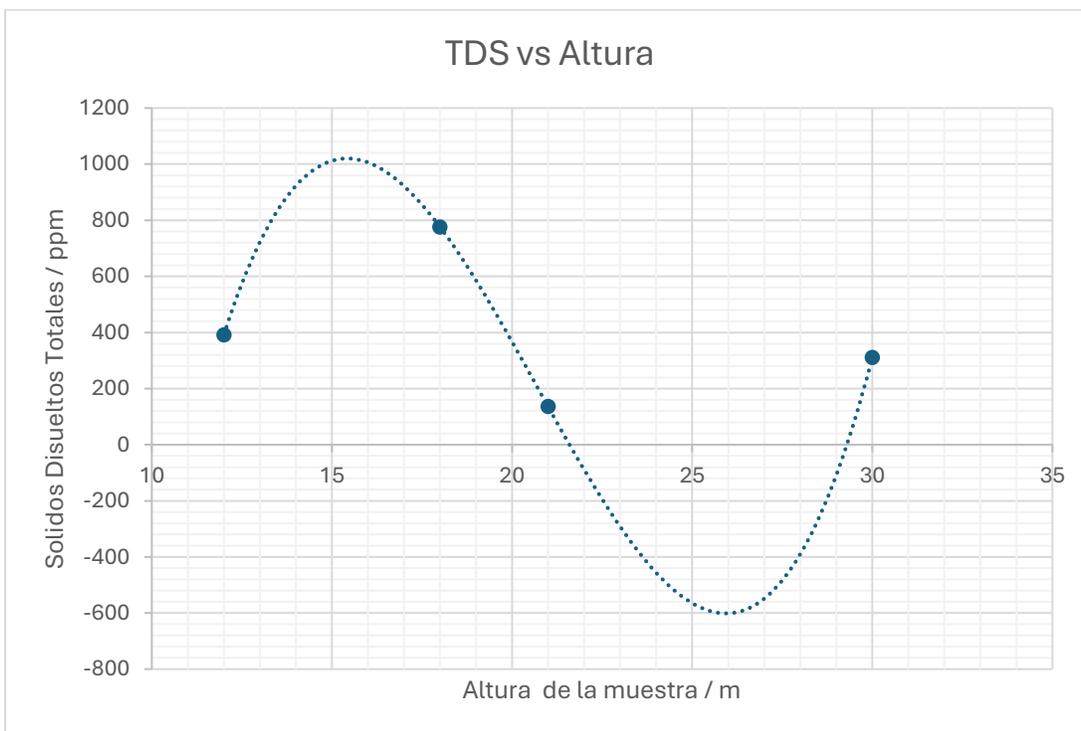
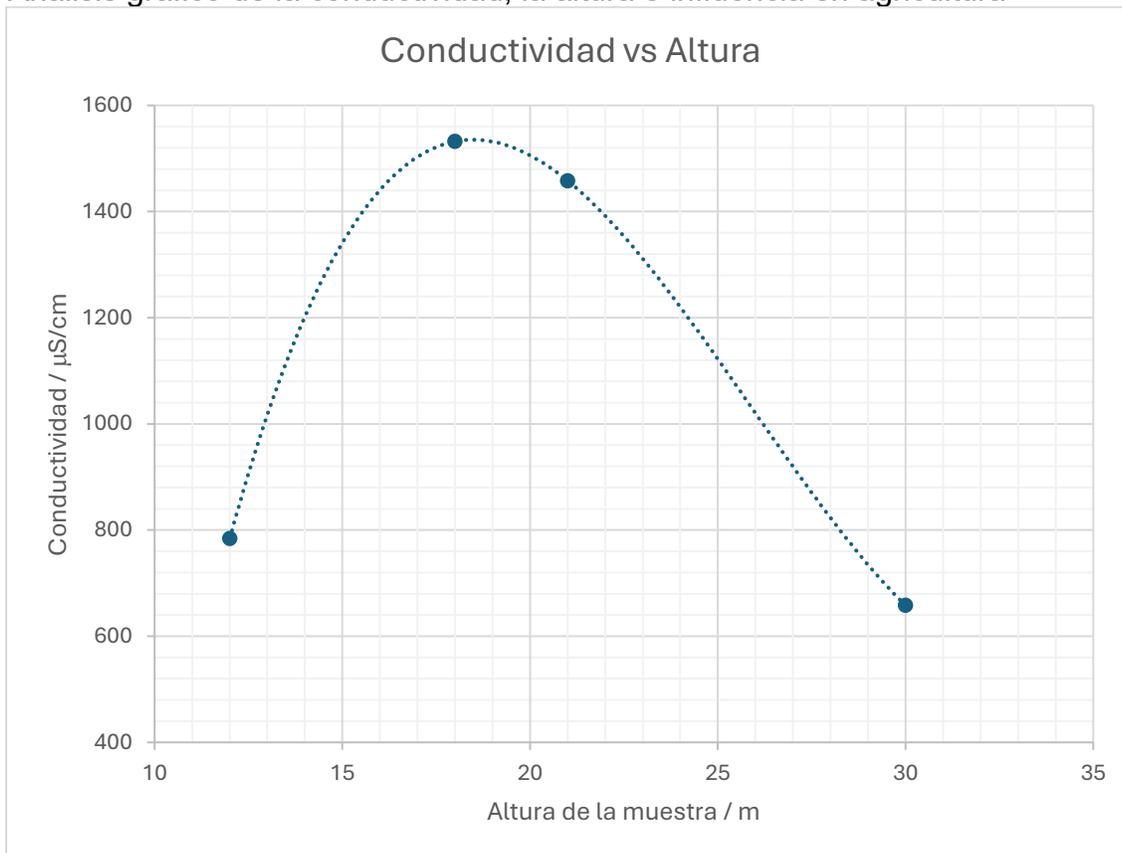


