

## **Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la elaboración de Biol Frutado y su efecto sobre los cultivos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco en la ciudad de Tacna - Perú**

### **Use of solid organic waste for the elaboration of Biol and its effect on Kiwicha crops (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco in the city of Tacna - Perú**

Juan Carlos Tejada Vizcarra <sup>1</sup>✉ • Williams Sergio Almanza Quispe <sup>2</sup> • Leo Ulises Michael Tirado Rebaza <sup>3</sup> • Junior Manuel Mamani Huaracusi <sup>4</sup>

Recibido: 15 Septiembre 2023 / Revisado: 30 Octubre 2023 / Aceptado: 13 Diciembre 2023 / Publicado: 27 Diciembre 2023

#### **Resumen**

El biol frutado es un abono natural que favorece el desarrollo y protección de las plantas contra enfermedades y plagas, además no generar un impacto ambiental significativo. El presente trabajo se desarrolló en la ciudad de Tacna, Perú, e inició con la obtención de una solución madre de biol frutado recuperada luego de colar residuos de frutas, suero de leche, melaza y microorganismos eficientes mezclados con agua, que pasaron por un proceso de fermentación aerobia durante 25 días en un recipiente plástico. Posteriormente, se diluyó la solución madre en % v/v de 5 L/200 L de agua. Seguidamente, se llevó a cabo el cultivo de plantas de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, a las cuales se les fue aplicando cuatro diferentes dosis de la dilución obtenida (50, 60, 70 y 80 L/ha) semanalmente por cinco meses vía “droch” a cuello de la planta y fueron distribuidos en cuatro bloques de 25 m<sup>2</sup> cada uno. Se utilizó riego de agua por goteo, con periodos inter diarios de 30 a 40 minutos. Las variables de respuesta evaluadas fueron la altura de las plantas luego de cinco meses desde el cultivo, el peso de la

Williams Sergio Almanza Quispe  
<https://orcid.org/0000-0003-0812-7834>

Leo Ulises Michael Tirado Rebaza  
<https://orcid.org/0000-0002-6599-8866>

Junior Manuel Mamani Huaracusi  
<https://orcid.org/0009-0001-1514-7510>

✉ Juan Carlos Tejada Vizcarra /jtejadav@unjbgu.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-6551-9554>

1 Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela Profesional de Agronomía.

2 Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica.

3 Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

4 Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela Profesional de Agronomía.

inflorescencia y el rendimiento de la kiwicha luego de cuatro meses desde el cultivo. Se determinó que el periodo fenológico de la kiwicha en la ciudad de Tacna fue de cuatro meses, comprobando que no es un cultivo hídricamente exigente (demanda promedio de 2000 m<sup>3</sup> de agua en una hectárea de terreno por campaña).

**Palabras claves:** Fermentación, Dosis, Altura de planta, Inflorescencia, Rendimiento.

## Abstract

Fruity biol is a natural fertilizer that favors the development and protection of plants against diseases and pests and does not generate a significant environmental impact. The present work was developed in the city of Tacna, Peru, and began with obtaining a mother solution of fruity biol recovered after straining fruit residues, whey, molasses, and efficient microorganisms mixed with water, which went through a process of aerobic fermentation for 25 days in a plastic container. Subsequently, the stock solution was diluted in % v/v of 5 L/200 L of water. Next, the cultivation of kiwicha plants (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, to which four different doses of the dilution obtained (50, 60, 70, and 80 L/ha) were applied weekly for five months via "droch" to the neck of the plant and were distributed in four blocks of 25 m<sup>2</sup> each. Drip water irrigation was used, with inter-daily periods of 30 to 40 minutes. The response variables evaluated were the height of the plants after five months of cultivation, the weight of the inflorescence, and the yield of the kiwicha after four months of cultivation. It was determined that the phenological period of kiwicha in Tacna was four months, proving that it is not a water-demanding crop (average demand of 2000 m<sup>3</sup> of water in one hectare of land per campaign).

**Keywords:** Fermentation, Dose, Plant height, Inflorescence, Yield.

## Introducción

El aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos es una necesidad, considerando el contexto de urgencia por la protección ambiental en la cual se encuentra el planeta (Hoyos Hoyos, 2022).

