



Influencia de las enmiendas orgánicas en el suelo y el comportamiento agronómico de *Chenopodium quinoa* Willd. en el Altiplano peruano

Influence of organic amendments on the soil and agronomic behavior of *Chenopodium quinoa* Willd. in the Peruvian Altiplano

Selima Salcedo^{1, 2*}; Jorge Canihua Rojas^{1,2}; Miriam Quispe³; Roberto Cosme³

¹ Programa Presupuestal "Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios", Estación Experimental Agraria Illpa-Puno, Av Industrial 26, Puno 21001. Perú.

² Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliarens-LABSAF Estación Experimental Agraria Illpa-Puno, Av Industrial 26, Puno 21001. Perú.

³ Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima, Lima 15024, Perú.

ORCID de los autores

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

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

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

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

RESUMEN

La quinua tiene alto valor nutritivo y su consumo se ha incrementado a nivel mundial. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de las enmiendas orgánicas en el suelo y el comportamiento agronómico del cultivo. Se evaluó en dos localidades (Cruz Mayo y Cahualla), dos enmiendas orgánicas con el testigo. Se empleó un Diseño en Bloques Completos al azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron características químicas del suelo y agromorfológicas del cultivo. Los datos se sometieron a un análisis de varianza, prueba Tukey y análisis de componentes principales. Se encontró un mayor incremento del pH con T2 (6,87), la mayor conductividad eléctrica con T5 (0,20 mmhos/cm). En cuanto a los valores de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio fue superior el T3 con valores de 3,05, 0,16, 12,99 y 592,16 respectivamente. Respecto al rendimiento fue mayor el T5 (2036,13 kg/ha). Por último, respecto a altura de planta, longitud y diámetro de panoja los valores más altos fueron con T3 con 143,75, 26 y 19,75 cm respectivamente. Se encontró correlación entre las características químicas del suelo con el rendimiento y características agromorfológicas. Las enmiendas orgánicas mejoran de manera significativa las características químicas de suelos degradados.

Palabras clave: Guano de las islas; estiércol de ovino; suelo; degradación; correlación.

ABSTRACT

Quinoa has high nutritional value and its consumption has increased worldwide. The objective of the research was to determine the influence of organic amendments on the soil and the agronomic behavior of the crop. It was evaluated in two localities (Cruz Mayo and Cahualla), two organic amendments with the control. A randomized Complete Block Design (DBCA) with six treatments and four repetitions was used. Chemical characteristics of the soil and agromorphological characteristics of the crop were evaluated. Data was subjected to analysis of variance, Tukey test, and principal component analysis. A greater increase in pH was found with T2 (6,87), the highest electrical conductivity with T5 (0,20 mmhos/cm). Regarding the values of organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium, T3 was higher with values of 3.05, 0.16, 12.99 and 592.16 respectively. Regarding the yield, the T5 was higher (2036.13 kg/ha). Finally, regarding plant height, length and panicle diameter, the highest values were with T3 with 143.75, 26 and 19.75 cm respectively. Correlation was found between the chemical characteristics of the soil with the yield and agromorphological characteristics. Organic amendments significantly improve the chemical characteristics of degraded soils.

Keywords: Guano from the islands; sheep manure; ground; degradation; correlation.

1. Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo de gran importancia en diferentes partes del mundo, por sus propiedades nutraceuticas que ofrece una alternativa para alcanzar la seguridad alimentaria (García-Parra et al., 2018). Además, presenta una extraordinaria adaptabilidad a climas diversos, hace uso eficiente del agua, muestra resistencia a la falta de humedad del suelo, alcanzando producciones en rangos aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm (Lombamba et al., 2017).

En el 2020, la producción nacional de quinua alcanzó las 100096 toneladas, representando un incremento de 11,9% frente a las 89414 toneladas despachadas en 2019 (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021). Las exportaciones peruanas de quinua en sus distintas presentaciones (grano de quinua, harina, hojuelas, pop y quinua precocida) al 2019 llegaron a los US\$ 134549,934, logrando un incremento del 7,5% respecto a los US\$ 125177,981 registrados en el 2018 (Redagícola, 2021), convirtiéndose en el principal exportador mundial y continuando con este crecimiento de manera sostenible (Ku, 2017).

A nivel del departamento de Puno, tiene importancia social y económica porque alrededor de 100 mil familias rurales dependen económicamente de este cultivo, dado que el lugar está situado a una altura promedio de 3500 msnm y no ofrece muchas opciones de cultivo. En los últimos 70 años la producción promedio anual del departamento fue de 15488,40 t con una tendencia de crecimiento (Laurente & Mamani, 2020).

