



El uso de coberturas con *Vicia sativa* y aplicación de guano de islas en la mejora de la fertilidad del suelo y rendimiento de *Chenopodium pallidicaule*

The use of cover crops with *Vicia sativa* and application of island guano in the improving soil fertility and yield of *Chenopodium pallidicaule*

Ludwin Cristian Olivera-Tacora^{1, *}; Selima Milagros Salcedo-Mayta²; Jorge Canihua-Rojas²; Miriam Rocío Quispe-Huincho³; Roberto Carlos Cosme-De La Cruz³

¹ Programa Presupuestal "Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios", Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Illpa-Puno, 21002, Puno, Perú.

² Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliar-LABSAF y Programa Presupuestal "Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios", Estación Experimental Illpa-Puno.

³ Sede Central, Instituto Nacional de Innovación Agraria.

ORCID de los autores

L. C. Olivera-Tacora: <https://orcid.org/0000-0003-0265-9899>

S. M. Salcedo-Mayta: <https://orcid.org/0000-0002-3032-6015>

J. Canihua-Rojas: <https://orcid.org/0000-0002-7236-2225>

M. R. Quispe-Huincho: <https://orcid.org/0000-0002-6244-5166>

R. C. Cosme-De la Cruz: <https://orcid.org/0000-0002-5774-9325>

RESUMEN

Esta investigación se realizó con la finalidad de conocer el efecto de la cobertura vegetal con vicia (*Vicia sativa*) y la aplicación de guano de islas en la fertilidad del suelo, altura y rendimiento de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). Se instaló un Diseño en Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones: T1 (Cañihua Variedad Cupi sin Vicia), T2 (Cañihua Variedad Cupi + guano de isla), T3 (Cañihua Variedad Cupi + Vicia), T4 (Cañihua Variedad Cupi + guano de isla + Vicia). Se evaluó después de la cosecha el contenido químico del suelo y parámetros agronómicos como altura de planta y rendimiento. Los resultados fueron procesados mediante un análisis ANVA y prueba de comparaciones múltiples con un nivel de significación de 5%. Se encontró que los tratamientos T4 y T3 incrementaron significativamente la cantidad de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, así como también la altura y rendimiento. Se encontró la correlación positiva significativa entre las variables rendimiento con nitrógeno materia orgánica y altura de planta. En conclusión, la cobertura vegetal con vicia y la aplicación de guano de islas influyen en el incremento de la fertilidad del suelo, y el rendimiento del cultivo de cañihua.

Palabras clave: cañihua; componentes principales; macronutrientes; materia orgánica; nitrógeno.

ABSTRACT

This research was carried out with the purpose of knowing the effect of the vegetal cover with vicia (*Vicia sativa*) and the application of guano from islands in the fertility of the soil, height and yield of the cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). A Completely Random Block Design was installed with four treatments and three repetitions: T1 (Cañihua Variety Cupi Sin Vicia), T2 (Cañihua Variety Cupi + guano de isla), T3 (Cañihua Variety Cupi + Vicia), T4 (Cañihua Variety Cupi + island guano + Vicia). The chemical content of the soil and agronomic parameters such as plant and yield were evaluated after harvest. The results were processed by ANVA analysis and multiple comparison test with a significance level of 5%. It was found that treatments T4 and T3 significantly increased the amount of nitrogen, phosphorus, and organic matter, as well as height and yield. A significant positive correlation was found between the variables yield with nitrogen organic matter and plant height. In conclusion, the vegetal cover with vicia and the application of guano from islands influence the increase in soil fertility, and the yield of the cañihua crop.

Keywords: cañihua; main components; macronutrients; organic matter; nitrogen.

1. Introducción

Un problema de importancia global al que se enfrenta la agricultura moderna es la pérdida de la fertilidad de los suelos, lo que se traduce en la reducción del rendimiento, en la actualidad, debido al incremento poblacional y la necesidad de aumentar los rendimientos productivos se están sobreexplotando los suelos (Encina & Ibarra, 2003)

La causa principal de la pérdida de la fertilidad del suelo es la provocada por la erosión antropogénica. Seguidas por el tipo de riego, el uso inadecuado de agroquímicos, y diferentes fuentes de contaminación (Montatixe Sanchez, & Eche Enríquez, 2021). En consecuencia, la pérdida de suelos agrícolas incrementará los precios de los alimentos causando que millones de personas vivan en la pobreza (Food and Agriculture Organization, 2016).