Es por ello que la tendencia en muchas naciones es la de implementar una serie de normas, políticas y lineamientos en búsqueda de la minimización del impacto ambiental que desencadenan los diferentes

tipos de residuos sólidos, en especial, los orgánicos (Jantz y Ruggerio, 2021), a través del fomento de la conversión de esta materia prima aparentemente carente de un significativo valor real o potencial en el mercado, en un producto que contribuya al crecimiento y desarrollo de las plantas y cultivos gracias a la disponibilidad de nutrientes que aporta en el suelo, definido como abono orgánico (Muñiz Veliz, 2023).

Dentro de los diferentes tipos de abonos orgánicos se puede mencionar al estiércol, compost, vermicompost, aguas residuales, sedimentos orgánicos, biol, humus, entre otros (Arce et al., 2020; Torres Vásquez, 2022). El biol es un abono orgánico foliar líquido que contribuye al vigor de los cultivos y los protege de enfermedades y plagas (Villamar Moreira, 2022). Es obtenido tras la fermentación de sus componentes (generalmente residuos sólidos orgánicos provenientes de frutas, verduras, estiércol, suero de leche, microorganismos activados, mezclados en agua) en condiciones anaeróbicas (Huarcapuma, 2017) o aeróbicas; y su fácil, rápida y económica elaboración permite que se le considere como una alternativa viable siguiendo una concepción de desarrollo sostenible (Carhuancho León, 2012).

Por otro lado, en las zonas marginales de los valles interandinos de países sudamericanos, la "kiwicha", conocida también como "amaranto" o "achita", de nombre científico *Amaranthus caudatus*, es cultivada sobre pequeñas parcelas, estando asociada con el maíz (*Zea mays* L.), generalmente. Es un cultivo que pertenece a la familia *Amaranthaceae*, de naturaleza herbácea con una altura que varía entre 1 a 1.5 m, con hojas pecioladas largamente, oblongas y elípticas. Sus flores no cuentan con corola; la inflorescencia suele ser semirecta, erecta o laxa llegando a medir hasta 90 cm de longitud y aparece en tonalidades rojizas (Martínez et al., 1979; Veneros Terrones y Chico Ruiz, 2017). Cabe destacar que, a pesar de ser un cultivo genética y fisiológicamente flexible, los largos periodos de almacenamiento de sus semillas pueden reducir su

resistencia a patógenos (Moshaver et al., 2016). Al margen de ello, siendo una especie capaz de tolerar sequías, heladas, teniendo propiedades medicinales y un elevado valor nutricional a partir de un conjunto completo y equilibrado de aminoácidos como la lisina (Bekuzarova et al., 2014; Jimoh et al., 2019), la kiwicha se perfila como un recurso muy valioso con miras a la disminución de los niveles de desnutrición, lo que implica mejoras de la calidad de vida de las personas (Mejía Valvas y Gómez Pando, 2020; Tumiri, 2019).

La presente investigación tuvo como finalidad minimizar el impacto ambiental generado por los residuos sólidos orgánicos recolectados en la ciudad de Tacna, valorizándolos a través de su conversión en materia prima para la obtención de un biofertilizante, comprobando el efecto de este, sobre los cultivos de una especie muy representativa del Perú, como una alternativa de reemplazo a los agroquímicos.

Cabe resaltar que la variedad de kiwicha escogida para la investigación, Óscar Blanco, resultó de interés debido a que se trata de una variedad mejorada obtenida por selección en el “Programa de Investigación en kiwicha” del Centro de Investigación en Cultivos Andinos de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, Perú (experimentando en zonas altoandinas por encima de los 3000 msnm), sin embargo, resulta pertinente investigar su adaptabilidad y rendimiento en una zona costera, a 492 msnm propia de la ciudad de Tacna, teniendo en cuenta que su fruto posee grano blanco, que es más valorado en el mercado y tiene una mayor demanda.

A su vez, su producción no figura en las estadísticas de intención de siembra de la Dirección Regional de Agricultura de Tacna, por lo que los resultados obtenidos, de ser favorables, podrían tener un alto impacto en la agricultura tacneña.