Por otro lado, los suelos del territorio altoandino se caracterizan por presentar moderada a baja fertilidad con valores altos de Nitratos los cuales debe-

rían ser controlados para mejorar e incrementar el éxito en futuras siembras (Andrade et al., 2020). Ante esto una alternativa de mejora de los suelos en zonas degradadas es el uso de enmiendas orgánicas, que aceleran los procesos de recuperación mediante el incremento de materia orgánica en el suelo a corto plazo (Hueso-González et al., 2018) y favorecen la expresión de las variables agromorfológicas de la quinua como altura de planta, diámetro y longitud de panoja, rendimiento, porcentaje de germinación y tamaño de grano (Medrano & Bonifacio, 2018). Además, incrementan los niveles de rendimiento del cultivo de quinua, como lo demuestra Mateu (2019), quien con la aplicación de guano de las islas en una dosis de 1,5 t/ha, obtuvo un mayor rendimiento de quinua en el rango de 4111,54 a 5554,74 kg/ha en Ayacucho.

Por otro lado, Chino et al. (2019) encontraron un rendimiento de grano limpio mayor a 2083,33 kg/ha con 20 kg/ha de estiércol.

Bajo este contexto, el objetivo de este estudio fue determinar la influencia de enmiendas orgánicas en las características químicas del suelo y el comportamiento agronómico del cultivo de quinua en el Altiplano Peruano.

2. Material y métodos

2.1. Lugar experimental

La investigación se realizó en los centros poblados Cahualla ubicada a 3963 msnm y Cruz Mayo ubicada a 3939 msnm en el distrito de Mañazo, provincia y departamento de Puno, Perú (Figura 1). El distrito Mañazo presenta temperaturas máximas de 18 °C y mínimas de -4 °C (Estación Meteorológica Convencional de Lampa). Presentando en ambas localidades suelos de textura franco arenosa.

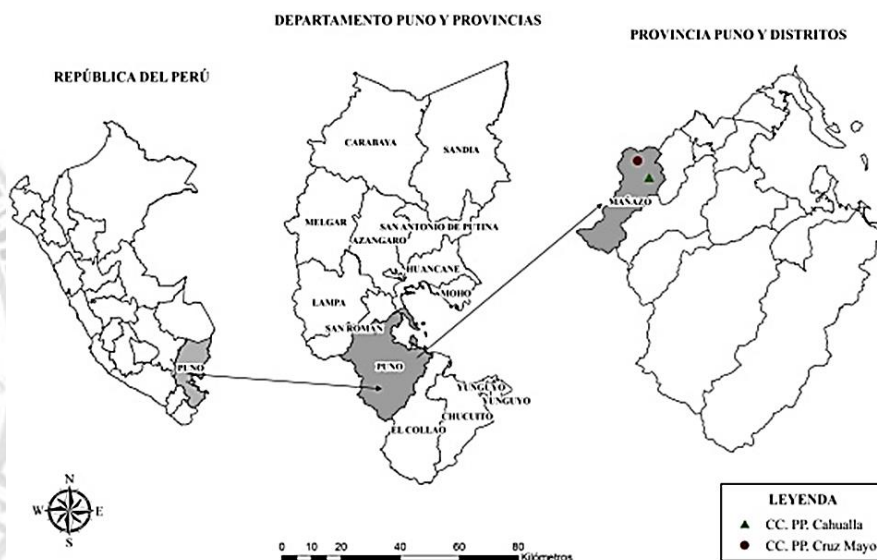


Figura 1. Ubicación de las áreas experimentales.

2.2. Material vegetal

El material genético utilizado fue la especie de Quinoa variedad INIA - 415 "Pasankalla", obtenida del semillero de la Estación Experimental Agraria Illpa-Puno del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Corresponde a una especie originaria de los Andes peruanos, esta variedad posee múltiples cualidades nutracéuticas y alto contenido de proteína (17,41%), vitaminas y minerales (calcio, fósforo y hierro), presenta un crecimiento de tipo herbáceo, color de panoja a la madurez fisiológica gris, forma de panoja glomerulada, la altura de planta entre 1,30 a 1,40 m, peso de 1000 granos de 3,1 a 3,72 g y rendimiento de 3,54 t/ha.

