

Rendimiento y contenido proteico de tres variedades de kiwicha bajo tres niveles de fertilización en Marcará, Áncash 2022

RESUMEN

Rhodes Mejia Valvas¹

 rmejiav@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-7856-7814

Walter Vasquez Cruz¹

 wvasquezc@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-4605-2725

Hugo Mendoza Vilcahuaman¹

 hmendozav@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0003-1544-3827

Francisco Espinoza Montesinos¹

 fespinozam@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0003-3510-7812

Clay Pajuelo Roldan¹

 cpajueloro@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0003-1450-7569

Guillermo Castillo Romero¹

 gcastillor@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-6139-7465

Teófanés Mejía Anaya¹

 tmejiaa@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-7332-4271

José del Carmen Ramírez M.¹

 jramirez@unasam.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-8095-4661

¹Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo - Huaraz - Perú.

Se evaluaron tres dosis de fertilización inorgánica (nitrógeno, fósforo y potasio) en el cultivo de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), con el objetivo de determinar el contenido de proteínas y el rendimiento en tres variedades: Oscar Blanco, Centenario y Caracino, bajo tres niveles de fertilización NPK (40-40-40; 100-90-60; 120-150-80). El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con un arreglo factorial 3x3 y cuatro repeticiones. La fertilización se realizó en dos etapas: a los 30 y 60 días posteriores a la siembra. Los resultados mostraron que los tratamientos con dosis de fertilización 120-150-80 y 100-90-60, con rendimientos de 2415.40 y 2382.3 kg/ha, fueron los más efectivos, mientras que la dosis 40-40-40 alcanzó un rendimiento de 1909.9 kg/ha. En cuanto a las variedades, Oscar Blanco y Centenario no presentaron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento, con 2408.10 y 2350.30 kg/ha, respectivamente, mientras que Caracino mostró un rendimiento significativamente inferior, alcanzando 1949.70 kg/ha. En cuanto al contenido de proteínas, Oscar Blanco y Centenario, con 14.88 % y 14.64 % de proteína, superaron significativamente a Caracino, que presentó un 13.59 %. Respecto a la altura de las plantas, Oscar Blanco y Centenario alcanzaron 1.15 m y 1.18 m, mientras que Caracino presentó la menor altura, con 1.04 m.

Palabras clave: kiwicha, cultivar, fertilización, rendimiento, *Amaranthus caudatus* L

Cómo citar este artículo: Mejia Valvas, R., Vasquez Cruz, W., Mendoza Vilcahuaman, H., Espinoza Montesinos, F., Pajuelo Roldan, C., Castillo Romero, G., Mejía Anaya, T., & Ramírez Maldonado, J. del C. (2025). Rendimiento y contenido proteico de tres variedades de kiwicha bajo tres niveles de fertilización en Marcará, Ancash 2022. *Aporte Santiaguino*, 18(1), 37–48. https://doi.org/10.32911/as.2025.v18.n1.1231

Recibido: 2025-03-17 | Aceptado: 2025-05-15

Yield and protein content of three kiwicha varieties under three fertilization levels in Marcará, Áncash 2022

Three doses of inorganic fertilization (nitrogen, phosphorus and potassium) were evaluated in the Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) crop, with the aim of determining the protein content and yield in three varieties: Oscar Blanco, Centenario and Caracino, under three NPK fertilization levels (40-40-40; 100-90-60; 120-150-80). The experimental design consisted of randomized complete blocks with a 3x3 factorial arrangement and four replications. Fertilization was carried out in two stages: 30 and 60 days after planting. The results showed that treatments with fertilization doses 120-150-80 and 100-90-60, with yields of 2415.40 and 2382.3 kg/ha, were the most effective, while the 40-40-40 dose reached a yield of 1909.9 kg/ha. As for the varieties, Oscar Blanco and Centenario did not present statistically significant differences in yield, with 2408.10 and 2350.30 kg/ha, respectively, while Caracino showed a significantly lower yield, reaching 1949.70 kg/ha. In terms of protein content, Oscar Blanco and Centenario, with 14.88 % and 14.64 % protein, significantly surpassed Caracino, which presented 13.59 %. Regarding the height of the plants, Oscar Blanco and Centenario reached 1.15 m and 1.18 m, while Caracino presented the lowest height, with 1.04 m.

