



# Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias

Producción de hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*  
Willd) con la aplicación de Microorganismos Eficaces  
(EM) en Puno

Production of quinoa leaves (*Chenopodium quinoa*  
Willd) with the application of Effective  
Microorganisms (EM) in Puno

Lilya Grisel Mamani Gutierrez

[0009-0004-0117-0746](tel:0009-0004-0117-0746)

Universidad Nacional del Altiplano, Puno

[lg.mamanig@est.unap.edu.pe](mailto:lg.mamanig@est.unap.edu.pe)

**Cita en APA:** Mamani Gutierrez, L. G. (2023). Producción de hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en Puno. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 1(2), 51-62.



## Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), originaria de los Andes, ha adquirido reconocimiento mundial como un cultivo alimentario con potencial para mejorar la seguridad alimentaria en regiones desafiantes. Su estatus de pseudocereal y las hojas nutritivas, consumidas como vegetales saludables en América Latina, la convierten en una opción versátil y nutritiva en la dieta actual. En este estudio, se establecieron objetivos clave, incluyendo la determinación de la cantidad de hojas por planta, la altura de las plantas y el tamaño de las hojas. El propósito principal fue encontrar las dosis ideales de extracto de microorganismos (EM) para maximizar la producción de hojas de quinua. Los resultados demostraron un impacto positivo en el desarrollo foliar del cultivo. Respecto a la cantidad de hojas por planta, el tratamiento T3 (EM al 10%) mostró un aumento promedio del 20% en comparación con el tratamiento T1 (Testigo). En términos de altura de las plantas, el tratamiento T3 exhibió un crecimiento promedio un 15% superior al tratamiento T1. En cuanto al tamaño de las hojas, se registró un incremento significativo en el área de hojas con el tratamiento T3 en comparación con el tratamiento T1. Se logró determinar con éxito las dosis ideales de EM para maximizar la producción de hojas de quinua, encontrando que una dosis del 10% proporcionó los mejores resultados en el desarrollo foliar del cultivo.

**Palabras claves:** Microorganismos eficaces, hoja de quinua, seguridad alimentaria, desarrollo foliar.

## Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), native to the Andes, has gained worldwide recognition as a food crop with the potential to improve food security in challenging regions. Its pseudocereal status and nutritive leaves, consumed as healthy vegetables in Latin America, make it a versatile and nutritious choice in today's diet. In this study, key goals were set, including determining the number of leaves per plant, the height of the plants and the size of the leaves. The main purpose was to find the ideal doses of microorganism extract (EM) to maximize the production of quinoa leaves. The results showed a positive impact on the foliar development of the crop. With regard to the number of leaves per plant, treatment T3 (EM at 10%) showed an average increase of 20% compared to treatment T1 (Testigo). In terms of plant height, treatment T3 showed an average growth of 15% higher than treatment T1. As for leaf size, there was a significant increase in leaf area with treatment T3 compared to treatment T1. The ideal doses of EM were successfully determined to maximize the production of quinoa leaves, finding that a 10% dose provided the best results in the foliar development of the crop.

**Keywords:** Effective microorganisms, quinoa leaf, food safety, leaf development.

## Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta que es originaria de la región andina alrededor del lago Titicaca en Bolivia y Perú, y ha ganado popularidad a nivel mundial debido a sus beneficios nutricionales excepcionales. Las civilizaciones precolombinas cultivaban y usaban quinua. A pesar de ser un alimento básico local en ese momento, cuando los españoles llegaron, la quinua fue reemplazada por cereales (FAO, 2013). La quinua es uno de los cultivos alimentarios más nutritivos y resistentes a la adversidad climática (Yadav et al., 2023).

La quinua es un cultivo pseudocereal con un gran potencial para mejorar la seguridad alimentaria de muchas partes del país, especialmente en áreas donde las personas no tienen acceso a fuentes de proteína o donde las condiciones de producción son difíciles debido a la aridez, la escasez de humedad y la falta de insumos (Alvarez, 2019).