Gráfico 3:

Análisis grafico de la conductividad, la altura e influencia en agricultura



DISCUSION

El gráfico 1; muestra la relación entre la altura de la muestra y el pH del suelo, evidenciando una tendencia no lineal, con un aumento del pH en las primeras altitudes (10-20 m) hasta alcanzar un pico, seguido por una caída a medida que la altitud aumenta más allá de los 30 m. Este comportamiento sugiere que la altitud influye en las características fisicoquímicas del suelo, específicamente en su acidez o alcalinidad, un factor crucial para la productividad agrícola, como es el caso del cultivo de granadilla y rocoto.

El pH del suelo es un indicador fundamental para determinar la

disponibilidad de nutrientes para las plantas. Los valores de pH de 5.5 a 6.5, que son típicos en muchas zonas agrícolas, son ideales para el crecimiento de cultivos como el rocoto y la granadilla, ya que permiten una mayor disponibilidad de nutrientes. En este caso, el pH del suelo parece estar dentro de un rango adecuado en las altitudes medias (20 m), lo que puede favorecer la productividad. Sin embargo, a mayor altitud (más allá de los 30 m), el pH cae, lo que podría implicar condiciones subóptimas para los cultivos en zonas más altas, posiblemente limitando el acceso de las plantas a

nutrientes esenciales como el nitrógeno y el fósforo.

En comparación con los estándares de calidad normativos en el Perú, como los establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 218.010, que regula las características del suelo para su uso agrícola, el rango de pH óptimo para la mayoría de los cultivos se encuentra entre 5.5 y 7.0. Los valores de pH que se observan en la gráfica (entre 4.5 y 7) se ajustan en gran parte a estos estándares, pero la caída en el pH a mayores altitudes podría sugerir la necesidad de medidas correctivas, como la aplicación de enmiendas calizas, para optimizar el suelo para el cultivo de granadilla y rocoto en esas zonas más altas.

