



# Efecto de diferentes dosis de retenedor de agua en los componentes asociados al rendimiento del cultivo de quinua var. Hualhuas

## Effect of different doses of water retainer on the components associated with the yield of quinoa var. Hualhuas

Efraín Lindo Gutarra<sup>1</sup>, Rubén Munive Cerrón<sup>1</sup>, Anghely Lapa Chanca<sup>1</sup>, Senin Marca Cano<sup>1</sup>



0000-0001-9664-991X / 0000-0001-8951-2499 / 0000-0002-6668-8237 / 0000-0002-8585-4261

**Autor corresponsal:** [elindo@uncp.edu.pe](mailto:elindo@uncp.edu.pe)

[rmunive@uncp.edu.pe](mailto:rmunive@uncp.edu.pe) / [arlapa@uncp.edu.pe](mailto:arlapa@uncp.edu.pe) / [srmarca@uncp.edu.pe](mailto:srmarca@uncp.edu.pe)

### Cómo citar

Lindo Gutarra, E.; Munive Cerrón, R.; Lapa Chanca, A. & Marca Cano, S. (2021). *Efecto de diferentes dosis de retenedor de agua en los componentes asociados al rendimiento del cultivo de quinua var. Hualhuas*. *Prospectiva Universitaria*, revista de la UNCP. 18(1), 09-17. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2021.17.1398>

### Resumen

El objetivo fue determinar el efecto del retenedor de agua Zeba en los componentes asociados de rendimiento del cultivo de quinua buscando mejorar el rendimiento potencial. Los ensayos se realizaron entre diciembre del 2020 y junio del 2021, basándose en el uso de diferentes dosis de retenedores de agua T2: 16,8; T3: 19,6; T4: 22,4; T5: 25,2 y T6: 28 g de 14 m<sup>2</sup> comparadas con un testigo absoluto sin el uso del retenedor de agua. Las evaluaciones se realizaron a los 45 y 60 días después de la siembra y al momento de la cosecha. Los mejores resultados muestran a T6 y T5 en longitud de follaje, peso fresco de follaje, longitud de raíz y peso fresco de raíz a los 45 días; además, del peso fresco de raíz a los 60 días. Los mismos tratamientos a la cosecha, destacaron en peso de granos, longitud de raíz, peso de mil granos y longitud de panoja. Evidenciando así, la efectividad del uso del retenedor de agua Zeba, en los componentes de rendimiento del cultivo de quinua var. Hualhuas.

**Palabras Clave:** cultivo de quinua, retenedor de agua, agua Zeba, rendimiento de cultivo

### Abstract

The objective was to determine the effect of the water retainer Zeba on the associated yield components of the quinoa crop in order to improve the potential yield. The trials were conducted between December 2020 and June 2021, and were based on the use of different doses of water retainer T2: 16.8; T3: 19.6; T4: 22.4; T5: 25.2 and T6: 28 g of water retainer 14 m<sup>2</sup> compared to an absolute control without the use of the water retainer. Evaluations were made at 45 and 60 days after planting and at harvest. The best results show T6 and T5 in foliage length, foliage fresh weight, root length and root fresh weight at 45 days, in addition to root fresh weight at 60 days. The same treatments at harvest were outstanding in kernel weight, root length, thousand kernel weight and panicle length. This shows the effectiveness of the use of the Zeba water retainer on the yield components of the quinoa crop Var. Hualhuas.

**Keywords:** quinoa, water retainers, Zeba, associated yield components.

## Introducción

El principal grano andino que se produce y se ha difundido es la quinua, que pertenece a la familia Quenopodiáceas. su principal centro de origen y de conservación es el Altiplano, alrededor del lago Titicaca del Perú y Bolivia, sobre los 3800 msnm (Tapia et al., 2014). Su nombre científico es *Chenopodium quinoa*; es una especie domesticada y cultivada desde el Perú prehispánico (Fairlie, 2016).

La quinua es oriunda de los Andes, por lo que el suelo y clima óptimo para su cultivo es del altiplano y valles altoandinos; sin embargo, las empresas agroexportadoras de la costa, con el boom de la quinua y el alza de precios, están sembrando grandes extensiones en la costa, que comprenden de 200 a 300 hectáreas cada una. Respecto a las diferencias de productividad, se señala que una de las grandes causas es que en la costa el manejo del agua es tecnificado (Gestión, 2014).