Keywords: kiwicha, cultivar, fertilization, yield, *Amaranthus caudatus* L

INTRODUCCIÓN

La kiwicha, también conocida como amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), es un grano que forma parte del conjunto de cultivos tradicionales andinos. El género *Amaranthus* tiene un origen diverso, ya que está compuesto por tres especies utilizadas para obtener granos. Por un lado, *Amaranthus cruentus* proviene de Guatemala y del sureste mexicano, *Amaranthus hypochondriacus* es nativo de México y *Amaranthus*

caudatus se originó en la zona andina de Sudamérica, donde se extiende desde el norte de Colombia hasta Argentina (Miranda et al., 2023). Las variedades Óscar Blanco y Noel Vietmeyer fueron obtenidas mediante la combinación de ecotipos con alto rendimiento productivo. En la actualidad, el mejoramiento continuo de estos ecotipos ha permitido el desarrollo de nuevas variedades, tales como INIA 414-Taray, INIA 442-La Frondosa, entre otras (Mejía et al., 2020). La kiwicha en Áncash está siendo encaminado por organizaciones que están presentes en las provincias de Yungay y Huaylas, tal es el caso de PRISMA, que fomentó este cultivo en los años 2010 promocionando la cadena de valor de la kiwicha. Logró instalar 505 has y organizar 343 productores de kiwicha y gracias a ello en las zonas mencionadas se logró una agricultura sostenible (Mejía et al., 2020). En el año 2014, en el departamento de Áncash se reportó la siembra de 370 hectáreas de cultivo, con un rendimiento promedio de 1,638 kilogramos por hectárea, lo que resultó en una producción total de 606 toneladas (Mamani & Quispe, 2017).

La kiwicha o amaranto (*Amaranthus caudatus*) es un pseudocereal andino de alto valor nutricional. Destaca por su contenido de proteína de alta calidad (13–16 %), rica en lisina, un aminoácido esencial poco presente en otros cereales. Contiene aproximadamente 370–390 kcal por cada 100 g, junto con carbohidratos complejos (60–65 %), grasas saludables (6–8 %), y una buena cantidad de fibra dietética. Además, es fuente importante de minerales como calcio, hierro, magnesio y fósforo, así como vitaminas del complejo B y vitamina E. Libre de gluten, la kiwicha es ideal para dietas celíacas y se asocia con beneficios para la salud cardiovascular, digestiva e inmune gracias a sus antioxidantes y compuestos bioactivos (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

Con respecto a la fertilización, bajo un contexto de agricultura convencional en la sierra, la dosis óptima de fertilización para kiwicha

(*Amaranthus caudatus*) suele variar según el tipo de suelo, el clima y la variedad de kiwicha cultivada, pero en general, se recomienda una fertilización NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) de 120-100-80 kg/ha. Esto significa que se deben aplicar 120 kg de nitrógeno, 100 kg de fósforo y 80 kg de potasio por hectárea (Mejía et al., 2022).

El Perú es uno de los países que se posiciona en la producción de kiwicha de calidad, que tiene contenidos altos de proteína (12,5 % y 17,6 %). También tiene una concentración alta de aminoácidos y contribuye a su digestibilidad proteica, la cual es muy alta, alcanzando entre el 80 % y el 92 % (Mamani & Quispe, 2017). Por tales razones, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el nivel de proteína y el rendimiento de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.)

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se ejecutó en las instalaciones del Centro de Investigación y Experimentación de Allpa Rumi, ubicado en el distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, Región Áncash (9°19'37.83" latitud sur y 77°36'23.14" longitud oeste) desde marzo hasta julio del 2018. Se inició con la toma de muestra del suelo para su análisis. Los resultados del análisis de fertilidad se contrastaron con las siguientes características: el suelo fue del tipo franco con pH fuertemente ácido (4.84), conductividad eléctrica (CE) 122 mS/cm no salino, bajo en materia orgánica 1,416 %, alto en P disponible (18 ppm), bajo en K (76 ppm) y capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 11,61.

Posteriormente, se trabajó en una parcela que fue aleatorizada en cuatro bloques de 3.2 m x 4.5 m. Estos bloques contenían 4 surcos a una distancia de 80 cm. En cada surco se esparcieron semillas de kiwicha de las variedades Oscar Blanco, Centenario y Caracino, a chorro continuo. El raleo se realizó cuando las plantas tenían en promedio 8 cm de altura, dejando 30 plantas, quienes se

distribuyeron en quince golpes. Cada golpe tuvo una distancia de 30 cm. Después de instalado el experimento, se regó por gravedad, cada 7 días hasta la culminación del experimento. Asimismo, se fertilizó en dos momentos, a los 30 y 60 días después de la siembra, para lo cual se empleó la dosis de 120-150-80, 100-90-60 y 40-40-40 para las tres variedades en estudio. En la primera fertilización se usó el 50 % de nitrógeno, 100 % de fósforo y 100 % de potasio. El faltante 50 % de nitrógeno se aplicó en la segunda fertilización, el cual se realizó a los 60 días después de la siembra.