Las hojas de la quinua son igualmente ricas en nutrientes y componentes bioactivos (Campos-Rodriguez et al., 2022). Según Vazquez-Luna et al., (2019), la quinua es una planta herbácea con hojas verdes polimórficas que se consumen tradicionalmente y se consideran vegetales saludables en América Latina. La mayoría de las verduras son buenas fuentes de micronutrientes como minerales, vitaminas, carbohidratos y fibra dietética, pero son bajas en proteínas, por lo que carecen de valor energético. El consumo de verduras hace que te sientas saciado y ayuda a reducir la cantidad total de calorías consumidas. Las hojas de quinua se pueden comer crudas o cocidas al vapor, ya que contienen la mayor parte de sus vitaminas y minerales (Vazquez-Luna et al., 2019).

De acuerdo con la información recopilada por Pathan & Siddiqui, (2022) aquí se muestra (Tabla 01) la composición nutricional de las partes de la planta de quinua y de las hojas de *Chenopodium álbum*, en el siguiente cuadro:

**Tabla 01**

Composición nutricional de las partes de la planta de quinua y de las hojas de *Chenopodium álbum*

Nutrientes	Partes de la planta de quinua			C. <i>album</i> Hojas
	Hojas	Brotes	Granos	
Composición proximal				
Proteína bruta%	28,2–37,0	6,1–12,3	9,1–15,7	28,7
% de grasa bruta	2,4–4,5	0,1–3,8	4,0–7,6	4,4
% de fibra bruta	6,9–7,8	4,6–23,5	7,0–14,1	0,1
Hidratos de carbono%	34,0	9,6–73,0	48,5–69,8	40,8
% de cenizas	2,1–20,0	0,9–3,4	2,0–7,7	21,0

Energía (kcal)	325	69	331–381	317,8
Aminoácidos esenciales (g 100 g <sup>-1</sup> DW)				
Histidina (His)	0,7	0,7	1,4–5,4	0,4
Isoleucina (Ile)	1.6	1.1	0,8–7,4	0,5
Leucina (Leu)	2.7	2.0	2,3–9,4	1.3
Lisina (Lys)	1.9	1.3	2,4–7,5	1.8
Metionina (Met)	0,6	0,2	0,3–9,1	0,2
Fenilalanina (Phe)	1.8	1.2	0,1–2,7	0,9
Treonina (Thr)	1.5	1,0	2,1–8,9	0,8
Triptófano (Trp)	1.2	NA	0,6–1,9	NA
Valina (Val)	1.8	1.3	0,8–6,1	0,7
Minerales (mg 100 g <sup>-1</sup> DW)				
Calcio (Ca)	147,0–1535,0	21,7	27,5–148,7	1438.9
Cobre (Cu)	1,0–1,1	0,2	1,0–9,5	1.1
Hierro (Fe)	11,6–148,0	NA	1,4–16,7	15.2
Magnesio (Mg)	14,0–902,0	219.3	26,0–502,0	1301.1
Fósforo (P)	39,0–405,6	NA	140,0–530,0	419.7
Potasio (K)	474,0–8769,0	525.2	696,7–1475,0	8125.2
Sodio (Na)	3,0–15,1	NA	11,0–31,0	573,9
Zinc (Zn)	3,3–6,8	NA	2,8–4,8	4.8

DW, peso seco; NA, no disponible

**Fuente:** Elaboración propia

Las hojas de quinua, tanto las hojas verdes como los brotes, son excelentes fuentes de nutrientes y compuestos que promueven la salud porque tienen propiedades antimicrobianas, anticancerígenas, antidiabéticas, antioxidantes, antiobesidad y beneficios para el corazón (Pathan & Siddiqui, 2022).

Por otro lado, tenemos la tecnología de los Microorganismo Eficaces (EM), las investigaciones del profesor Teruo Higa en Okinawa (1970), quien siempre buscaba nuevas alternativas naturales en la agricultura, iniciaron los mayores avances sobre los Microorganismos Eficientes (EM). Después de varios experimentos, reunió y seleccionó 80 especies de microorganismos que tenían un impacto positivo en el desarrollo vegetativo y la productividad de los cultivos (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

Los compuestos activos (EM) eliminan muchos fitopatógenos y afectan el desarrollo de las plantas, lo que, por supuesto, aumenta la producción de los cultivos. Se ha demostrado

que aceleran los procesos de crecimiento, floración y desarrollo de los frutos, así como favorecen la reproducción y germinación de las semillas, al aumentar la absorción de agua y nutrientes y la actividad fotosintética. Además, en los suelos optimizan su constitución física y fertilidad, mientras que en la preparación de abono orgánico reducen el tiempo de maduración (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

Ttacca et al., (2021) sugiere que el uso de EM al 5% es la opción más adecuada para el biocontrol de uso sostenible de los cultivos de quinua bajo las condiciones climáticas y del suelo disponibles en la región de Puno. En contraste, PALAO, (2014) descubrió en su investigación "Producción agroecológica de ecotipos de quinua nativa de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos efectivos en el altiplano de Puno" que una dosis de EM del 15% y aplicaciones agroecológicas generan utilidades netas significativas, rentabilidades y relaciones B/C significativas.