En el Perú se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3900 metros de altitud, estando la mayor área ubicada ente los 2500 y los 3900 msnm, en microclimas diversos, pero, en general, en un clima templado a frío con heladas frecuentes y con dependencia de las precipitaciones pluviales (FAO, 2013). Dentro de estas condiciones variables de clima los estreses más frecuentes son las sequías, las heladas, la salinidad, las plagas y otros factores. Finalmente, la tecnología usada en su cultivo es bastante variable, desde aquella tradicional hasta aquella moderna altamente tecnificada (Gómez & Aguilar, 2016). La quinua se cultiva en 19 de los 24 departamentos del Perú, principalmente en la sierra y en la costa, existiendo en la zona andina por lo menos cinco centros de concentración: el Callejón de Huaylas, Junín, Ayacucho, Cusco y el Altiplano de Puno. En la costa el cultivo ha sido introducido durante los últimos diez años, iniciándose en Arequipa y difundiéndose hacia el centro y norte del país (Soto et al., 2015).

Numerosos estudios muestran la riqueza nutricional de la quinua, tanto en términos absolutos como en comparación con otros alimentos básicos, destacándose el hecho de que las proteínas de la quinua reúnen todos los aminoácidos esenciales en un buen balance, al mismo tiempo que sus contenidos grasos están libres de colesterol (Aladi & FAO, 2014). La producción ancestral de este cultivo, el cual es reconocido en los mercados internacionales por sus características nutricionales y su calidad, está a cargo de productores de la agricultura familiar, siendo necesario adoptar estrategias de manejo sostenible del cultivo y de estandarización de la calidad del grano, entre otros aspectos de innovación (Sierra Exportadora, 2020).

La producción de quinua durante el 2020, en realidad, no fue afectado por la pandemia de la Covid-19, porque las cosechas se inician a partir del segundo trimestre

en la mayoría de departamentos productores del país, de allí que registró un incremento de 11,9 %, frente al año 2019, la región Junín, ocupó el sexto lugar en la clasificación de productores de quinua en el país. Su aporte histórico fue del orden de 4,2 %. (Minagri, 2021).

En el Perú, al estudiar la diversidad genética de la colección de germoplasma de quinua, se identificaron cinco sub-centros de diversidad, uno de ellos ubicado en el altiplano de Puno, que alberga la mayor diversidad genética de tamaños, colores y sabores, y; los otros cuatro, en los valles interandinos de las regiones de Junín, Cusco, Ayacucho y Apurímac (Apaza et al., 2013).

Entre las variedades comerciales de quinua, se encuentra la variedad Hualhuas, que se adaptó en varias localidades pertenecientes a la cuenca del Mantaro en condiciones ecológicas similares a la EEA El Mantaro de la UNCP, siendo sus principales usos en consumo tradicional: Sopas, ensaladas (hojas), guisos, postres y bebidas; en la agroindustria: expandida, perlada, laminada y molienda (Apaza et al., 2013). Su periodo vegetativo es precoz, de 150 a 160 días tiene un potencial en rendimiento de 3700 kg ha<sup>1</sup>, grano de color blanco, tamaño de 1.9 a 2.2 mm, sabor dulce y resistente al desgrane. Cuenta con una ventaja comparativa para el mercado norteamericano, por poseer un tamaño de grano adecuado para la exportación (Soto et al., 2019).

Entre los requerimientos agroclimáticos de la quinua, se considera un tipo de suelo francos arenosos, semi profundos, con pH alcalinos de hasta 9, la resistencia a heladas depende de la etapa fenológica y la variedad, con respecto al requerimiento de agua, es un factor determinante en la primera etapa del cultivo, hasta la aparición de cuatro hojas, El requerimiento mínimo de precipitación para la germinación es de 30 mm a 45 mm, de 2 a 5 días (Agrobanco, 2012).

Con el cambio climático se espera que estas condiciones áridas se profundicen aún más, con un riesgo creciente de sequía y heladas, y el aumento de las temperaturas en la región (Boulanger et al., 2014). Estas condiciones climáticas cambiantes parecen haber aumentado ya el nivel de vulnerabilidad de la producción de quinua, enfatizando la creciente necesidad de adaptación de los agricultores marginados (McDowell & Hess, 2012).

