

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Perfil de proyecto de investigación:

La captura de carbono en las zonas alto andinas

Por:

Yanela Paloma Quiñonez Mamani

Asesor:

Ing. Jorge Juvenal Bravo Hualla

Juliaca, Junio de 2025

1. Planteamiento del Problema

En las zonas alto andinas, la captura de carbono se ve amenazado por el drástico cambio climático, el efecto invernadero, el deshielo, la contaminación del aire y también por el actuar de las personas, teniendo un impacto negativo como la pérdida de cobertura vegetal y la erosión del suelo afectando el equilibrio ecológico y distribuyendo al calentamiento global, afectando ecosistemas frágiles y a la salud de distintas personas.

1.1 Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de comprender la dinámica de la captura de carbono en los ecosistemas altoandinos, los cuales funcionan como sumideros naturales de CO₂ según la teoría ecológica del ciclo del carbono. Sin embargo, esta capacidad se ve amenazada por la degradación del suelo, el cambio climático y las actividades humanas, lo que requiere la implementación de estrategias de restauración y manejo sostenible. A nivel práctico, el estudio permitirá identificar los factores que afectan este proceso, contribuyendo tanto a la mitigación del cambio climático como a la sostenibilidad de los recursos naturales, y ofreciendo insumos valiosos para el diseño de políticas ambientales contextualizadas. Metodológicamente, se empleará un enfoque mixto que combinará mediciones cuantitativas de carbono en el suelo con entrevistas cualitativas a las comunidades locales, permitiendo así una visión integral del problema y una validación más sólida de los resultados obtenidos.

1.2 Estado del Arte

La captura de carbono en ecosistemas altoandinos del Perú representa una estrategia clave para mitigar el cambio climático, especialmente mediante el uso de especies vegetales nativas como *Polylepis spp.*, *Stipa ichu* y musgos de bofedales. Estas plantas, adaptadas a las condiciones extremas de altitud, presentan alta eficiencia en la fijación de carbono en biomasa y suelo. Sin embargo, la capacidad de estos ecosistemas para almacenar carbono se ve amenazada por actividades como la minería informal, el uso intensivo de agroquímicos y la quema de pastizales, que degradan los suelos y disminuyen su función ecológica. A pesar de la existencia de marcos legales, la débil fiscalización en zonas rurales limita su efectividad. Se destaca, además, que la acumulación de CO₂ junto con otros contaminantes del aire puede afectar la salud de las poblaciones altoandinas. Por ello, la restauración ecológica con especies nativas se posiciona como una herramienta fundamental para la recuperación de suelos y la mejora de los servicios ecosistémicos, incluyendo la captura de carbono.

1.3 Objetivos

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el potencial de captura y almacenamiento de carbono en los ecosistemas altoandinos como un servicio ecosistémico clave, mediante la cuantificación del carbono presente en la biomasa vegetal y en los suelos, así como la identificación de factores ecológicos y ambientales que influyen en esta capacidad, con el fin de fortalecer estrategias de conservación y mitigación del cambio climático.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los principales tipos de cobertura vegetal presentes en los ecosistemas altoandinos y su rol en la captura de carbono.

- Cuantificar el carbono almacenado en la biomasa aérea, subterránea y en los suelos de áreas altoandinas seleccionadas.
- Analizar la influencia de factores ecológicos y ambientales (altitud, tipo de suelo, clima, cobertura vegetal) en la variabilidad del almacenamiento de carbono.
- Evaluar el impacto de las actividades antrópicas (agricultura, ganadería, deforestación, cambio de uso del suelo) sobre la capacidad de captura de carbono en estos ecosistemas.
- Proponer estrategias de manejo sostenible y conservación ambiental orientadas a potenciar el rol de los ecosistemas altoandinos como sumideros de carbono frente al cambio climático.

1.4 Hipótesis

Las especies vegetales nativas de los ecosistemas altoandinos, como *Polylepis* spp., *Stipa ichu* y musgos de bofedales, tienen un mayor potencial de captura y almacenamiento de carbono en el suelo y biomasa en comparación con otras coberturas vegetales no nativas, debido a su adaptación ecológica al clima de altura y su rol en la restauración de ecosistemas degradados.