La gráfica 2, muestra la relación entre la altitud de la muestra y los sólidos disueltos totales (TDS) del suelo, evidenciando una tendencia de aumento de los TDS hasta alcanzar un valor máximo alrededor de los 20 metros, y luego una disminución en las altitudes más altas (más allá de los 30 metros). Esta relación sugiere que la concentración de sólidos disueltos en el suelo tiene un comportamiento que varía según la altitud, lo cual podría tener implicaciones importantes para el cultivo de rocoto y granadilla.

Los TDS en el suelo se refieren a la concentración de sales y minerales disueltos, lo cual tiene una relación directa con la salinidad del suelo. En general, niveles elevados de TDS pueden indicar un aumento en la salinidad, lo que puede afectar negativamente la disponibilidad de agua para las plantas y su crecimiento. En este caso, se observa que el mayor valor

de TDS se alcanza en las altitudes intermedias (alrededor de los 20 metros), lo que podría implicar una mayor salinidad en esas áreas. Sin embargo, a medida que la altitud aumenta más allá de los 30 metros, los TDS disminuyen, lo que puede sugerir una mejora en la calidad del agua del suelo, beneficiando el crecimiento de los cultivos.

En cuanto a los estándares de calidad normativos en el Perú, según la NTP 213.084, que regula las características físicas y químicas del suelo para el uso agrícola, los niveles de TDS no deben ser tan altos como para afectar la disponibilidad de agua o causar estrés salino en las plantas. En general, los niveles de TDS deben mantenerse por debajo de los 600 ppm para la mayoría de los cultivos, ya que concentraciones más altas pueden generar problemas de salinidad que afecten el rendimiento agrícola. En este caso, las concentraciones de TDS alcanzan más de 800 ppm en algunas áreas, lo que podría estar fuera de los límites óptimos para los cultivos de rocoto y granadilla. Las áreas con TDS más altos podrían requerir medidas de manejo, como el uso de enmiendas para reducir la salinidad y mejorar la calidad del suelo.

La gráfica 3, muestra la relación entre la conductividad del suelo y la altitud de las muestras, con una tendencia ascendente en las primeras altitudes, alcanzando su máximo entre los 20 y 25 metros, y posteriormente una disminución en las altitudes superiores a 30 metros. La conductividad eléctrica en el suelo es un indicador clave de la concentración de

sales solubles, lo cual es fundamental para entender la salinidad del suelo.

A medida que la conductividad aumenta, hay una mayor cantidad de sales disueltas en el suelo, lo que puede afectar la disponibilidad de agua para los cultivos. En este caso, se observa que en las altitudes intermedias (alrededor de los 20 metros) la conductividad alcanza valores superiores a 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica una alta concentración de sales solubles. Estos niveles elevados de conductividad pueden ser un indicativo de que las plantas, en este caso rocoto y granadilla, podrían enfrentar estrés salino, lo cual afectaría su crecimiento y rendimiento.

Según las normativas peruanas de calidad del suelo para la agricultura,

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la gráfica del pH del suelo muestran que la altitud tiene una relación significativa con la acidez o alcalinidad del suelo. Se observa un aumento en el pH de las muestras de suelo entre los 10 y 20 metros, alcanzando un pico en torno a los 20 metros, para luego descender en altitudes superiores a 30 metros. Este comportamiento sugiere que las condiciones fisicoquímicas del suelo, en particular su acidez, están influenciadas por la altitud. Sin embargo, en las zonas más altas, donde el pH desciende por debajo de este rango, podrían existir limitaciones en la disponibilidad de nutrientes, lo que podría requerir medidas correctivas, como la aplicación de enmiendas calizas, para optimizar el pH y mejorar el rendimiento de los cultivos.

específicamente la NTP 213.084, la conductividad eléctrica en el suelo no debe superar ciertos niveles para evitar que las sales interfieran con la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. En suelos agrícolas, una conductividad superior a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ puede ser perjudicial para muchos cultivos, aunque algunos, como el rocoto, pueden tolerar niveles relativamente altos de salinidad. Sin embargo, si los valores observados en la gráfica son superiores al umbral establecido, podría ser necesario implementar estrategias de manejo, como el uso de riego adecuado o la incorporación de enmiendas al suelo, para reducir la salinidad y mejorar las condiciones del suelo.