2.3. Tratamientos empleados

Las fuentes de enmiendas orgánicas (guano de las islas (GI) y estiércol ovino (EO)), se sometieron a un análisis químico en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Agraria Illpa-Puno. Los resultados para el GI fueron: pH (7,62), C.E. (11,12 dS/m), M.O. (24,5 %), N (11,43%), P₂O₅ (8,34), K₂O (2,45); mientras que, para el EO se obtuvo: pH (8,01), C.E. (8,95 dS/m), M.O. (68,8%), N (2,90%), P₂O₅ (1,62), K₂O (3,05). Se emplearon 2 enmiendas orgánicas en lugares distintos más un testigo teniendo seis tratamientos (Tabla 1), con 4 repeticiones y haciendo un total de 24 unidades experimentales, los cuales fueron instalados en un área total de 492 m² por parcela bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA).

Tabla 1

Descripción de los tratamientos en estudio

Localidad	Enmienda	Tratamiento	Código
Cahualla	Testigo (Sin enmienda orgánica)	Cahualla sin enmienda orgánica	T1
	Estiércol de ovino	Cahualla + Estiércol de ovino	T2
	Guano de las islas	Cahualla+ GI	T3
Cruz Mayo	Testigo (Sin enmienda orgánica)	Cruz Mayo sin enmienda orgánica	T4
	Estiércol de ovino	Cruz Mayo + Estiércol de ovino	T5
	Guano de las islas	Cruz Mayo + Guano de las islas	T6

2.4. Análisis químico de suelo

Se realizó el análisis químico inicial de los suelos de Cahualla y Cruz Mayo en el Laboratorio de

Análisis de Suelos y Agua de la Estación Experimental Agraria Illpa- Puno, teniendo como resultados los presentados en la Tabla 2. Estos se realizaron con la finalidad de realizar las dosificaciones exactas de los tratamientos empleados. Al finalizar el experimento se tomó una nueva muestra de suelo por cada parcela en estudio para comparar la influencia en los parámetros agronómicos del cultivo.

Tabla 2

Resultados del análisis de caracterización de los suelos agrícolas inicial

Localidad	Características químicas					
	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	pH	C. E. (mmhos/cm)	M. O. (%)
Cruz Mayo	0,11	9,48	139,67	6,18	0,070	2,2
Cahualla	0,10	8,7	530,94	6,79	0,178	2,15

Fuente: Análisis de suelos de la Estación Experimental Agraria Illpa, Puno, Perú.

2.5. Manejo agronómico del cultivo

El experimento fue instalado en noviembre de 2019 y se evaluó hasta julio de 2020. Se inició con la preparación de terreno con maquinaria agrícola, se delimitó las 12 unidades experimentales cada una de 32m² con un área total de 492m², posterior a ello se realizó la de siembra en surcos con un distanciamiento de 0,60 cm, con una densidad de siembra de 10 kg/ha aplicadas a chorro continuo. Se realizó el desahije dejando 15 plantas por m² y se realizaron deshierbos oportunos.

2.6. Aplicación de las enmiendas orgánicas

El EO se aplicó el 100% al momento de la siembra (3,8 t/ha), mientras que el GI fue aplicado 50% al momento de la siembra % 50 al momento del aporque (0,05 t/ha).

2.7. Variables evaluadas

En el análisis químico de suelos se tuvieron en cuenta los parámetros de: textura de suelo, mediante el método de sedimentación con hidrómetro de Bouyoucos, pH y Conductividad eléctrica (C.E en mmhos/cm) mediante el método de potenciómetro relación suelo: agua 1:2,5, porcentaje de Materia Orgánica (M.O) mediante el método de Walkley y Black, oxidación del carbono, porcentaje de nitrógeno total con el método de Micro-Kjeldahl, fósforo disponible (ppm) con el método de Olsen, extractor NaHCO₃, 0,5M, pH 8,5 y potasio disponible (ppm) mediante el método de Acetato de Amonio 1 N, pH 7.

En las variables agronómicas se evaluaron rendimiento de quinua, que se estimó a partir de la cosecha de los dos surcos centrales de cada parcela y se hicieron los cálculos establecidos para su expresión en kg/ha. Las variables morfológicas como altura de planta, longitud de panoja y diámetro de panoja se midieron con la ayuda de una cinta métrica.

2.8. Análisis de datos

Los resultados obtenidos fueron sometidos a pruebas de normalidad y homogeneidad de datos, una vez cumplido con estos supuestos se procedió a realizar el Análisis de Varianza seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significancia del 5%, así como también se realizó un análisis de componentes principales y su correlación. Los datos fueron procesados mediante el software InfoStat versión/profesional 2018 p.