La fertilidad es la cualidad que resulta de la interacción de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que propician el desarrollo de las plantas ya que la incorporación de estos materiales orgánicos de origen animal o vegetal ha demostrado que mejora las condiciones del suelo (Arrieché & Ruíz, 2014). Garcia et al. (2017) mencionan que una adecuada gestión y manejo de la fertilidad de los suelos mejora la productividad de los cultivos.

La región de Puno se caracteriza por la producción de importantes granos andinos como la cañihua cultivada en las zonas altiplánicas de Perú y Bolivia, resistente a los cambios bruscos del clima (Benique, 2019). Contiene proteínas y nutrientes de calidad que pueden ser utilizados para combatir la desnutrición y combatir la anemia (Velasquez & Suaña, 2020), sin embargo, el rendimiento de la cañihua es muy bajo siendo en promedio de 150 a 800 kg/ha⁻¹ (MIDAGRI, 2020). En este contexto se deben buscar técnicas agrícolas sostenibles que permitan recuperar, conservar y/o mejorar la fertilidad de los suelos y por consiguiente el rendimiento de los cultivos andinos como la cañihua. Algunas de estas alternativas podrían ser el uso de coberturas vegetales con vicia (*Vicia sativa*) y la incorporación de guano de isla al suelo, ya que la aportación de fertilizantes inorgánicos o en cantidades superiores a las que este puede asimilar, altera la calidad del suelo, su productividad y es un riesgo potencial de contaminación ambiental (Lopez, 2005).

Los cultivos de cobertura pueden ser usados como estrategia para mantener equilibrio en la cobertura vegetal en períodos de barbecho y

como fuente de nutrientes para la siguiente campaña agrícola (Sinaluisa, 2022).

Existen varias especies de gramíneas, leguminosas y brassicaceae que se utilizan como cobertura vegetal, entre las cuales podemos destacar a la vicia (Bertolotto & Marzetti, 2017). La vicia es una leguminosa anual, se puede sembrar en asociación con diferentes variedades de cultivares, tiene la capacidad de fijar nitrógeno y su siembra contribuye a mejorar la calidad del suelo y presenta un gran potencial para ser usada como planta de cobertura (Torres et al., 2018).

El uso de los cultivos de cobertura y la ayuda de leguminosas no es nuevo en América Latina, esto se aplicando desde hace mucho tiempo al asociar maíz con frejol u otras leguminosas. En los sistemas Rhizobium con leguminosa para grano fijan entre 50-300 kg N/ha, lo cual puede ser suficiente para cubrir las necesidades de muchos cultivos que se siembran posterior a una leguminosa (FAO, 2021).

El guano de isla es un fertilizante orgánico que contiene todos los nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre) que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo (MIDAGRI, 2013). Además, aporta macroelementos como el N, P y K; elementos secundarios como el Ca, Mg, S; microelementos como el Fe, Zn, Cu, Mn, Bo, Mo y Cl al suelo (MIDAGRI, 2018). Crespo (2009) afirma que la integración de gramíneas y leguminosas, a los sistemas silvopastoriles y el suministro de materia orgánica ayudan a recuperar la fertilidad de los suelos debido a que constituyen una fuente de C y N.

Debido a las excelentes propiedades que presentan la vicia y el guano de la isla, es posible utilizarlos para recuperar y/o mejorar la fertilidad del suelo y el rendimiento de la cañihua, por lo que la investigación tuvo como objetivo de evaluar el uso de la cobertura de suelo con vicia y el guano de isla sobre la fertilidad del suelo y el rendimiento de la cañihua en la localidad de Mañazo, Puno.

2. Material y Metodos

Localización del área de estudio

El experimento se realizó en la campaña 2017 - 2018, en la comunidad campesina de Cahualla, distrito de Mañazo, ubicada a 3921 msnm provincia y departamento de Puno (Figura 1). Esta campaña agrícola se caracterizó por presentar una temperatura máxima de 19,3 °C, una mínima de -2°C y precipitación de 652 mm anuales (Calderon, 2018).