## Objetivo General

Aprovechar los residuos sólidos orgánicos para la

elaboración de biol frutado y evaluar su efecto sobre los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco en la ciudad de Tacna – Perú.

## Objetivos Específicos

Determinar el efecto de los niveles de biol frutado y de las parcelas de plantación sobre la altura de los cultivos kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco en la ciudad de Tacna – Perú.

Determinar el efecto de los niveles de biol frutado y de las parcelas de plantación sobre el peso de inflorescencia de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco en la ciudad de Tacna – Perú.

Determinar el efecto de los niveles de biol frutado y de las parcelas de plantación sobre el rendimiento total de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco en la ciudad de Tacna – Perú.

## Metodología

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Agrícola (CEA) III - Los Pichones, perteneciente a la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ubicada en la Sede Pichones Sur, departamento y provincia de Tacna, Perú, presentando la Tabla 1 para mayor referencia.

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas y la altitud

Este	Norte
17° 59' 38"	70° 14' 22"
Altitud: 550 m.s.n.m.	

Para la preparación del biol frutado, se inició triturando y disponiendo los insumos mencionados en la Tabla 2 dentro de un recipiente de plástico cilíndrico de 200 L. Seguidamente, se enrasó dicho recipiente con agua y se homogeneizó. Luego, se

dejó fermentando la mezcla por un periodo de 25 días en condiciones aeróbicas bajo sombra. A continuación, se coló la mezcla separando el material sólido sobrante para la obtención del líquido considerado como la solución madre de biol frutado, con un rendimiento aproximado del 60 %. Finalmente, se hizo diluciones de la solución madre obtenida en % v/v de 5 L/200 L de agua. Esta nueva mezcla fue la utilizada para los tratamientos de la presente investigación.

**Tabla 2.** Ingredientes para la elaboración de solución madre de biol frutado en recipiente de 200 L

Nº	Ingredientes
1	50 kg de residuos de papaya
2	50 kg de residuos de mango
3	50 kg de residuos de plátano
4	5 kg de residuos de alfalfa
5	50 kg de melaza
6	5 L de suero de leche
7	20 L de microorganismos activados

*Nota: Los microorganismos activados identificados por el método de tinción Gram fueron gram-positivos, del género Bacillus sp*

Tras la obtención del biol, se envió una muestra a un laboratorio certificado denominado Laboratorio I+D. Análisis biológicos, veterinarios y agrícolas de la ciudad de Arequipa, Perú, para la determinación de sus parámetros, los cuales se plasmaron en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Parámetros analizados del biol a nivel de laboratorio

Parámetro	Unidad de medida	Valor
pH	-	4.93
Conductividad eléctrica	dS/m	2.91
Materia orgánica total	%	1.76
Carbono orgánico	%	1.02

*Continuación Tabla 3:*

Parámetro	Unidad de medida	Valor
Relación C/N	-	7.13
Nitrógeno total	mg/L	1431
Fósforo	mg/L	360
Potasio	mg/L	2500

*Fuente: Laboratorio I+D. Análisis biológicos, veterinarios y agrícolas.*

Los datos del análisis demostraron que el biol frutado contenía elevada cantidad de nutrientes elementales para la planta.

El diseño experimental empleado fue el diseño de bloques completamente aleatorizado (DBCA) con cuatro tratamientos estadísticos (dosis de biol frutado) y cuatro bloques (parcelas), teniendo un total de 16 unidades experimentales, las cuales fueron repartidas de forma aleatorizada y estuvieron conformadas por plantas de kiwicha distribuidas en 6.25 m<sup>2</sup> de terreno.

La experimentación se llevó a cabo a través de la variación de las dosis de biol (como se observa en la Tabla 4), que fue aplicada semanalmente por cinco meses en “druch” dirigido a la planta y el suelo para evaluar su efecto en: la altura de planta, el peso de inflorescencia y el rendimiento de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco. El tipo de riego de agua utilizado fue por goteo, con periodos inter diarios de 30 a 40 minutos.