3. Resultados y discusión

3.1. pH de suelo y conductividad eléctrica

Según el análisis de varianza realizado indica diferencias significativas estadísticas para lugar ($p=0,0009$) y tratamiento ($p=0,0275$). En cuanto a esta variable el promedio más alto se observó en el T2 (EO) para Cahuala $6,87 \pm 0,44$ (Figura 2a), mostrando un incremento de 0,08, este valor neutro de pH son los indicados para el cultivo de quinua asegurando un mejor desarrollo (Alcón & Flores, 2018).

Respecto a conductividad eléctrica no se presentaron diferencias estadísticas significativas para lugar ($p=0,2961$) y tratamiento ($p=0,3378$). En la figura 2b se puede apreciar que el T5 (EO) para Cruz Mayo $0,20 \pm 0,20$ mmhos/cm obtuvo el valor más alto pudiendo deberse a la aplicación de enmiendas orgánicas, las cuales contienen orines y restos de heces (Andrade-Muñoz et al., 2020; Salinas et al., 2012).

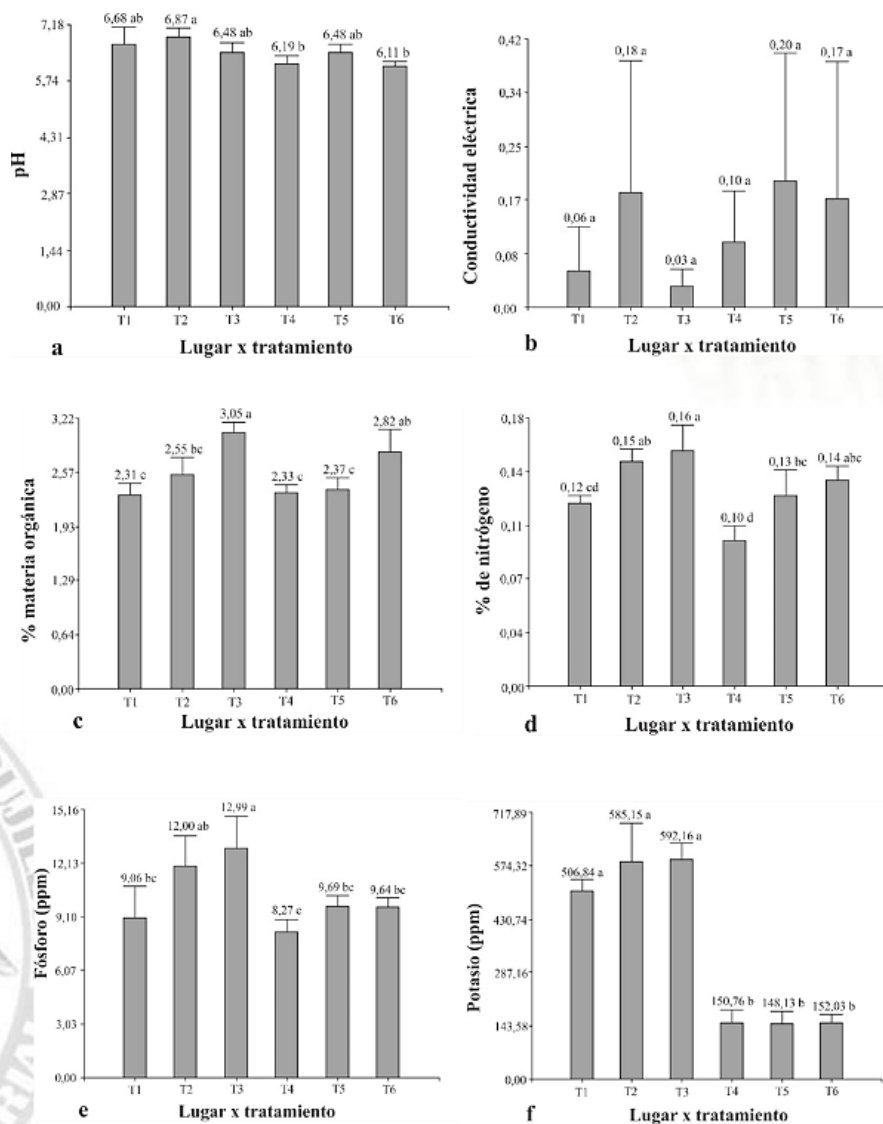


Figura 2. Características químicas del suelo según lugar x tratamiento.