1.5 Variables

- 1 En esta investigación, las variables independientes corresponden a los factores ecológicos, climáticos y antrópicos que inciden en la capacidad de captura de carbono en los ecosistemas altoandinos.
 - 2 Estas variables incluyen: El tipo de cobertura vegetal, La altitud de los sitios de estudio, El tipo y calidad del suelo, Las condiciones climáticas.
 - 3 También se consideran variables relacionadas con la acción humana, tales como: Las prácticas antrópicas, El grado de contaminación del aire y del suelo, La presencia o ausencia de políticas de conservación ambiental eficaces.
 - 4 Estas variables permiten analizar cómo las condiciones naturales y sociales influyen en la funcionalidad de los ecosistemas como sumideros de carbono.
-
1. Las variables dependientes en este estudio están asociadas a los resultados observables que reflejan la capacidad de los ecosistemas altoandinos para capturar y almacenar carbono.
 2. Estas comprenden: El carbono almacenado en la biomasa aérea, El carbono almacenado en la biomasa subterránea, El carbono almacenado en el suelo.
 3. Además, se evalúa la eficiencia del ecosistema como sumidero de carbono, expresada en toneladas de carbono por hectárea.
 4. Otras variables dependientes incluyen: El estado de conservación ecológica, La calidad del aire, Los efectos sobre la salud humana, particularmente enfermedades respiratorias vinculadas al deterioro ambiental.
 5. Estas variables permiten cuantificar y valorar el impacto de las condiciones ecológicas y sociales sobre la capacidad de mitigación del cambio climático por parte de los ecosistemas altoandinos.

2. Metodología

2.1 Diseño Metodológico

Tipo y diseño de estudio

La presente investigación fue de tipo descriptiva, transversal y correlacional, con enfoque cuantitativo. El diseño transversal permitió recolectar datos en un momento específico, mientras que el enfoque correlacional facilitó el análisis de la relación entre variables como el tipo de vegetación, las características edáficas y el nivel de captura de carbono. La elección de un diseño no experimental responde a la necesidad de observar los fenómenos en su contexto natural sin alterar las condiciones ecológicas de los bofedales altoandinos, considerados ecosistemas frágiles y de alto valor ambiental.

Área de estudio

El estudio se desarrolló en los bofedales del Centro Poblado Alto Perú, a una altitud aproximada de 4200 m s.n.m. El área total evaluada abarca aproximadamente 254,39 hectáreas. La zona se caracteriza por una vegetación almohadillada predominante, compuesta por especies representativas como *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Aciachne pulvinata* y *Plantago rigida*, adaptadas a las condiciones climáticas extremas del ecosistema altoandino.

2.2 Diseño muestral

El estudio se centrará en parcelas de vegetación natural en la región altoandina de Puno, Perú, con el fin de evaluar la captura de carbono en diferentes ecosistemas como páramos y bosques nativos. Se utilizará un muestreo estratificado aleatorio para seleccionar al menos 30 parcelas representativas, considerando variables como altitud y tipo de vegetación. Se incluirán únicamente parcelas sin alteración reciente, excluyendo áreas afectadas por actividades humanas o incendios en los últimos cinco años, para asegurar la validez de los resultados.

2.3 Técnicas de Recolección de Datos

La recolección de datos incluirá mediciones de diámetro y altura de árboles para estimar la biomasa aérea mediante fórmulas alométricas validadas. Además, se tomarán muestras de suelo a diferentes profundidades para analizar el contenido de carbono orgánico en laboratorio usando un analizador elemental LECO TruSpec. Se garantizará la confiabilidad de los datos mediante mediciones repetidas en campo y análisis duplicados en laboratorio, siguiendo protocolos estandarizados reconocidos internacionalmente.

2.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información

Los datos obtenidos serán analizados inicialmente mediante estadísticas descriptivas para resumir los niveles de carbono. Se evaluará la normalidad de las variables con la prueba de Shapiro-Wilk y, según los resultados, se aplicarán análisis paramétricos (ANOVA) o no paramétricos (Kruskal-Wallis) para comparar estratos. Se utilizará el software R para realizar análisis de regresión y explorar la relación entre variables ambientales y la captura de carbono, complementando con análisis geoespaciales si es pertinente.

3. Referencias Bibliográficas

4. **1. Alvis-Ccoropuna, T., Villasante-Benavides, J. F., Pauca-Tanco, G. A., Quispe-Turpo, J. P., & Luque-Fernández, C. R. (2021).**

Cálculo y valoración del almacenamiento de carbono del humedal altoandino de Chalhuanca, Arequipa (Perú).

Revista de Investigaciones Altoandinas, 23(3), 139-148.

<https://doi.org/10.18271/ria.2021.3141library.co+6scielo.org.pe+6dialnet.unirioja.es+6scielo.org.pe+2es.wikipedia.org+2dialnet.unirioja.es+2>

- 2. Pesantes Pinedo, R. P. (2019).**

Capacidad de almacenamiento de carbono de las praderas altoandinas bajo tres sistemas de uso de la tierra en la subcuenca Shullcas, Junín.

Tesis de Licenciatura, Universidad Científica del Sur.

<https://hdl.handle.net/20.500.12805/880redalyc.org+2repositorio.cientifica.edu.pe+2alicia.concytec.gob.pe+2alicia.concytec.gob.pe+1repositorio.cientifica.edu.pe+1>

- 3. Yaranga, R. M., & Custodio, M. (2013).**

Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos.

Scientia Agropecuaria, 4(2), 313-319.

<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2013.04.05repositorio.unsa.edu.pe+4academia.edu+4redalyc.org+4>