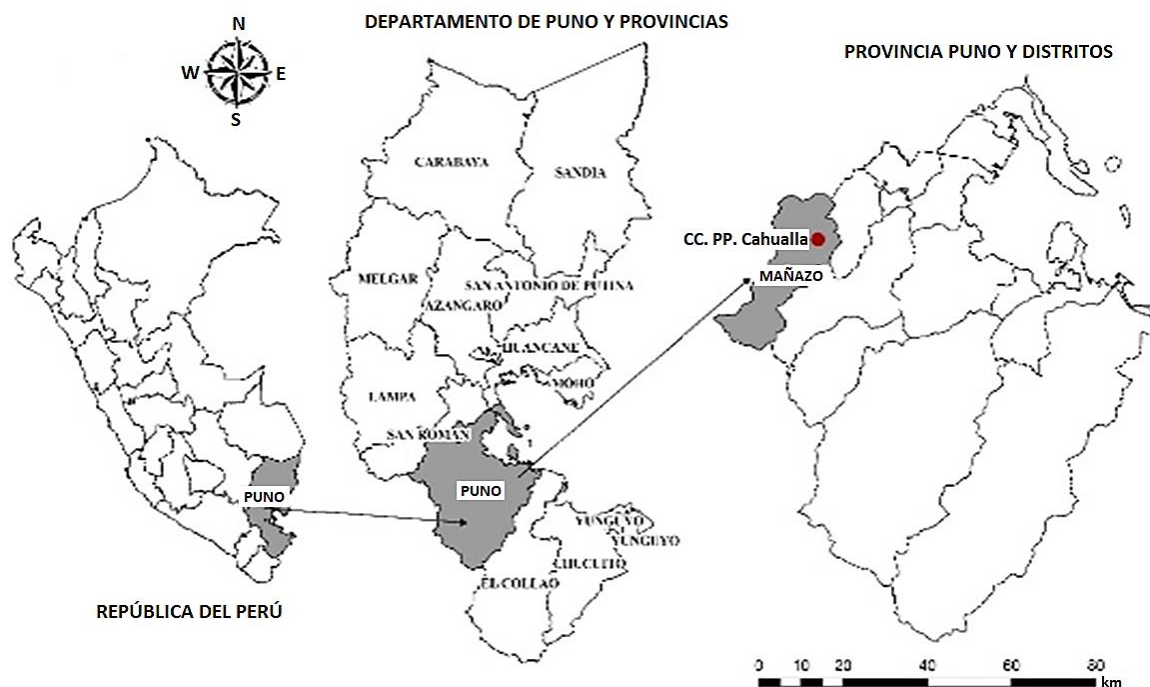


Figura 1. Ubicación del área experimental.

Diseño experimental

El experimento fue instalado en un campo de cultivo de 480m², en el cual se hicieron los surcos con un tractor, después de lo cual se procedió a tomar las primeras muestras de suelo

Después de tomar la primera muestra, el campo fue dividido en 12 parcelas de 40 m² (5m x 8m); las doce parcelas fueron distribuidas en 4 tratamientos con 3 repeticiones de forma aleatoria, los tratamientos fueron los siguientes: T1 (Cañihua Variedad Cupi Sin Vicia), T2 (Cañihua Variedad Cupi + guano de isla), T3 (Cañihua Variedad Cupi + Vicia), T4 (Cañihua Variedad Cupi + guano de isla + Vicia).

Muestreo y análisis de suelo

Se realizó un muestreo de suelo a 30 cm de profundidad antes de la instalación del experimento para determinar las concentraciones de los elementos en el suelo, siguiendo la metodología de Mendoza & Espinoza (2017), se analizaron las muestras en laboratorio para determinar nitrógeno, fósforo, potasio, y Materia orgánica mediante la metodología de la Norma Oficial Mexicana - NOM-021-RECNAT-2000 (Diario Oficial, 2012), en el Laboratorio de análisis de suelos y agua de la Estación Experimental Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.

Siembra y manejo agronómico de cañihua

La siembra de la cañihua se realizó en forma de chorro y el tapado de las semillas se hizo

manualmente. Luego se procedió a sembrar la vicia a la densidad de 50 kg/ha entre las hileras de cañihua y se incorporó el guano de isla a 1000 kg/ha en las parcelas correspondientes. Posteriormente se realizaron las prácticas agronómicas correspondientes, como el retiro de maleza y los aporques, en el experimento no se empleó ningún sistema de riego. Después de la cosecha se procedió a tomar nuevas muestras de suelo, esta vez para cada tratamiento y repetición, utilizando la metodología anteriormente descrita y fueron analizadas en el Laboratorio de análisis de suelos y agua de la Estación Experimental Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.