3.2. Materia orgánica y nitrógeno del suelo

El análisis de varianza indicó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($p=0,0001$), caso contrario para lugar ($p=0,0794$), donde la prueba de Tukey muestra que el T3 (GI) en la localidad de Cahualla fue superior con un valor de $3,05 \pm 0,12$ % (Figura 2c). Con respecto a la fertilidad de suelo inicial tuvo un ligero incremento de 0,9%, esto debido a que el uso de sustancias orgánicas como el guano de islas influye en la calidad y cantidad de materia orgánica (Gonzales, 2011), sin embargo, el contenido de materia orgánica es bajo pudiendo estar influenciado por el régimen hídrico, la humedad y las bajas temperaturas de la zona que hacen más lento el proceso de descomposición de las enmiendas incorporadas (Cárdenas et al., 2015). La cantidad de materia orgánica está directamente relacionada con el nitrógeno por lo que se puede apreciar el mismo comportamiento en relación al tratamiento T3 donde Cahualla obtuvo $0,16 \pm 0,02$ % (Figura 2d), ya que la materia orgánica contiene proteínas que al mineralizarse incrementa el porcentaje de nitrógeno en el suelo (Tello, 2018).

3.3. Fosforo disponible en suelo

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas con respecto a lugar ($p=0,0008$) y tratamiento ($p=0,0018$), donde el T3 (GI) para la localidad de Cahualla obtuvo el valor más alto de fósforo con $12,99 \pm 1,80$ % siendo significativamente mayor a los demás tratamientos (Figura 2e), encontrándose en valores medios pudiendo deberse a que la planta no requirió de grandes cantidades de este elemento dejándolo disponible en el suelo (Cauna, 2019).

3.4. Potasio disponible en suelo

El análisis de varianza reportó diferencias estadísticas altamente significativas para lugar ($p=0,0001$) mas no para tratamientos ($p=0,2264$), en la figura 2f se puede observar que el T3 (GI) para la localidad de Cahualla obtuvo el valor más alto con $592,16 \pm 42,43$ ppm siendo significativamente mayor a los demás tratamientos, esto se debe a la cantidad de minerales que existen en Cahualla.

3.5. Características agromorfológicas

3.5.1. Rendimiento de grano

En relación a esta variable el análisis de varianza indicó diferencias estadísticas altamente

significativas para lugar y tratamiento ($p=0,0001$). La aplicación de enmiendas orgánicas permitió incrementar los rendimientos de quinua (Alcón & Flores, 2018), tal como se evidencia en la (Figura 3a) donde se puede observar que el T5 (EO) Cruz Mayo presentó el promedio más alto con $2036,13 \pm 105,17$ kg/ha seguido del T6 (GI) con $2016,29 \pm 50,80$ kg/ha, similar comportamiento se mostró en la localidad de Cahualla, estos resultados son similares a lo reportado por Cosme et al. (2020) para quinua cultivada INIA 443 con guano de Isla en Huancavelica, Perú con un valor de 2110 kg/ha, sin embargo los resultados de esta investigación son inferiores a lo reportado por Huamán et al. (2017) con 3000 kg/ha en condiciones de Ceja de Selva, Perú, con la variedad de quinua negra Collana esta superioridad pudo deberse a la aplicación de otras fuentes adicionales de abono orgánico, la variedad empleada y condiciones edafoclimáticas de cada zona (Choque, 2016). El comportamiento del rendimiento de la quinua frente a la aplicación de enmiendas orgánicas puede estar condicionado a que estas enmiendas mejoran las propiedades del suelo, los nutrientes que contiene las enmiendas o la mezcla de ambos factores (Vázquez et al., 2020).

3.5.2. Altura de planta

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas tanto para lugar ($p=0,0284$) como para tratamiento ($p=0,0025$). Con respecto a esta variable el promedio más alto lo obtuvo T3 (GI) Cahualla con $143,75 \pm 2,5$ cm presentando diferencias significativas respecto a los demás tratamientos (Figura 3b), estos resultados fueron superiores a lo reportado por Manani (2019) quien encontró 101,35 cm con una dosis de 2500 kg/ha de guano de isla para la variedad de INIA 415 "Pasankalla", en condiciones de Puno, Perú.

3.5.3. Longitud de panoja

Se mostró diferencias estadísticas altamente significativas para lugar ($p=0,0014$) y tratamiento ($p=0,0001$). En relación a esta variable, se observa en la figura 2c que el T6 (GI) Cruz Mayo presentó el promedio más alto con $26 \pm 4,55$ cm siendo significativamente mayor a los demás tratamientos, este comportamiento fue similar en la localidad Cahualla. Estos resultados son inferiores a lo reportado por Méndez (2017) quien encontró a los 90 días de evaluación 28,80 cm en altura de planta con la aplicación de 10 kg a la siembra y 10 kg al aporque de guano de isla en condiciones de Huancavelica, Perú.