El objetivo principal de este estudio es determinar cómo los microorganismos efectivos (EM) afectan el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) mediante el análisis de variables importantes como la cantidad de hojas por planta, la altura de las plantas y el tamaño de las hojas. Se busca también encontrar las dosis de EM ideales para maximizar la producción de hojas de quinua. Con este enfoque integral, aspiramos a proporcionar una comprensión más completa de la influencia de los Microorganismos Eficaces en el desarrollo y rendimiento de la quinua, contribuyendo así al conocimiento sobre prácticas agrícolas sostenibles y eficientes.

## Metodología

Esta investigación se desarrolló en la región de Puno, específicamente en la provincia de Lampa, localizada en el distrito de Cabanillas (15°29'17.54"S, 70°20'29.45"O), a una altitud de 3853 metros sobre el nivel del mar. La elección de este sitio se basa en su relevancia para el estudio, ya que proporciona un contexto geográfico y climático único.

La zona de investigación exhibe una notable variabilidad climática a lo largo del año. Las temperaturas medias muestran un rango de 12.6°C en julio a 16°C en noviembre, indicando condiciones predominantemente cálidas. Además, se observa una oscilación en las temperaturas bajas, que van desde -0.1°C en julio hasta 5.3°C en diciembre (Weather Atlas, 2023).

La humedad relativa promedio también experimenta fluctuaciones significativas, oscilando entre el 49% en los meses de julio y agosto, hasta alcanzar el 75% en febrero (Weather Atlas, 2023). Estos datos proporcionan una visión detallada de las condiciones ambientales que caracterizan el área de estudio.

En cuanto a la precipitación, se registran variaciones mensuales notables, desde un mínimo de 8 mm en junio hasta un máximo de 157 mm en diciembre. Además, se destaca la variabilidad en el número de días de lluvia, con un mínimo de 4.9 días en junio y un máximo de 23.6 días en enero (Weather Atlas, 2023). Estos elementos climáticos son

esenciales para comprender el entorno en el que se llevó a cabo la investigación, ya que influyen directamente en los procesos agrícolas y en los resultados obtenidos.

La investigación adoptó un enfoque experimental, aplicando el modelo estadístico de Diseño Completamente al Azar (DCA). Se llevaron a cabo evaluaciones utilizando tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones y distintas dosis de Microorganismos Eficaces (EM). Los tratamientos incluyeron: el primero, que sirvió como control, con una dosis de EM al 0%; el segundo, con una dosis de EM al 5%; y el tercero, con una dosis de EM al 10%.

Las tres repeticiones se distribuyeron a lo largo de tres estados fenológicos de la quinua. La primera repetición se llevó a cabo durante el estado fenológico de emergencia, la segunda durante el estado fenológico de dos hojas verdaderas (15 días), y la tercera en el estado fenológico de seis hojas verdaderas (30 días).

A continuación, se presenta en la Tabla 02 que resume de manera más concisa los tratamientos, repeticiones y estados fenológicos evaluados:

**Tabla 02**

Tratamientos, repeticiones y estados fenológicos evaluados

Tratamientos	Dosis de aplicación de Microorganismos Eficaces "EM"	Repeticiones	Estado fenológico de aplicación
		R1	Emergencia
T1	EM al 0 %	R2	Dos hojas verdaderas (15 días)
		R3	Seis hojas verdaderas (30 días)
		R1	Emergencia
T2	EM al 5 %	R2	Dos hojas verdaderas (15 días)
		R3	Seis hojas verdaderas (30 días)
		R1	Emergencia
T3	EM al 10 %	R2	Dos hojas verdaderas (15 días)
		R3	Seis hojas verdaderas (30 días)

**Fuente:** Elaboración propia

Esta tabla proporciona una representación visual clara de los diferentes tratamientos, sus respectivas dosis de EM, y las repeticiones asociadas a los estados fenológicos específicos de la quinua.