Variables evaluadas

Como indicadores de rendimiento se utilizaron la altura de la planta de cañihua y el rendimiento de grano de la cañihua. Para evaluar la altura de las plantas, se seleccionaron cinco plantas al azar de cada parcela experimental por cada uno de los tratamientos evaluados, cada planta de cañihua fue medida en la etapa de madurez fisiológica utilizando una regla milimetrada desde el cuello hasta el ápice de la planta.

Para determinar el rendimiento de la cañihua, la cosecha se realizó por cada parcela experimental, haciendo uso de una hoz para cortar las plantas y luego ser trilladas, los granos fueron limpiados y pesados en una balanza de precisión, para posteriormente poder calcular el rendimiento de la cañihua en cada parcela y por cada tratamiento

evaluado. Finalmente, los datos de rendimiento obtenidos fueron convertidos a kg/ha.

Análisis de datos

Una vez obtenidos todos los datos se procedió a comparar los datos obtenidos antes de la siembra y después de la cosecha, finalmente se realizaron análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al nivel de significación de 5%, utilizando el software RStudio, versión 4.1.0.

3. Resultados y discusión

Características del suelo

En el experimento se pudo observar que los tratamientos evaluados incrementaron la cantidad de nitrógeno, fósforo, materia orgánica del suelo, como se observa en la tabla 1, 2 que todos los tratamientos fueron significativamente diferentes.

Para la variable materia orgánica se aprecia que todos los tratamientos son significativamente diferentes ($p=0,001$), el tratamiento T4 (cañihua + guano de isla + vicia) el que mejor resultados presentó (2,97%) de materia orgánica (Tabla 2).

El nitrógeno fue significativamente diferente ($p=0,0001$) entre tratamientos. El tratamiento T4 (cañihua + guano de isla + vicia) incrementó en mayor medida el porcentaje de nitrógeno del suelo con 0,15% de nitrógeno (Tabla 1).

La materia orgánica y el nitrógeno se encuentran directamente relacionados ya que se puede apreciar este comportamiento en relación al tratamiento T4 donde obtuvo los mayores valores, ya que la materia orgánica contiene proteínas que al mineralizarse incrementa el porcentaje de nitrógeno en el suelo (Tello, 2018).

El contenido de fósforo para los diferentes tratamientos presentan diferencias ($p=0,0001$) a excepción de los tratamientos T3 y T2, además que el tratamiento T4 (cañihua + guano de isla + vicia), mostró el mejor promedio con respecto a los demás tratamientos (Tabla 1).

Con respecto a potasio se puede observar que no existe diferencia entre los tratamientos ($p=0,5867$) donde el T1 incrementó la concentración de potasio en el suelo a 411,30 ppm en comparación a los demás tratamientos (Tabla 2).

Lo que ratifica lo hallado por (Cairo-Cairo et. al., (2017) quienes encontraron que las coberturas vegetales mejoran y estabilizan la textura, materia orgánica, densidad aparente, pH, calcio, potasio y fósforo asimilable del suelo.

Tabla 1

Características químicas en Nitrógeno y Fosforo del suelo después de la aplicación de los tratamientos

| Tratamientos | Nitrógeno | Fosforo |
|--------------|---------------|----------------|
| T1 | 0,05 ± 0,01 c | 5,85 ± 0,20 c |
| T2 | 0,09 ± 0,01 b | 11,65 ± 1,30 b |
| T3 | 0,13 ± 0,01 a | 13,32 ± 0,68 b |
| T4 | 0,15 ± 0,01 a | 15,50 ± 0,56 a |

Tabla 2

Características químicas en Potasio y Materia orgánica del suelo después de la aplicación de los tratamientos

| Tratamientos | Potasio | Materia Orgánica |
|--------------|------------------|------------------|
| T1 | 411,27 ± 32,5 a | 1,60 ± 0,26 c |
| T2 | 358,88 ± 29,00 a | 2,05 ± 0,09 b |
| T3 | 372,18 ± 34,53 a | 2,42 ± 0,19 b |
| T4 | 391,73 ± 78,21 a | 2,97 ± 0,02 a |

Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas.