3.5.4. Diámetro de panoja

El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas significativas para lugar ($p=0,6190$), caso contrario para tratamiento que si presentó ($p=0,0001$). En la figura 3d se puede observar que el T3 (G1) Cahualla obtuvo los promedios más altos con $19,75 \pm 2,5$, estos resultados fueron superiores a los obtenidos por [Conde et al. \(2017\)](#), quienes encontraron valores de 6,82 cm para la variedad de quinua Kurmi con tres litros de humus de lombriz bajo condiciones de Patacamaya-La Paz, Bolivia, esta diferencia se debe al tipo de abonamiento y la variedad empleada ([Urdanegui et al., 2021](#)).

3.6. Análisis de componentes principales y correlación de variables

El Análisis de Componentes Principales (CP), con su primer eje (PC1) logró explicar 55,2% de la variabilidad de datos, y el segundo componente principal (PC 2) explicó 15,2 % de la variabilidad ([Figura 4](#)), sumando un total de 70,4 de explicación de las variables estudiadas.

Por otro lado, la correlación de los componentes principales, para las variables cuantitativas indica correlación positiva entre la variable rendimiento con materia orgánica ($r=0,27^*$; $p=0,0486$), [Palao et al. \(2019\)](#) mencionan que el rendimiento se ve

influenciado directamente por las características del suelo. Por otro lado, el rendimiento se correlaciona de manera positiva con características agronómicas como longitud de panoja ($r=0,70^{**}$; $p=0,0001$). Similar resultado fue reportado por [Salazar \(2018\)](#), para 10 variedades de quinua en Condiciones de Costa Central quien encontró una relación directa entre la longitud de panoja y el rendimiento de quinua. Para la variable altura de planta se encontraron correlaciones positivas con % de nitrógeno ($r=0,72^{**}$; $p=0,0001$), fósforo ($r=0,60^{**}$; $p=0,0021$), potasio ($r=0,45$; $p=0,0286$), materia orgánica ($r=0,58^{**}$; $p=0,0032$), esta relación es beneficiosa ya que un suelo con un adecuado nivel de fertilidad estimulará el crecimiento adecuado de la planta, aumentando su resistencia a factores negativos como la competencia con malezas por nutrientes, cambios bruscos de temperatura y garantizará la permanencia del cultivo ([León-Fajardo et al., 2019](#)).

La altura de planta también se correlación de manera positiva con el diámetro de panoja ($r=0,57^*$; $p=0,0555$), tal como lo demuestra [Calle et al. \(2016\)](#) en su investigación con quinua roja encontraron que, a mayor altura mayor de planta, habrá mayor diámetro y longitud de panoja.