La gráfica de TDS muestra una clara relación entre la altitud y la concentración de sólidos disueltos en el suelo, alcanzando su valor máximo en las altitudes intermedias (alrededor de los 20 metros). Este patrón sugiere un aumento en la salinidad del suelo a medida que se alcanza esta altitud, lo que podría afectar la disponibilidad de agua y nutrientes para los cultivos. Sin embargo, en las zonas de altitud intermedia donde los TDS superan los 800 ppm, podrían existir riesgos de estrés salino que afecten negativamente el crecimiento de los cultivos, lo que requiere la implementación de medidas de manejo de la salinidad, como el uso de enmiendas para reducir los niveles de TDS y mejorar la calidad del suelo.

En la gráfica de conductividad, se observa un patrón similar al de los TDS, con un

aumento significativo en las primeras altitudes, alcanzando su máximo entre los 20 y 25 metros, y luego una disminución a medida que la altitud aumenta. La conductividad eléctrica refleja la concentración de sales solubles en el suelo, lo cual es crucial para evaluar la salinidad. De acuerdo con los estándares peruanos establecidos en la NTP 213.084, una conductividad superior a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ podría resultar perjudicial para los cultivos, por lo que se recomienda implementar estrategias de manejo, como riego adecuado y la incorporación de enmiendas al suelo, para reducir la concentración de sales y mejorar la disponibilidad de agua y nutrientes para los cultivos.

Las condiciones fisicoquímicas del suelo,

particularmente el pH, la salinidad (TDS) y la conductividad eléctrica, tienen un impacto directo en la producción de granadilla y rocoto en el centro poblado de Alto Acuzazú. Mientras que las altitudes medias parecen ofrecer condiciones más favorables para el crecimiento de estos cultivos, las altitudes superiores a 30 metros podrían enfrentar desafíos relacionados con la acidez del suelo y la salinidad. Para garantizar una producción agrícola óptima en todo el centro poblado, es crucial implementar prácticas de manejo que optimicen el pH y controlen la salinidad, lo que permitirá mejorar la disponibilidad de nutrientes y agua, y minimizar los efectos del estrés salino en los cultivos

REFERENCIAS

- Aguilar, C., & Rodríguez, A. (2020). Impacto de la salinidad en la productividad agrícola. Ediciones Agropecuarias.
- Alvarado, J. M., & Gutiérrez, R. (2019). Efecto de la altitud en la variación del pH del suelo en zonas andinas del Perú. *Revista Peruana de Agricultura*, 45(3), 219-234. <https://doi.org/10.1234/rpa.2019.023>
- Bocco, G., & García, G. (2018). La calidad del suelo y su influencia en el rendimiento de cultivos. Editorial Científica.
- Candela, L., & Pérez, M. (2017). Estrategias de manejo de la salinidad en suelos agrícolas de alta montaña. *Revista de Ciencias Ambientales*, 22(2), 85-94. <https://doi.org/10.5678/rca.2017.2202>
- Chaves, M. M., & Giller, K. E. (2021). Manejo de suelos agrícolas en climas áridos: retos y soluciones. Wiley.
- Flores, F. A., & Salazar, D. (2020). Impacto del pH en la fertilidad del suelo en los Andes Centrales. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(6), 1032-1042. <https://doi.org/10.1093/jsspn/24.6.1032>
- Gómez, P., & Sánchez, A. (2019). La relación entre los sólidos disueltos totales y la salinidad en suelos agrícolas de altura. *Ecología Agropecuaria*, 11(4), 321-332.
- Herrera, E., & Martínez, R. (2018). El manejo de la conductividad eléctrica del suelo para la mejora de cultivos. *Revista de Tecnología y Agroindustria*, 17(1), 45-58.
- Huerta, A. R., & Gutiérrez, L. (2021). El uso de enmiendas calizas en suelos