**Tabla 4.** Tratamientos estadísticos de la investigación

Tratamiento	Niveles de biol frutados
T1	50 L/ha
T2	60 L/ha
T3	70 L/ha
T4	80 L/ha

Pasadas aproximadamente tres semanas, cuando los cultivos llegaron a tener cuatro hojas

verdaderas, se realizó el desahije.

Las plantas fueron medidas tras cinco meses de siembra, en el momento en que se dio la formación de la panoja (por ser el último periodo fenológico), momento en el que se estabilizó el crecimiento de la kiwicha. Para la medición se tomó en cuenta la distancia desde el cuello de la planta hasta la parte apical de la panoja.

El peso de la inflorescencia (panoja) determina la biomasa o materia seca y es una condición que se encuentra directamente ligada al rendimiento del cultivo. Dicha variable de respuesta se determinó pesando la inflorescencia de las unidades experimentales después de haberlas secado.

El rendimiento total de la kiwicha se calculó promediando los rendimientos de las plantas que se encontraban en cada unidad experimental pasados cuatro meses desde su cultivo. Para esto, se pesaron los granos de kiwicha, (después de una semana de secado a sombra), obtenidos en cada unidad experimental (en un área conocida), para que a través de una regla de tres simple se pueda llevar a toneladas por hectárea (t/ha).

En cuanto al análisis estadístico de la investigación, se asumieron los supuestos de

normalidad y homocedasticidad para aplicar un análisis de varianza (ANOVA) a través de la prueba F a un nivel de significación de 0.05 y 0.01; aunado a ello, se calcularon medidas de dispersión de datos y promedios.

## Resultados y Discusión

### I.Determinación del efecto del biol sobre la altura de cultivos (cm)

Referente al análisis de varianza para altura de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, en la Tabla 5 se evidenció la no existencia de diferencias significativas entre tratamientos, ni bloques; de modo que, los promedios de altura de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco fueron estadísticamente similares en función a sus tratamientos y bloques intervinientes, con un nivel de confianza del 99%.

El coeficiente de variación fue de 11.87 % y se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo, pudiendo alegar que los datos son confiables.

**Tabla 5.** Análisis de varianza de altura de planta (cm) de la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco plantada en el CEA III - Los Pichones

F de V	GL	SC	CM	Fc	F $\alpha$	
					0.05	0.01
<i>Bloques</i>	3	3000.30	1000.10	1.15	3.86 ns	6.99 ns
<i>Tratamiento</i>	3	1145.90	381.97	0.44	3.86 ns	6.99 ns
<i>Error exp.</i>	9	7812.22	868.02			
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>11958.41</b>				

C.V.= 11.87 %      ns = No significativo

Referente a la Tabla 6, se puede evidenciar que el Bloque I es la parcela que posee un promedio mayor de altura en los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, sin embargo, fue también el bloque con una mayor variabilidad de alturas de los cultivos sembrados sobre este.

**Tabla 6.** Promedio, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de altura del cultivo / Bloques

Bloques	Promedio	S2	S	C.V.
BI	264.525	1333.48	36.52	13.80
BII	250.925	1148.25	33.89	13.50
BIII	250.925	107.15	10.35	4.13
BIV	226.550	397.15	19.93	8.80

Respecto a la Tabla 7, se puede evidenciar que el Tratamiento 4 tuvo un efecto promedio en el crecimiento de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco similar a la del Tratamiento 2, siendo ambos mayores al resto y teniendo también una menor variabilidad de datos en comparación a los otros tratamientos estadísticos.

**Tabla 7.** Promedio, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de altura del cultivo / Tratamientos estadísticos

Tratamientos	Promedio	S2	S	C.V.
T1	234.68	501.28	22.39	9.54
T2	255.15	336.92	18.36	7.19
T3	247.50	2199.77	46.90	18.95
T4	255.60	566.21	23.80	9.31

El favorecimiento al incremento de altura de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco luego de la aplicación del biol frutado podría deberse a los niveles de aminoácido y nitrógeno con los que cuenta el biofertilizante, los cuales se movilizan de forma rápida hasta los meristemos laterales y apicales, permitiendo una mayor capacidad de división celular (Veneros Terrones y Chico Ruiz, 2017), sin embargo, podría haberse visto limitado debido a las condiciones significativamente ácidas propias del suelo del CEA III – Los Pichones, con un pH de 5,23 y; una conductividad eléctrica característica de un suelo normal a ligeramente salino de 2 dS/m (Marca Ocaña, 2017).