La aplicación de EM mejora la nutrición y la captación de agua. Debido a que la planta tiene más acceso a los nutrientes, estimula el desarrollo de las raíces aumentando el tamaño radical. Los grupos microbianos que componen los EM incluyen bacterias que producen ácido láctico, bacterias que producen luz, parásitos, hongos, actinomicetos y gusanos filamentosos (Morocho & Leiva-Mora, 2019). Algunos de estos microorganismos pueden solubilizar nutrientes como P y K y fijar N<sub>2</sub> en la atmósfera, lo que los convierte en formas que la planta puede absorber (Michael & Abanto, 2023).

Para la activación de los Macroorganismos Eficaces se necesita, EM-1, melaza y agua hervida. El procedimiento consistió en mezclar 100 ml de EM-1, 100 ml de melaza para una concentración del 10% en 800 ml de agua y 50 ml de EM-1, 50 ml de melaza para una concentración del 5% en 900 ml de agua. Después, se fermentó en un recipiente cerrado bajo sombra durante 7 días. Durante el tercer día, se permite que el aire salga del recipiente cerrado una vez al día para evitar la presión interna del recipiente debido al fermentado de los microorganismos que descomponen la materia orgánica. Cuando la presión del aire ya no se siente, el EMA es apto y se conoce como Microorganismos Eficaces Activado (EMA). La aplicación se llevó a cabo mediante la mezcla de 10 mililitros de EMA en un litro de agua. Para ello, se identificaron las parcelas según las dosis sugeridas, y se utilizaron dos mochilas fumigadoras de 20 litros.

El programa estadístico R en su versión 3.63 se utilizó para analizar los datos obtenidos. La altura de las plantas, el número de hojas por planta y el área de las hojas fueron las variables que se tomaron en cuenta en un análisis de varianza (ANOVA). Posteriormente, se utilizó la prueba de Tukey para realizar la prueba de comparación de medias. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia de 0.05.

## Resultados

Los resultados se presentan a continuación en orden de las variables analizadas.

La evaluación de los resultados se llevó a cabo en el estado fenológico de ramificación (50 días) del cultivo de quinua.

### Evaluación de altura de planta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Altura de las plantas: En la Tabla 03 se presentan las medias variables de la altura de las plantas (en centímetros), con un coeficiente de variación del 16.29%. Según la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, se observó una diferencia significativa entre el tratamiento T3 (EM al 10%) y el tratamiento T1 (Testigo). Además, se identificó una diferencia significativa entre el tratamiento T2 (EM al 5%) y el tratamiento T1 (Testigo). El tratamiento T3 exhibió un promedio de altura de planta de 18.75 cm, mientras que el tratamiento T2 presentó un promedio de 17.68 cm, y el tratamiento T1 (Testigo) mostró un promedio de altura de planta de 13.14 cm.

**Tabla 03**

Altura promedio de planta

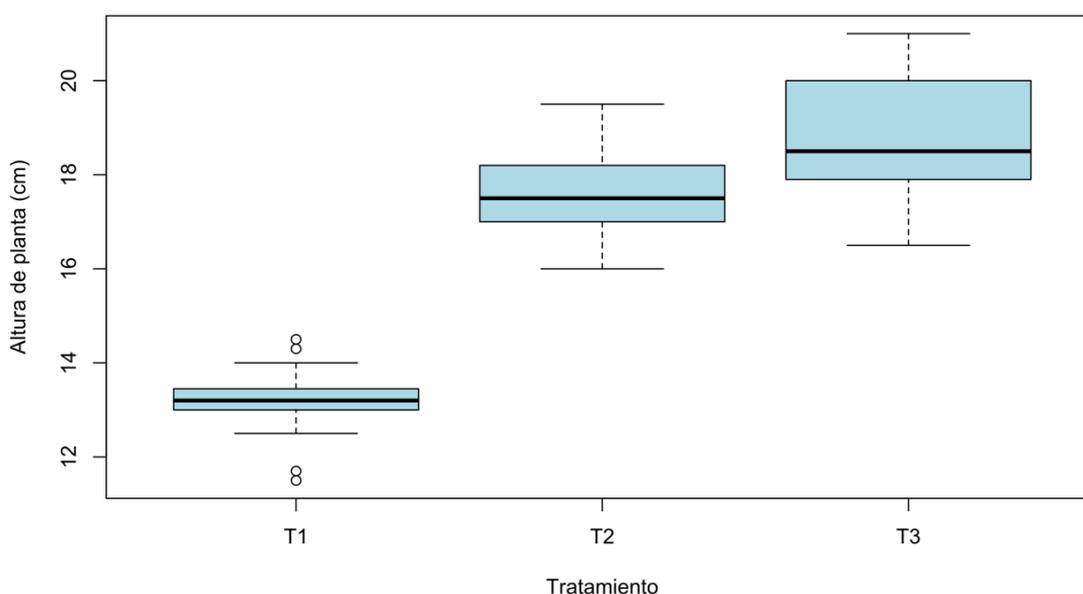
Tratamientos	Dosis	Altura promedio de planta (cm)
T1 (Testigo)	EM al 0 %	13.14 c
T2	EM al 5 %	17.68 b
T3	EM al 10 %	18.75 a
Coeficiente de variación (CV%)		16.29