En el proceso del manejo agronómico del cultivo, se presentaron algunas plagas como *Epicauta* sp. y *Diabrofia viridula*, que se controlaron con Methomil (2 aplicaciones) y el crecimiento de maleza conocida como yugo (*Amaranthus hybridus* L.) se controló manualmente. La cosecha se realizó a los 5 meses después de la siembra, cuando los granos presentaban madurez.

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

- Longitud de tallo: Se escogió al azar 10 plantas de los surcos centrales, descartando por efecto de borde los surcos extremos. Se midió la longitud del tallo desde la base hasta la hoja terminal del ápice del tallo haciendo uso de la wincha (Castro et al., 1997).
- Rendimiento de semillas frescas: Se extrajo al azar 10 plantas, cuando el cultivo alcanzó la madurez de la panoja en un 90 % aproximadamente. En la cosecha, las plantas se cortaron para luego ser expuestas al sol por un periodo de 5 días. Posteriormente, se obtuvieron las semillas por aplastamiento manual y a continuación por tamizado para separar las semillas libres de restos de panoja. Por último, se realizó el pesado haciendo uso de la balanza (Castro et al., 1997).
- Determinación de proteínas totales: Se pesaron 15 gramos de semillas secas, las cuales fueron transferidas a un vaso precipitado con 200 ml de

agua potable. Luego, se sometieron a un proceso de cocción durante 30 minutos. Tras este tiempo, se dejó enfriar durante 15 minutos y se realizó el decantado del agua de ebullición. El sedimento, compuesto por las semillas cocidas, se suspendió en 200 ml de NaHCO₃ 0.4 M (pH 9.0) y se trituro durante 3 a 5 minutos. Posteriormente, la mezcla se sometió a centrifugación en dos fases. La concentración de proteínas se determinó mediante lecturas de absorbancia a una longitud de onda de 540 nm, utilizando un espectrofotómetro

Spectronic 20 Milton Roy. La concentración de proteínas se calculó empleando el método calorimétrico de Biuret, según laboratorios Wiener (Wiener, 2000).

Se trabajó con un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial del tipo 3A3B, con 9 tratamientos, 4 repeticiones y 36 parcelas (Tabla 1). Para la comparación de medias se empleó la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significación del 5 %.

Tabla 1

Variedades y dosis de fertilización para el experimento

Cultivares de kiwicha	Dosis de fertilización (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)		
	40-40-40 (f1)	100-90-60 (f2)	120-150-80 (f3)
Oscar blanco (v1)	T1	T2	T3
Centenario (v2)	T4	T5	T6
Caracino (v3)	T7	T8	T9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables ‘altura de planta’, ‘rendimiento’ y ‘contenido de proteínas’ resultaron significativas ($\alpha = 0.05$) en cuanto a los niveles de la variedad y los niveles de fertilización. Asimismo, la interacción de los dos factores resultó no significativo ($\alpha = 0.05$), el cual es un indicativo de que los efectos de cada factor fueron independientes y no fue necesario realizar el análisis de efectos simples (Tabla 2).

Tabla 2

Cuadrados medios, significancia y coeficientes de variación (CV) de rendimiento (Kg ha⁻¹), altura de planta (m) y contenido de proteína (%)

Variables	Cuadrado de Medios							C.V. (%)*
	Bloque	Variedad(V)	Fertilización (F)	VXF	Error			
Rendimiento	318739.04	747659.06	* 960421.10	* 8653.94	* 76191.22			12.34
Altura de planta	0.000818	0.067453	* 0.045219	* 0.000461	* 0.006847			7.38
Proteína de grano (%)	11.48	5.61	* 11.04	* 1.70	n.s. 1.47			6.97

*, significativo con $P \leq 0.05$, ns: no significativo, CV: coeficiente de variación

Los coeficientes de variación de las variables ‘rendimiento’, ‘altura de planta’ y ‘porcentaje de proteína’ fueron de 12.34 %, 7.38 % y 6.97 %, respectivamente, que da la confiabilidad de resultados. Según Calzada (1977) el coeficiente de variabilidad no debe de exceder al 20 % para que sean confiables.