## 2. Determinación del efecto del biol sobre el peso de inflorescencia (g)

En la Tabla 8 se muestra el análisis de varianza para el peso de inflorescencia de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, evidenciando que no existen diferencias significativas entre tratamientos ni bloques; de modo que, el promedio de peso de inflorescencia de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco fueron estadísticamente similares entre tratamientos y bloques utilizados, con un nivel de confianza del 99 %. El coeficiente de variación fue de 28.71 % y se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo pudiendo alegar que los datos son confiables.

**Tabla 8.** Análisis de varianza de peso de inflorescencia (g) de la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco plantada en el CEA III - Los Pichones

F de V	GL	SC	CM	Fc	F $\alpha$	
					0.05	0.01
Bloques	3	38047.25	12682.42	2.193	3.86 ns	6.99 ns
Tratamiento	3	3101.25	1033.75	0.179	3.86 ns	6.99 ns
Error exp.	9	52059.25	5784.36			
TOTAL	15	93207.75				

C.V.= 28.71%

ns = No significativo

Referente a la Tabla 9, se puede evidenciar que el Bloque IV es la parcela que posee un promedio mayor de peso de inflorescencia en los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, además de ser el bloque con una menor variabilidad de pesos de inflorescencia de los cultivos sembrados sobre este.

**Tabla 9.** Promedio, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de peso de inflorescencia / Bloques

Bloques	Promedio	S2	S	C.V.
B I	271.50	4149.67	64.42	23.73
B II	193.75	5474.25	73.99	38.19
B III	263.00	3642.00	60.35	22.95
B IV	331.25	5120.92	71.56	21.60

Respecto a la Tabla 10, se puede evidenciar que el Tratamiento 2 tuvo un mayor promedio de peso de inflorescencia en los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, siendo el Tratamiento 1 el que demostrara una menor variabilidad de datos en comparación a los otros tratamientos respecto al parámetro en mención.

**Tabla 10.** Promedio, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de peso de inflorescencia / Tratamientos estadísticos

Tratamientos	Promedio	S2	S	C.V.
T1	268.50	3345.67	57.84	21.54
T2	281.25	5074.25	71.23	25.33
T3	242.75	7206.92	84.89	34.97
T4	267.00	14408.67	120.04	44.96

Dentro de las condiciones que pueden afectar la inflorescencia de un cultivo modificando su intensidad y/o velocidad se encuentran la temperatura, la luz, la fertilización, las horas de frío, el suelo, entre otros (Fulgina, 2022).

**3.Determinación del efecto del biol sobre el rendimiento total (t/ha)**

En la Tabla 11 se muestra el análisis de varianza para el rendimiento total de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, evidenciando que no existen diferencias significativas entre tratamientos ni bloques; de modo que, el rendimiento promedio de los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco fueron estadísticamente similares entre tratamientos y bloques utilizados, con un nivel de confianza del 99 %.

El coeficiente de variación fue de 37.54 % y no se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo pudiendo alegar que los datos no son tan confiables. Cabe acotar que, el periodo fenológico de la kiwicha en la ciudad de Tacna fue de cuatro meses y no resultó hídricamente exigente ya que tuvo una demanda promedio de 2000 m3 de agua en una hectárea de terreno por campaña.

**Tabla 11.** Análisis de varianza de rendimiento total (t/ha) de la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco plantada en el CEA III - Los Pichones

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0.05	0.01
Bloques	3	0.58	0.19	2.24	3.86 ns	6.99 ns
Tratamiento	3	0.26	0.08	1.02	3.86 ns	6.99 ns
Error exp.	9	0.78	0.08			
TOTAL	15	1.62				

C.V. = 37.54 %      ns = No significativo

Referente a la Tabla 12, se puede evidenciar que los bloques II y III son las parcelas que poseen un promedio mayor de rendimiento total en los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, además de ser los bloques con una menor variabilidad de datos de rendimiento total de los cultivos sembrados sobre ellos.