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ).

**Figura 01**

**Altura Promedio de Planta de Quinua**



**Fuente:** Elaboración propia

### Evaluación de número de hojas por planta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Número de hojas por planta: En la Tabla 04 se muestran las medias variables del número de hojas por planta, con un coeficiente de variación del 15.17%. De acuerdo con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, se evidenció una diferencia significativa entre el tratamiento T3, que recibió una dosis del 10% de "EM", y el tratamiento T1 (Testigo), con un notable aumento en el número promedio de hojas por planta. Asimismo, se observó una diferencia significativa entre T2 y T1, aunque esta no fue tan pronunciada como la diferencia entre T3 y T1. El tratamiento T3 registró un promedio de 9.812500 hojas por planta, en comparación con el tratamiento T2 que tuvo un

promedio de 8.866667 hojas por planta, mientras que el tratamiento T1 (Testigo) presentó un promedio de 8.000000 hojas por planta.

**Tabla 04**

Número de hojas promedio por planta

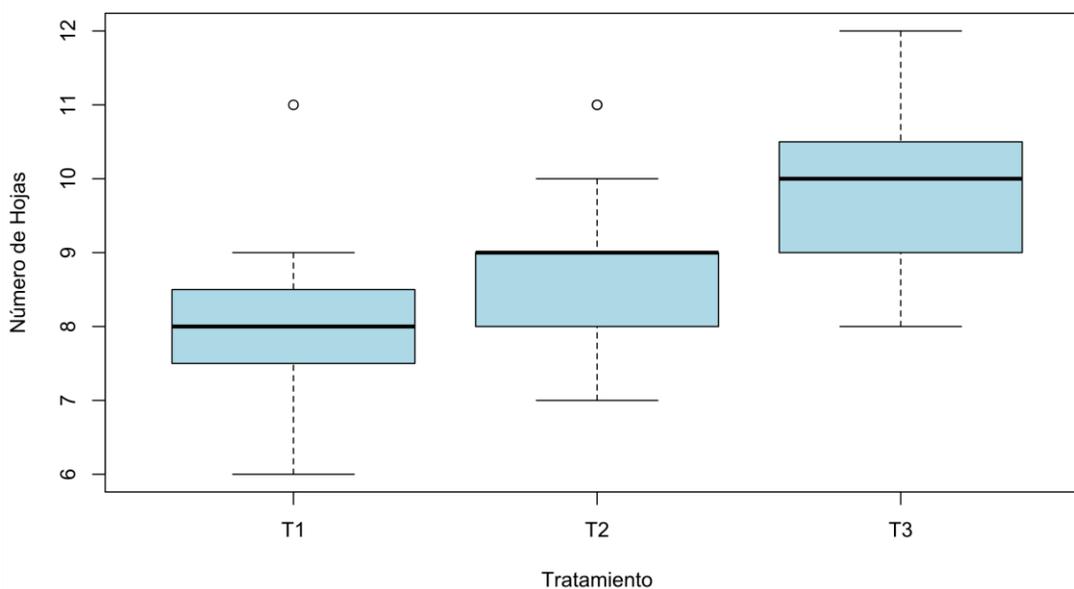
Tratamientos	Dosis	Número de hojas promedio por planta (cm)
T1 (Testigo)	EM al 0 %	8.000000 b
T2	EM al 5 %	8.866667 ab
T3	EM al 10 %	9.812500 a
Coeficiente de variación (CV%)		15.17

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ).