Los tratamientos con vicia incrementaron significativamente la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio, asimismo al asociar la vicia con guano de isla estos valores fueron mucho mayores, posiblemente se deba a la habilidad de la vicia de fijar nitrógeno, mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo, el reciclado de nutrientes y el balance del agua (Renzi et al., 2017) así como a la elevada concentración de macro y micronutrientes del guano de isla (Oliva et. al., 2017). Romaniuk et. al. (2018) encontraron que la utilización de vicia y trigo como cobertura vegetal incrementaron el carbono, nitrógeno y fósforo en la fracción particulada de la materia orgánica del suelo. De igual forma el uso de coberturas vegetales manifiesta una relación exponencial negativa con la erosión del suelo principalmente en terrenos de ladera (Huerta-Olague et. al., 2018)

Altura y rendimiento de cañihua

En el Tabla 3 se observa para altura diferencias entre tratamientos evaluados ($p=0,0123$), el T4 (Cañihua Variedad Cupi + guano de isla + Vicia) reportó el mayor incremento de altura de planta y el tratamiento T2 (Cañihua Variedad Cupi + guano de isla) el que presentó menor altura.

Para la variable rendimiento de planta mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde el tratamiento 4 (Cañihua Variedad Cupi + guano de isla + Vicia) reportó el valor más alto con 1692,50 kg/ha (Tabla 3).

Los mayores incrementos de la altura de las plantas de cañihua con los tratamientos de cobertura vegetal y guano de isla, que superaron al tratamiento donde solo se sembró cañihua, dichos resultados concuerdan con autores como Oliva et al. (2017) quienes hacen mención sobre la propiedad del guano de la isla de incrementar la altura de las plantas de repollo en comparación a otros abonos orgánicos. También la cobertura de vicia/avena incrementa el rendimiento, la productividad y la firmeza de frutos de durazno (Ciacci, 2014). Mientras que Herrera et al. (2016) sostienen que las plantas de cobertura mejoran el rendimiento y la calidad de la uvilla hasta 7,86 t/ha, gracias a la fijación del nitrógeno y al reciclaje de los nutrientes. Igualmente, Espinoza-Montes et al. (2018) hacen mención que la Vicia incrementa la calidad, rendimiento del forraje verde y la materia seca de la avena. Del mismo modo Mendez (2017) corrobora que la asociación de la vicia y el guano de isla mejoran el rendimiento, tamaño de la panoja y la altura de la quinua al mejorar las condiciones ambientales del suelo. Todos estos estudios realizados coinciden con nuestros resultados lo que demuestra la importancia del presente estudio.

Tabla 3

Altura de planta y rendimiento según tratamientos empleados

| Tratamientos | Altura de Planta (cm) | Rendimiento (kg/ha) |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| T1 | 29,33 ± 0,58 c | 1055,0±26,46 c |
| T2 | 29,67 ± 0,58 bc | 1187,5± 11,1 b |
| T3 | 31,33 ± 1,15 ab | 1475,0± 50,0 b |
| T4 | 31,67 ± 0,58 a | 1692,5± 48,22a |

Letras en sentido vertical indican diferencias estadísticas significativas.

El Análisis de Componentes Principales (CP), con su primer eje (PC1) logró explicar 81,7% de la variabilidad de datos, y el segundo componente principal (PC 2) explicó 17,0 % de la variabilidad (figura 2), sumando un total de 98.7 de explicación de las variables estudiadas (Figura 2).

Por otro lado, la correlación de los componentes principales, para las variables cuantitativas indica correlación positiva entre la variable materia orgánica con nitrógeno ($r=0,97^*$; $p=0,0277$), altura con nitrógeno ($r=0,97^*$; $p=0,0324$).

La materia orgánica procedente de la mineralización del guano de Isla en el suelo mejora las condiciones del suelo e influye en el crecimiento y rendimiento de las plantas, lo que

explica la correlación entre estas variables (Márquez, 2015).