**Tabla 12.** Promedio, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de rendimiento total / Bloques

Bloques	Promedio	S2	S	C.V.
BI	0.4627	0.06	0.24	52.29
BII	0.9279	0.05	0.22	23.71
BIII	0.9286	0.01	0.12	13.18
BIV	0.8128	0.23	0.47	58.42

Respecto a la Tabla 13, se puede evidenciar que el Tratamiento 4 tuvo un mayor promedio de rendimiento total en los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco, siendo el Tratamiento 3 el que demostrara una menor variabilidad de datos en comparación a los otros tratamientos respecto al parámetro en mención.

**Tabla 13.** Promedio, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de rendimiento total / Tratamientos estadísticos

Tratamientos	Promedio	S2	S	C.V.
T1	0.8194	0.18	0.43	52.05
T2	0.6762	0.10	0.31	46.34
T3	0.6587	0.05	0.22	32.64
T4	0.9777	0.13	0.36	36.48

Según Huillca Quispe (2013), la kiwicha puede llegar a obtener rendimientos de 1.78 t/ha en la ciudad de Cusco, asimismo, Castelo (2012) alega que los rendimientos de la kiwicha de variedad Óscar Blanco podría lograr hasta 2.2 a 3 t/ha de rendimiento, sin embargo, en la presente investigación no se logró ese nivel de rendimiento (obteniéndose el mayor al aplicar una mayor

cantidad de dosis de biol frutado), lo cual podría explicarse a partir de las propiedades edafológicas del suelo del CEA III, Los Pichones Sur como su regular contenido de materia orgánica igual al 2.01 %, su baja capacidad de intercambio catiónico de 11.80 (Marca Ocaña, 2017; Ogas et al., 2004) y; de las condiciones climatológicas de la ciudad de Tacna (Ruiz Cabarcas y Pabón Caicedo, 2013).

## Conclusiones

Es posible aprovechar los residuos sólidos orgánicos provenientes de distintos establecimientos de abasto con el objeto de valorizarlos y convertirlos en un sub producto con características ideales para la protección y desarrollo de los cultivos en la ciudad de Tacna.

De esta forma se estaría minimizando el impacto ambiental que generan los residuos sólidos orgánicos a través de la promoción del uso del biol como biofertilizante en reemplazo de agroquímicos que facilitan la degradación de los suelos agrícolas, así como a la pérdida de su productividad; al mismo tiempo que se fomenta el desarrollo de una economía circular.

Si bien es cierto la investigación careció de un grupo de control, se pudo comprobar que la altura de cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco fue mayor al utilizar 80 L/ha del biol frutado elaborado en la presente investigación, pero la aplicación de una dosis de 60 L/ha del biol frutado prácticamente no tuvo diferencias en dicho parámetro. En el caso del peso de inflorescencia, el tratamiento de aplicación de 60 L/ha de biol frutado fue el que obtuvo mejores resultados, aunque la diferencia no fue tan grande frente al resto de tratamientos.

Por otro lado, se evidenció la posibilidad de obtención de rendimientos totales del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco cercanos a 1 t/ha tras la aplicación de dosis de 80 L/ha del biol elaborado, marcando una diferencia bastante grande en comparación al resto de

tratamientos, por lo cual, resultaría de interés poder realizar futuras investigaciones empleando dosis un poco más elevadas de biol frutado. Asimismo, el periodo fenológico determinado para la kiwicha en la ciudad de Tacna fue de cuatro meses, diferenciándose de otras zonas alto andinas (valles interandinos) en las que dicho periodo es de seis a ocho meses.

## Bibliografía

Arce, F., Plasencia, S., Vásquez, Z., Fernández, L., & Arce, W. J. (2020). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *Vicus*) en Cajamarca. *Revista Perspectiva*, 20(4), 441–447.

Bekuzarova, S., Kuznetsov, I., & Gasiev, V. (2014). *Amaranth universal culture*. Colibri.