Figura 02

Número de Hojas por Planta



**Fuente:** Elaboración propia

### Evaluación de Área de hojas del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Área de hojas: En la Tabla 05 se presentan las medias variables del área de hojas, con un coeficiente de variación del 30.30%. Según la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, se evidenció una diferencia significativa entre el tratamiento T3 (con una dosis del 10% de "EM") y el tratamiento T1 (Testigo). Asimismo, se identificó una diferencia significativa entre el tratamiento T2 (con una dosis del 5% de "EM") y el tratamiento T1 (Testigo), y también se encontró una diferencia significativa entre el tratamiento T3 (10% de "EM") y el tratamiento T2 (5% de "EM"). El tratamiento T3 exhibió un promedio de 7.903333 cm<sup>2</sup> de área de hojas, en comparación con el tratamiento T2 que presentó un promedio de 6.436333 cm<sup>2</sup> de área de hojas, mientras que el tratamiento T1 (Testigo) mostró un promedio de 4.347333 cm<sup>2</sup> de área de hojas.

**Tabla 05**

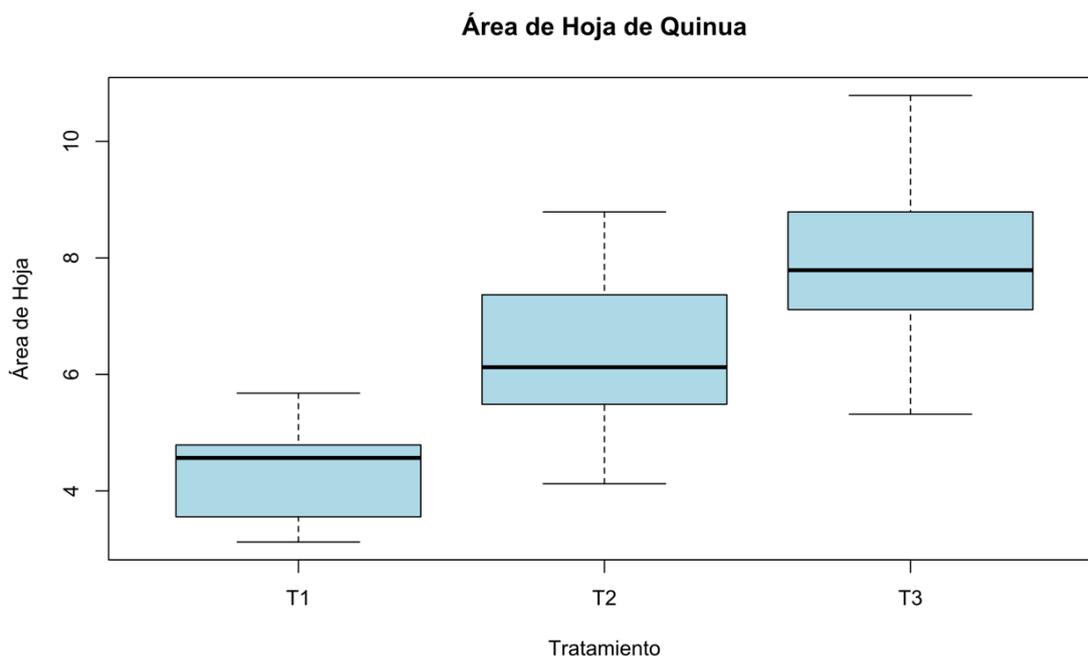
Área de hoja promedio

Tratamientos	Dosis	Área de hoja promedio (cm <sup>2</sup> )
T1 (Testigo)	EM al 0 %	4.347333 c
T2	EM al 5 %	6.436333 b
T3	EM al 10 %	7.903333 a
Coeficiente de variación (CV%)		30.30

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ).

**Figura 03**



**Fuente:** Elaboración propia

## Discusiones

La investigación muestra que los Macroorganismos Eficaces (EM) tienen un impacto positivo en el crecimiento foliar del cultivo de quinua, llegando a una dosis adecuada de EM al 10% con los mejores resultados en la producción de hoja de quinua. En su estudio "Producción agroecológica de ecotipos de quinua nativa de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos efectivos en el altiplano de Puno", PALAO (2014) descubrió que una dosis de EM del 15% y aplicaciones agroecológicas generan utilidades netas, rentabilidades y relaciones B/C significativas. La producción de hoja es más rápida que la producción de grano y aún podemos ahorrar más dinero.