• **Altura de planta (m)**

En la Tabla 3, se presenta la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la altura de planta de los tres cultivares estudiados de kiwicha. Se encontró que, entre la variedad Oscar blanco y Centenario, no existe diferencias estadísticas, pues obtuvieron 1.15 m y 1.18 m. Del mismo modo, se observa que el cultivar Caracino es el que obtuvo menor tamaño (1.04 m).

Tabla 3

Medias de altura de planta, rendimiento y porcentaje de proteína de las variedades

Tratamiento	Altura de planta (m)	Rendimiento Kg ha ⁻¹	Proteína grano (%)
Oscar blanco	1.15 a	2408.10 a	14.88 a
Centenario	1.18 a	2350.30 a	14.64 a
Caracino	1.04 b	19.49 b	13.59 b

Los datos observados para altura de planta en las dosis de fertilización evaluadas variaron de 1.05 m a 1.17 m. El dato más alto y estadísticamente igual correspondió a los niveles 120-150-80 y 100-90-60, quienes alcanzaron 1.17 m y 1.14. El peor tratamiento fue la dosis 40-40-40, con 1.05 m de elevación de planta.

Tabla 4

Medias de rendimiento, altura de planta y porcentaje de proteína de las variedades

Tratamiento	Altura de planta (m)	Rendimiento Kg ha ⁻¹	Proteína grano (%)
F3 (120-150-80)	1.17 a	2415.40 a	14.97 a
F2 (100-90-60)	1.14 a	2382.30 a	14.88 a
F1 (40-40-40)	1.05 b	1009.90 b	13.26 b

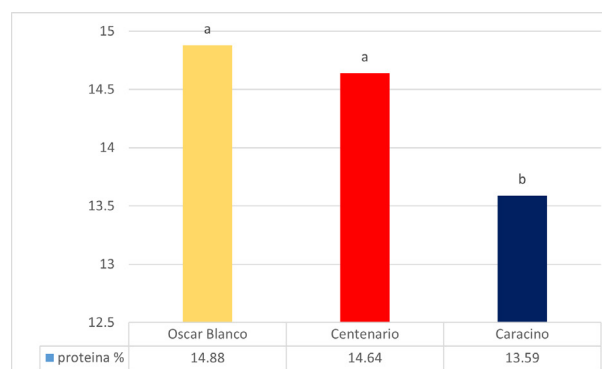
El resultado más bajo correspondió a las dosis 40-40-40 de NPK y el superior a las dosis 120-150-80 y 100-90-60 de NPK. Estos resultados, en promedio de las variedades, no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$).

• **Proteína del grano (%)**

El resultado de contenidos de proteína para las variedades (Tabla 3) de los granos obtuvo un rango de 13,59 a 14,88 %, correspondiendo al valor más alto y estadísticamente igual a las variedades Oscar Blanco y Centenario, con 14,88 % y 14.64 % de proteína. Estas variedades superaron estadísticamente a la variedad Caracino, con 13,59 %. Estos resultados fueron obtenidos de la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Figura 1

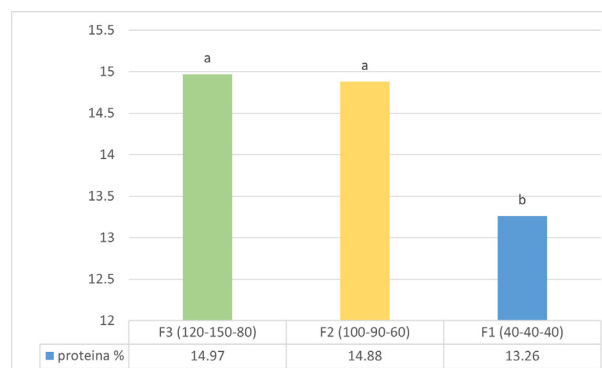
Contenido de proteínas en las variedades



También en la Tabla 3 se presentan los datos de contenidos de proteína de granos de los niveles de fertilización. La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) muestra que no existen diferencias estadísticas entre las dosis 120-150-80 y 100-90-60, quienes obtuvieron 14.97 y 14.88 % de proteína. Asimismo, las dosis 40-40-40 con 13.26 % de proteína fue el peor tratamiento.

Figura 2

Contenido de proteínas en las dosis de fertilización



• Rendimiento de granos (kg/ha)

El rendimiento de grano varió entre 1949.70 y 2408.10 kg/ha. Según la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Oscar Blanco y Centenario, que registraron rendimientos de 2408.10 y 2350.30 kg/ha, respectivamente. Por otro lado,

el cultivar Caracino presentó un rendimiento estadísticamente inferior, alcanzando 1949.70 kg/ha. León y Rossel (2007) señalan que, bajo condiciones de manejo y fertilización óptimos, las variedades Oscar Blanco y Centenario pueden llegar a rendir entre 3 y 5 toneladas por ha.