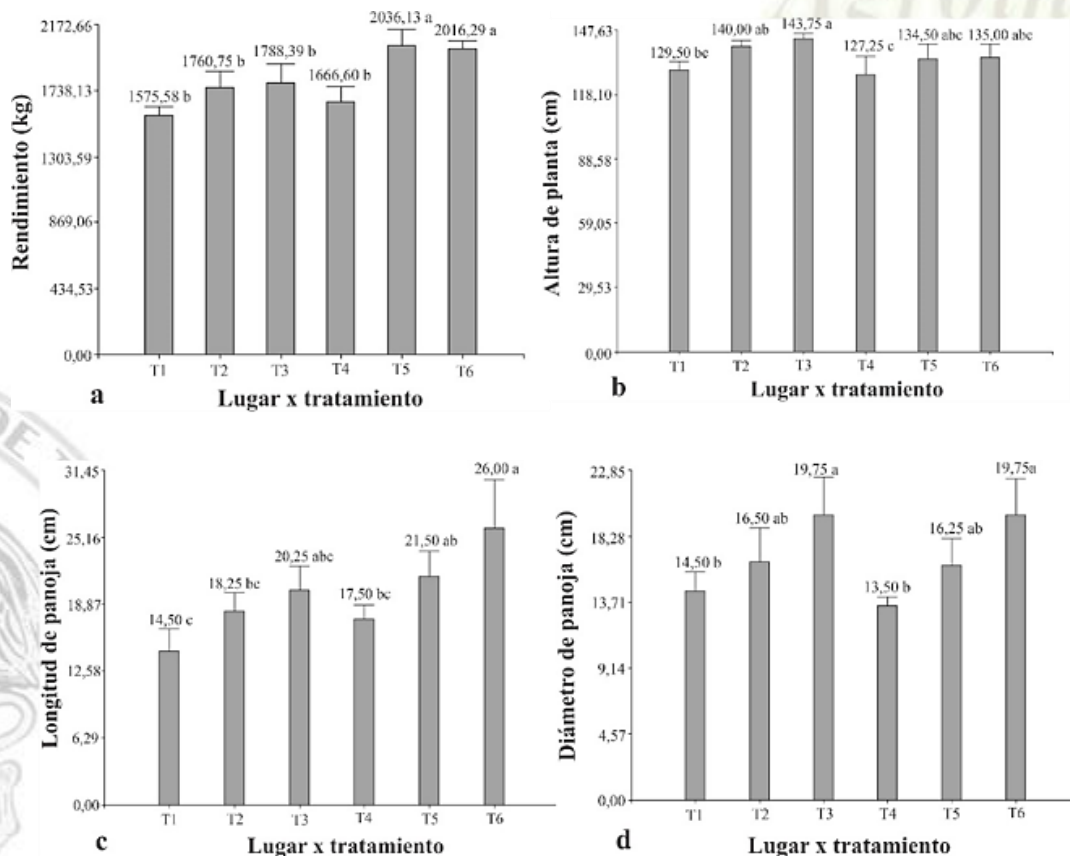


Figura 3. Características de rendimiento de quinua según lugar x tratamiento.

La variable diámetro de panoja se correlaciona de manera positiva con nitrógeno ($r=0,44^*$; $p=0,0304$) y materia orgánica ($r=0,78^{**}$; $p=0,0001$). Tanto longitud como diámetro se ve influenciado por la fertilidad del suelo, clima y genotipo del cultivo, uno de los elementos más importantes para el desarrollo de la panoja lo constituye el porcentaje de nitrógeno (Mamani, 2019).

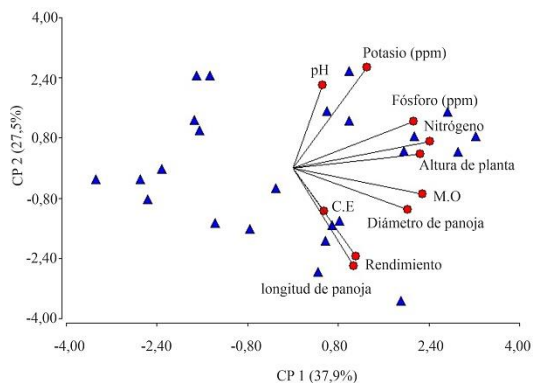


Figura 4. Análisis de componentes principales de variables evaluadas.

4. Conclusiones

Las enmiendas orgánicas mejoraron las características químicas del suelo, y estas influyeron en los parámetros agromorfológicos del cultivo de quinua. El mejor rendimiento (2036,13 kg/ha) se hizo presente en la localidad de Cruz Mayo con la aplicación de 3,8 t/ha de estiércol de ovino. Las enmiendas orgánicas contribuyen a la mejora de los suelos y rendimiento del cultivo de manera armoniosa entre el componente ecológico y socioeconómico. Dada la variabilidad genética de la quinua sería importante evaluar el comportamiento de un mayor número de variedades de quinua sometidas a estos tratamientos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa Presupuestal PP 0089 "Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios" del Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA.

Referencias bibliográficas

Alcón, G. V. & Flores, A. B. (2018). Evaluación de las variables agronómicas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y calidad de grano con aplicación de niveles de estiércol ovino y urea. *Revista de Investigación de Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(1), 37-46.

Andrade, K., Castillo, I. & Rossel, L. (2020). Calidad de los suelos agrícolas en la bahía interior de Puno, Perú-2018. *Suelo y Agua*, 29(2), 42-52.

Calle, L., Del Castillo, C., Vargas, A. & Bonifacio, A. (2016). Evaluación de características comerciales en quinua roja

(*Chenopodium quinoa* Willd.) en K'IPHK'IPHANI, provincia Ingavi-La Paz. *RIIARn*, 3(2), 207-213.

Cárdenas, J. E., Urquiza, O. V., Cárdenas, M. I., Fernández, R. & Orzag, V. (2015). Degradación de suelos y tipología de productores para la sostenibilidad del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el intersalar del departamento de Oruro, Bolivia. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica*, 1(1), 58-68.