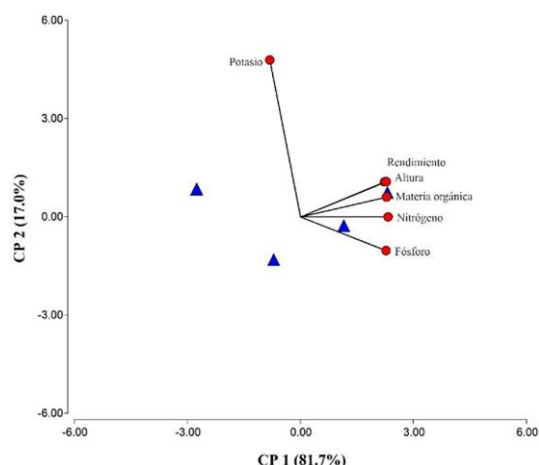


Figura 2. Componentes principales de variables agronómicas.

El rendimiento se correlaciona de manera positiva con nitrógeno ($r=0,97^*$; $p= 0,0252$), materia orgánica ($r=0,99^*$; $p=0,0128$) y altura de planta ($r=0,98^*$; $p=0,0229$).

Al respecto numerosos estudios han demostrado el efecto de la cobertura por diferentes leguminosas sobre el rendimiento de muchos cultivares. Por ejemplo, en la asociación de maíz con frijol se obtuvo 90% más de cosecha que sus respectivos monocultivos, siendo la forma de asociación del cultivo más productiva (Huerta-Olague et al., 2018).

En la actualidad, en una agricultura sostenible se plantea utilizar técnicas ambientalmente sostenibles para mejorar la fertilidad de suelo e incrementar el rendimiento de diferentes cultivares, como el uso de coberturas vegetales y la incorporación de abonos orgánicos, de esta manera incrementar la fertilidad de los suelos (Baigorria et al. 2019); (Rimski-Korsakov et al., 2016)

La cobertura con vicia y la aplicación de guano de isla tuvieron un efecto positivo y significativo en la fertilidad del suelo, altura y rendimiento de la cañihua, por lo cual podrían recomendarse como potenciales alternativos de uso para mejorar la productividad de este cultivar y reducir la degradación de los suelos.

4. Conclusiones

El cultivo de cañihua en asociación con vicia más guano de isla mejora las características químicas del suelo (nitrógeno, fósforo y materia orgánica), así mismo contribuye en el crecimiento y rendimiento del cultivo. Se debe tener muy en

consideración este cultivo por su importancia en la seguridad alimentaria de la población rural además es importante evaluar el contenido nutricional y la adaptabilidad a las distintas variaciones agroclimáticas.