Una posible limitante para alcanzar estos rendimientos es la calidad del suelo en el centro de investigación y experimentación de Allpa Rumi, ya que se trata de suelos superficiales y con baja cantidad de materia orgánica. Además, el cultivar Caracino no alcanza todo su potencial, lo cual podría estar relacionado con su origen en Caraz, Áncash, donde el clima es más cálido en comparación con el lugar de ejecución de este estudio.

En la Tabla 4 se presentan los datos de rendimiento según las dosis de fertilización aplicadas. La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) muestra que no existen diferencias significativas en el rendimiento de grano entre los tres niveles de fertilización evaluados: 120-150-80 y 100-90-60, con rendimientos de 2415.40 y 2382.3 kg/ha, respectivamente. En cambio, la dosis 40-40-40 alcanzó un rendimiento de 1909.9 kg/ha. Según los resultados obtenidos, se puede inferir que, a medida que aumenta la dosis de fertilización, también aumentan los rendimientos; sin embargo, al llegar a dosis más altas, los rendimientos tienden a estancarse. La fórmula de fertilización 100-90-60 de NPK reporta un rendimiento promedio de 3040 kg/ha para las variedades Oscar Blanco y Centenario. En contraste, Romero (2001) reporta un rendimiento de 2729 kg/ha para la variedad Oscar Blanco en la comunidad de Mato, con una dosis de 120-80-60. Por otro lado, Henostroza (2010), utilizando 12 toneladas de materia orgánica y un 6 % de microorganismos eficaces, encontró el mayor rendimiento con 2495.91 kg/ha en la variedad Oscar Blanco, sugiriendo que el uso de materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

CONCLUSIONES

La aplicación de los niveles de fertilización aumentó el rendimiento y el porcentaje de proteína en los cultivares de kiwicha. Los cultivares Oscar blanco y centenario alcanzaron mayor rendimiento y porcentaje de proteína, independientemente de los niveles de fertilización inorgánico. Los niveles de fertilización 120-150-80 y 100-90-60 obtuvieron los mejores rendimientos y calidad de los granos, independientemente de los cultivares evaluados. La menor dosis de fertilización desarrolló un menor rendimiento y calidad proteica de los granos. Para condiciones desarrolladas en esta investigación, el comportamiento de los cultivares y los niveles de fertilización fueron independientes.

AGRADECIMIENTOS

En memoria de los colegas fallecidos por el Covid 19: Leopoldo Mejía Valvas y Francisco

Espinoza Montesinos, quienes participaron activamente en la ejecución de este proyecto.

REFERENCIAS

- Mamani, Y., & Quispe, M. (2017). *Efecto de la calidad proteica de la mezcla de harinas de kiwicha germinada y garbanzo (2:1) en la recuperación nutricional y en los diversos órganos en ratas albinas inducidos a desnutrición, Arequipa 2016* [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Nutrición Humana, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/147be7ce-75d1-4319-a001-e80adcc67ce0/content>
- Mejía, R., Gómez L., Pinedo, R., Mendoza, H., & Pajuelo, C. (2020). Niveles de fertilización inorgánica en tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Áncash, Perú. *IDESIA*, 38(1): 75-84. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000100075>
- Mejía, R.L. (2020). *Sostenibilidad de las unidades de producción de kiwicha (Amaranthus Caudatus L.) en las provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz, Áncash* [Tesis de doctorado, Universidad Agraria la Molina]. hdl.handle.net
- Mejía-Valvas, R., Mendoza-Vilcahuaman, H., Gomez-Pando, & Pinedo-Taco (2022). Comportamiento agronómico y calidad de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en función del cultivar y la dosis de fertilización. *Research Gate*, 40(1), 87-94. <https://www.researchgate.net/publication/362259146> Comportamiento agronomico y calidad de kiwicha Amaranthus caudatus L en funcion del cultivar y la dosis de fertilizacion.
- Ministerio de Agricultura y Riego [MIDAGRI] (2018). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/ <https://repositorio.ins.gob.pe/server/api/core/bitstreams/2ee9e34b-d816-4f34-8fb9-81ae3b0fd3e5/content>
- Miranda, L., Huillca, J., & Marques-Pérez, I. (2023). El cultivo reciente de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en el Perú: expansión de producción y comercialización. *AGROALIMENTARIA*, 30(58), <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9563706.pdf>