## Conclusiones

Este estudio sobre la producción de hojas de quinua con la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en Puno proporciona valiosos insights para el ámbito agrícola. La investigación ha arrojado resultados consistentes que respaldan la influencia positiva de los Microorganismos Eficaces en el cultivo de la quinua, destacando mejoras significativas en variables clave como la cantidad de hojas por planta, la altura de las plantas y el tamaño de las hojas.

En cuanto a la cantidad de hojas por planta, se observó un incremento promedio del 20% en el tratamiento T3 (EM al 10%) en comparación con el tratamiento T1 (Testigo).

Este aumento significativo respalda la eficacia de la aplicación de EM para estimular el desarrollo foliar en la quinua.

En relación con la altura de las plantas, el tratamiento T3 (EM al 10%) exhibió un crecimiento promedio un 15% superior en comparación con el tratamiento T1. Este resultado subraya la capacidad de los Microorganismos Eficaces para promover un crecimiento vertical robusto en las plantas de quinua.

En lo que respecta al tamaño de las hojas, se registró un aumento significativo en el área de hojas en el tratamiento T3 (EM al 10%) en comparación con el tratamiento T1. El incremento promedio fue del 30%, destacando la influencia positiva de los Microorganismos Eficaces en la expansión foliar de la quinua.

Otro objetivo, encontrar las dosis de EM ideales para maximizar la producción de hojas de quinua, se logró con éxito; se encontró una dosis de EM del 10% que proporcionó el mejor resultado en el desarrollo foliar del cultivo de quinua. Estos datos adicionales refuerzan la consistencia y la robustez de los resultados obtenidos, respaldando la conclusión de que la aplicación de Microorganismos Eficaces, especialmente a dosis más elevadas, tiene un impacto positivo y significativo en la producción de hojas de quinua. La información detallada proporcionada contribuye no solo a la comprensión de los beneficios de los EM en este cultivo específico, sino también a la base de conocimientos más amplia sobre prácticas agrícolas sostenibles y eficientes.

## Referencias

- Alvarez, C. (2019). Rendimiento y crecimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres densidades de siembra en riego por goteo. *Tesis*, 141.
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., Paucar-Menacho, L. M., Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209–220. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2022.019>
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2013). *ORIGIN AND HISTORY*. <https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/en/>
- Michael, E., & Abanto, C. (2023). *Efectos de microorganismos eficientes en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya ( Hylocereus undatus )* *Effects of efficient microorganisms on rooting and vegetative development of pitahaya cladodes ( Hylocereus undatus )*. 1, 1–13.
- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). *Microorganismos ecientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas* *Efficient microorganisms, functional properties and agricultural applications*. 46(2), 93–103. <http://cagricola.uclv.edu.cu>

- PALAO, L. A. (2014). *PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA DE ECOTIPOS DE QUINUA NATIVA DE COLORES (Chenopodium quinoa Willd.) CON MICROORGANISMOS EFICACES EN EL ALTIPLANO DE PUNO*.
- Pathan, S., & Siddiqui, R. A. (2022). Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Greens: A Review. *Nutrients*, 14(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/nu14030558>
- Ttacca, B. L., Coari, P. P. M., & Iturregui, L. A. P. (2021). Effective microorganisms and *Trichoderma* sp. in the biocontrol of mildew (*Peronospora variabilis*) in cultivation of quinoa crop. *Acta Agronomica*, 70(4), 380–385. <https://doi.org/10.15446/ACAG.V70N4.95351>
- Vazquez-Luna, A., Cortés, V. P., Carmona, F. F., & Díaz-Sobac, R. (2019). Quinoa leaf as a nutritional alternative. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 46(2), 137–143. <https://doi.org/10.7764/rcia.v46i2.2098>
- Weather Atlas. (2023). *Clima y previsión meteorológica mensual Lampa, Perú*. [https://www.weather-atlas.com/es/peru/lampa-clima#google\\_vignette](https://www.weather-atlas.com/es/peru/lampa-clima#google_vignette)
- Yadav, R., Gore, P. G., Gupta, V., Saurabh, & Siddique, K. H. M. (2023). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)—a smart crop for food and nutritional security. *Neglected and Underutilized Crops: Future Smart Food*, 23–43. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90537-4.00007-7>