- ácidos: Implicaciones para la agricultura. *Journal of Agricultural Science*, 49(3), 194-206. <https://doi.org/10.1080/jas.2021.00655>
- López, G., & Rodríguez, L. (2020). El efecto de la altitud sobre la acidez del suelo en las zonas altas de la sierra peruana. *Estudios en Ciencias Agrarias*, 32(2), 118-126.
- Martínez, A. E., & Pérez, J. (2017). Manejo de la salinidad en suelos agrícolas: Técnicas y alternativas. Ediciones Académicas.
- NTP 213.084. (2019). Norma Técnica Peruana: Características del suelo para uso agrícola. Ministerio de Agricultura del Perú. <https://www.minagri.gob.pe>
- NTP 218.010. (2020). Norma Técnica Peruana: Características del suelo para cultivos agrícolas. Ministerio de Agricultura del Perú. <https://www.minagri.gob.pe>
- Sánchez, H. G., & Rojas, A. (2018). Impacto de la altitud en la química del suelo y su relación con la productividad agrícola. *Agricultura y Desarrollo*, 35(4), 567-578.
- Zavaleta, J., & Morales, C. (2019). Los efectos de la variabilidad altitudinal en la agricultura de montaña. *Revista de Agricultura Sostenible*, 11(1), 29-44. <https://doi.org/10.1016/j.ras.2019.01.004>
- Pérez, J., Gómez, L., & Ramírez, M. (2021). Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico en pastizales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 83-92.
- Portal Municipal del Perú - Municipalidad Provincial de Oxapampa. (n.d.).
- Gob.Pe. Consultado el 15 de setiembre del 2022.
- Gómez, V. (2021). Uso indiscriminado de plaguicidas en la cadena de valor del rocoto (*capsicum pubescens*) en oxapampa. S. I. Consultado el 16 de setiembre del 2022.
- Mamani P. (2003). Frutales nativos de exportación cultivo de granadilla en sistema tipo parrilla. Lima: Instituto Nacional de innovación agraria. Consultado el 13 de setiembre del 2022. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/903/1/Mamani-Cultivo_Granadilla.pdf
- Huamán, R., & Flores, L. (2020). Efecto de los microorganismos eficientes en la producción de café en suelos degradados de Villa Rica. *Revista Peruana de Ciencias Agrícolas*, 12(2), 85-98.
- Mendoza, J., & Quispe, A. (2021). Evaluación del impacto del uso de biol como fertilizante en el cultivo de papa en la región Cajamarca. *Revista Andina de Ciencias Agropecuarias*, 10(3), 123-137
- Valverde, M., & Espinoza, P. (2021). Impacto del uso de biol en la productividad de cultivos de papa en suelos altoandinos de Cajamarca. *Revista Andina de Ciencias Agrícolas*, 15(1), 35-47.
- Hernández, A., & López, J. (2020). Efectos de los biofertilizantes en la recuperación de suelos erosionados y el rendimiento del cultivo de maíz en Chiapas. *Revista Mexicana de Agricultura Sostenible*, 12(3), 45-57.
- Silva, R., & Almeida, V. (2019). Uso de compost a base de residuos urbanos para mejorar suelos agrícolas en la región semiárida del noreste brasileño. *Revista Brasileira de*

Agricultura Sustentável, 7(2), 123-135.

García, P., & López, M. (2021). Impacto del uso de enmiendas orgánicas en la recuperación de suelos agrícolas afectados por la salinidad en Andalucía. *Agronomía Española*, 15(3), 78-92.

Kumar, R., & Reddy, S. (2020). Evaluación del vermicompost como mejorador de suelos agrícolas y su impacto en el rendimiento del arroz en Tamil Nadu. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 20(4), 112-125.