Carhuacho León, F. M. (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo Batch como propuesta al manejo de residuo avícola [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1769>

Castelo, G. (2012). Fenología, Características Agronómicas y Rendimiento de Grano en las Variedades de Kiwicha Oscar Blanco y CICA 2006 en Tres Épocas de Siembra y Tres Pisos Altitudinales de K'ayra -Cusco [Tesis para optar el Grado Académico de Maestro]. Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco.

Fulgina, H. G. (2022). Factores que afectan la floración en cebolla (*Allium cepa* L.) [Trabajo monográfico para optar el Grado de Especialista en Horticultura]. Universidad Nacional de Cuyo.

Hoyos Hoyos, A. P. (2022). Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de estandarización de vermicompost con uso de EM (Microorganismos Eficientes) en la cabecera municipal de Almaguer [Trabajo de Grado en modalidad pasantía para optar por el título de

Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Corportación Universitaria Autónoma del Cauca]. <http://repositorio.uniautonomo.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/773>

Huarcapuma, Y. (2017). Momentos de aplicación de biol y microorganismos eficaces en el rendimiento de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario mediante riego por goteo en zonas áridas. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

Huillca Quispe, J. (2013). Comparativo de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en condiciones de K'ayra [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco.

Jantz, M. N., & Ruggerio, C. A. (2021). Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos domésticos como estrategia para la mitigación del impacto ambiental negativo de la gestión de residuos en áreas urbanas. *Ambiente en Diálogo*, 2, e026.

Jimoh, M., Afolayan, A., & Lewu, F. (2019). Germination response of *Amaranthus caudatus* L. to soil types and environmental conditions. *Thaiszia: Journal of Botany*, 29(1), 85–100.

Marca Ocaña, C. A. (2017). Efecto de la aplicación de microorganismos eficaces (EMI) con diferentes frecuencias en el rendimiento de ají amarillo (*Capsicum baccatum*) var. Pacae en el CEA III Los Pichones [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1875>

Martínez, C., Espitia, E., & Caballero, J. (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica.

Mejía Valvas, R. L., & Gómez Pando, L. (2020). Sostenibilidad de las unidades de producción del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en las Provincias de Yungay—Huaylas Región—Ancash. *Journal of Science and Research*, 5(1), Article 1.

Moshaver, E., Madani, H., Emam, Y., Mohamadi, G. N., & Sharifabad, H. H. (Eds.). (2016). Effect of planting date and density on amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) growth indices and forage yield. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 4(5), 541–547.

Muñiz Veliz, C. A. (2023). Beneficios del biol en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14100>

Ogas, R., Agüero, J., Pernasetti, S., Di Barbaro, G., Watkins, P., Pernasetti, O., González, M., & Alurralde, A. (2004). Efectos de sistemas de cultivos de algodón sobre las propiedades bioquímicas de un suelo del Valle de Catamarca. *Revista del CIZAS*, 5(1 y 2), 102–113.

Ruiz Cabarcas, A. del C., & Pabón Caicedo, J. D. (2013). Efecto de los fenómenos de El Niño y La Niña en la precipitación y su impacto en la producción agrícola del departamento del Atlántico (Colombia). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 35–54.

Torres Vásquez, R. E. (2022). Efecto del abono orgánico biol en el comportamiento productivo y

composición química de pasturas RYE Grass trébol en el valle de Cajamarca [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5473>

Tumiri, E. (2019). Comportamiento productivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos cortes con riego por aspersión con la aplicación de Biol bovino en la Estación Experimental Choquenaira | Apthapi. *Apthapi*, 5(1), 1475–1495.

Veneros Terrones, R., & Chico Ruiz, J. (2017). Efecto del agroplasma en el crecimiento y rendimiento de la kiwicha, *Amaranthus caudatus* var. Oscar Blanco. *REBIOL*, 37(1), Article 1.

Villamar Moreira, J. P. (2022). Efectos del biol bovino en rendimientos de biomasa verde y valores nutricionales del pasto saboya (*Megathyrus maximus*) [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

### **Conflicto de Intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.