Cauna, R. I. (2019). Efecto de abonos orgánicos en la fertilidad química y biológica del suelo en Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Mañazo-Puno (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano].

Chino, E., Miranda, R. & Del Castillo, C. (2019). Comportamiento agronómico del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con la aplicación de niveles de estiércol camélido. *Revista de Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(1), 41-49.

Choque, F. C. (2016). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de la quinua en el distrito de Juli, periodo 1997-2014. *Comuni@cción*, 7(2), 1-10.

Conde, K. G., Huaycho, H. & Cruz, D. (2017). Aplicación de solución de humus de lombriz en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la estación experimental de Patacamaya - La Paz. *Revista de Investigaciones e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4(1), 74-81.

Cosme, R. C., Reynoso, A. F., & Sanabria, S. (2020). Efecto del guano de isla en el rendimiento de dos variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en suelo degradado. *Agroindustrial Science*, 10(2), 191-198.

García-Parra, M. A., Plazas-Leguizamón, N. Z., Ferreira-Torrado, S. K. & Parra, J. D. (2018). Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en relación con el suelo y el clima: Una revisión. *Informador Técnico*, 82(2), 241-249.

Gonzales, W. R. (2011). Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (*Inga edulis* C. Martius) y pino chuncho (*Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake var. Amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby) asociados con especies del género *Heliconia* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Huamán, E., Vásquez, H., Salas, R., & Bobadilla, L. (2017). Efecto de los abonos orgánicos y dosis de un biofertilizante en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa*), en Chachapoyas, Amazonas. *Revista de investigación en agroproducción sustentable*, 1(1), 63-69.

Hueso-González, P., Muñoz-Rojas, M., & Martínez-Murillo, J.F. (2018). The role of organic amendments in drylands restoration. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 5, 1-6.

Ku, P. (2017). Perú como primer exportador de quinua a nivel mundial. *Quipukamayoc*, 25(47), 75-83.

Laurente, L. F., & Mamani, A. (2020). Modelamiento de la producción de quinua aplicando ARIMA en Puno-Perú. *Fides Et Ratio*, 19, 205-230.

León-Fajardo, M., Mancilla-Felipez, J. D., & Ortuño-Castro, F. N. (2019). Evaluación de bacterias endófitas promotoras de crecimiento en el cultivo de quinua. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(2), 88-99.

Lombamba, J., Amashta, Y., Correa, C., & Rodríguez, M.C. (2017). Benchmarking y análisis de competitividad de las cadenas productivas de quinua en Colombia, Perú y Bolivia. *Face*, 17(2), 157-173.

Mamani, J. D. (2019). Guano de isla y su influencia en el rendimiento de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito Cabanillas, provincia de San Román, departamento de Puno (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui.

- Mateu, W. (2018). Fuentes y dosis de abonos orgánicos en el rendimiento de *Chenopodium quinoa* Willd. Canaán 2750 msnm Ayacucho, 2018. *Rev. Inv. UNSCH*, 27(1), 61-66.
- Medrano, A. C. & Bonifacio, A. (2019). Evaluación del comportamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con aplicación localizada con diferentes niveles de estiércol semi-descompuesto. *Apthapi*, 4(2), 1139-1153.
- Méndez, 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 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). Observatorio de las Siembras y Perspectivas de la Producción Quinua. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1742360/Observatorio%20de%20las%20siembras%20y%20perspectivas%20de%20la%20producci%C3%B3n%20de%20quinua.pdf>
- Palao, L. A., Canaza, A. W. & Beltrán, A. (2019). Producción agroecológica de ecotipos de quinua de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos eficaces. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(3), 173-181.
- Salazar, T. A. (2018). Caracterización agromorfológica de 10 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y su relación con el rendimiento, bajo condiciones de campo en la Costa Central (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Sur.
- Salinas, S. J., Vizcarra, W., & Laureano, W. (2012). Efecto de los abonos orgánicos en las propiedades físicas y químicas en suelos degradados con maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Investigación Valdizana*, 6(1), 43-50.
- Tello, P. (2018). Aplicación de diferentes metodologías en el uso de enmiendas para la recuperación de suelos degradados en la localidad de Río Espino-Monzón (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Urdanegui, P., Pérez-Ávila, A., Estrada-Zúñiga, R., Neyra, E., Mujica, A., & Corredor, F. A. (2021). Rendimiento y evaluación agromorfológica de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Huancayo, Perú. *Agroindustrial Science*, 11(1), 63-71.
- Vázquez, J., Alvarez-Vera, M., Iglesias-Abad, S. y 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.