Referencias bibliográficas

- Arrieché, I., & Ruíz, M. (2014). Efecto de la fertilización orgánica con NPK sobre la materia orgánica, y el rendimiento del maíz en suelos degradados. *Observador del conocimiento*, 2 (1), 203-212.
- Baigorria, T. A. (2019). Impacto ambiental y rolado de cultivos de cobertura en producción de soja bajo siembra directa. *Ciencia del suelo (Argentina)*, 37(2), 355-366.
- Benique, E. (2019). Impacto del cambio climático en el rendimiento de la producción de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la región-Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(2), 100-110.
- Bertolotto, M., & Marzetti, M. (2017). *Manejo de malezas problema. Cultivos de cobertura*. Obtenido de <http://aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/AAP-Original-Cultivos-de-cobertura.pdf>
- Cairo-Cairo, P., Reyes-Hernández, A., Aro-Flores, R. V., & Robledo - Ortega, L. (2017). Efecto de las coberturas en algunas propiedades del suelo. Finca La Morrocuya, Barinas, Venezuela. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 127-134.
- Calderon, R. C. (2018). Restablecimiento de la fertilidad natural del suelo mediante el empleo de trébol (*Medicago hispida* G.) asociado a cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.) en Chancaraní - Mañazo. *Universidad Nacional del Altiplano - Puno-Perú. Tesis de licenciatura*.
- Ciacci, M. (2014). Influencia de las coberturas vegetales sobre el comportamiento del cultivo del duraznero y sobre los atributos del suelo. *Universidad Nacional del Litoral, Esperanza, Argentina. Tesis de maestría*.
- Crespo, G. (2009). Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(4), 355-360.
- Diario Oficial. (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos*. Obtenido de Estudios, muestreo y análisis: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
- Encina, A., & Ibarra, J. (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y desarrollo*, 14(25), 4-9.
- Espinoza-Montes, F., Nuñez-Rojas, W., Ortiz-Guizado, I., & Choque-Quispe, D. (2018). Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia sativa*) en condiciones de secano y gran altitud. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(4) 1237.
- FAO. (2021). *Portal de suelos de la FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/classificacion-desuelos/sistemasnumericos/propiedades-quimicas/es/>
- Food and Agriculture Organization. (2016). Resumen Técnico. In Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Estado mundial del recurso del suelo (EMRS)*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>
- García, M., Miranda, R., & Fajardo, H. (2017). Manual de manejo de la fertilidad de suelo bajo riego deficitario para el cultivo de la quinua en el altiplano boliviano. 123 p.
- Herrera, C. D., Hidrobo, J. R., & Basandes, E. R. (2016). Evaluación del efecto de la asociación de coberturas vegetales vivas sobre el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en Huaca, provincia del Carchi, Ecuador. *Siembra*, 3(1), 91-100.
- Huerta-Olague, J., Oropeza, J. L., Guevara, R., Rios, J. D., Martínez, M. R., Barreto, O. A., . . . Mancilla, O. R. (2018). Efecto de la cobertura vegetal de cuatro cultivos sobre la erosión del suelo. *Idesia*, 36(2), 153-162.
- Lopez, V. R. (2005). Cambio climático en España y riesgo por enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev Esp Salud Pública*, 79(2), 177-190.
- Márquez, J. (2015). Tres abonos orgánicos en el cultivo de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) var. Illpa INIA 406 bajo riego por goteo en la irrigación Majes-Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa- Perú -Tesis de licenciatura*.
- Mendez, P. J. (2017). Efecto del guano de Isla con vicia (*Vicia sativa* L.) en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en condiciones de secano. *Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. Tesis de licenciatura*.
- Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). *Guía Técnica para muestreo de suelos*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- MIDAGRI. (2020). *Ministerio de Agricultura y Riego*. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/444-granosandinos/9379-canihua>
- MIDAGRI. (2013). *Guano de las Islas "Mejorando tu suelo, mejoras tu cosecha"*. Obtenido de Ministerio de Agricultura.: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/SEPARATA-G12.pdf>
- MIDAGRI. (2018). *Manual de abonamiento con guano de las islas*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Riego.: https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL_DE_ABONAMIENTO_CON_G.I..pdf
- Montañe Sánchez, C. I., & Eche Enríquez, M. D. (2021). Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Pillaro. *Siembra*, 8(1), e1735.
- Oliva, M., Neri-Chávez, J. C., Huamán-Huamán, E., Oyarse-Tafur, S. K., & Collasos-Silva, R. (2017). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el rendimiento de repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en Chachapoyas, Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(3), 20-27.
- Renzi, J. P., Vanzolini, J. I., Agamennoni, R., & Cantamutto, M. (2017). Efecto de rotaciones agrícolas con cebolla sobre las propiedades químicas del suelo y producción de policultivo avena - vicia y resiembra natural de la *Vicia villosa* Roth en el sur de Buenos Aires. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43(3), 247-255.
- Rimski-Korsakov, H., Álvarez, C. R., & Lavado, R. (2016). Cultivos de cobertura invernales en la región pampeana argentina. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 21(3), 2-6.
- Romaniuk, R., Navarro, R., Beltrán, M., Eiza, M., Castiglioni, M., & Mousegne, F. (2018). Efecto a corto plazo de la inclusión de vicia y trigo como cultivos de cobertura sobre el C, N y P en distintas fracciones de la materia orgánica, y la disponibilidad de macro y micronutrientes. *RIA. Rev. investig. Agropecu*, 44(2), 48-60.
- Sinaluisa, F. D. (2022). Valoración de la relación C/N de dos cultivos de cobertura *Vicia (Vicia stenophylla)* y Centeno (*Secale cereale*) en tres localidades de la provincia de Chimborazo. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 1683-1695.
- Tello, P. (2018). Aplicación de diferentes metodologías en el uso de enmiendas para la recuperación de suelos degradados en la localidad de Río Espino- Monzon. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*.
- Torres, S., Huaraca, J., Pezo, D. L., & Crisóstomo, R. (2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de la fertilidad de suelo. *Revista de investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(1), 15-22.
- Velasquez, A. B., & Suaña, R. W. (2020). Efectividad del consumo de harina de Cañihua en el manejo de la anemia ferropénica en niños de 1 a 5 años de edad-centro de salud I-3 Acora-Puno, 2019. Tesis de licenciatura. *Universidad Nacional del Altiplano de Puno*.