Promover la producción agrícola sostenible, así como asegurar el manejo de los recursos naturales es crucial para prevenir vulnerabilidades adicionales para los productores de quinua (Adger et al., 2003). La pérdida de producción de quinua a causa de la sequía es cada vez más común en el Altiplano, y para asegurar la producción sostenible de quinua en el futuro, los recursos apropiados deben ser aprovechados a nivel comunitario. Esto requiere una fuerte dedicación política en favor de los asuntos climáticos (Liuhto et al., 2016).

Beekman (2015) afirma que es necesario aumentar la productividad del agua en la agricultura para reducir la degradación del ambiente, aliviar la presión del recurso hídrico y mejorar la seguridad alimentaria. Los retenedores de agua son una alternativa de producción para las zonas secas, al permitir aprovechar de mejor manera el agua de lluvia, beneficiando directamente a los agricultores en mejorar los rendimientos (Vélez, 2016).

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en la campaña agrícola 2020-2021, en el paraje de Pirataco, de la localidad de Sicaya, provincia de Huancayo, región Junín, ubicado a 12°00'45" de latitud sur, 75°17'00" de longitud oeste y a una altitud de 3273 msnm.

Se utilizó el método experimental aplicado al manejo agronómico mediante la observación, descripción y explicación de los fenómenos que acontecen durante el proceso de evaluación en la investigación. Siendo la fase de campo, la más importante, donde se realizaron los siguientes pasos:

- **Siembra:** Quinua variedad Hualhuas directamente en campo a chorro continuo con una densidad promedio de 20 plantas por metro lineal.
- **Manejo del cultivo:** Las labores culturales fueron estándares para el cultivo de quinua.
- **Aplicaciones de los tratamientos:** Los tratamientos se aplicaron en la siembra.

## Diseño de la investigación

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, cada una con medida de 14 m<sup>2</sup>, en un área total de 420 m<sup>2</sup>. Para diferenciar los tratamientos, se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significación del 95 %.

## Distribución de los tratamientos

Bloque	Tratamientos					
I	T5	T6	T1	T2	T3	T4
II	T6	T1	T2	T3	T4	T5
III	T1	T2	T3	T4	T5	T6

Siendo los tratamientos:

- T1 : Testigo absoluto
- T2 : 6.8 gramos retenedor/14 m<sup>2</sup>
- T3 : 19.6 gramos retenedor/14 m<sup>2</sup>
- T4 : 22.4 gramos retenedor/14 m<sup>2</sup>
- T5 : 25.2 gramos retenedor/14 m<sup>2</sup>
- T6 : 28 gramos retenedor/14 m<sup>2</sup>

## Recolección de datos

Para determinar las características morfológicas de la planta, se consideró:

Peso seco y húmedo de la raíz a los 45 y 60 días después de la siembra, para ello se extrajo 10 plantas por tratamientos.

Para determinar la longitud de panoja, se midió en el momento de la cosecha con 10 plantas de muestra por unidad experimental.

Para determinar rendimiento, se evaluó todas las plantas de cada unidad experimental, donde se tomó al azar 1000 granos de semilla para el peso correspondiente.

## Resultados

### Componentes de rendimiento a los 45 días

**Tabla 1**

*Análisis de varianza de los componentes de rendimiento a los 45 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.*

	LF45D		PFF45D		LR45D		PFR45D	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
F.V.								
Modelo	4.26	<0.0001	0.68	<0.0001	0.47	<0.0001	0.02	<0.0001
Repeticiones	0.36	0.0327	0.01	0.3681	0.01	0.5092	4.4E-04	0.0945
Tratamientos	5.82	<0.0001	0.95	<0.0001	0.66	<0.0001	0.03	<0.0001
Error	0.07		0.01		0.02		1.5E-04	
	CV	1.27	CV	2.81	CV	1.78	CV	3.69
	$\bar{x}$	21.4	$\bar{x}$	4.0	$\bar{x}$	7.8	$\bar{x}$	0.33

**Nota:** LF45D (Longitud de follaje a los 45 días.), PFF45D (Peso de follaje fresco), LR45D (Longitud de raíz fresco), PFR45D (Peso fresco de raíz).

En la Tabla 1, a los 45 días se observa en la longitud de follaje que no hay significancia en las repeticiones, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, la cual es validado por un coeficiente de variabilidad del 1.27 % considerado como muy bajo, lo que demuestra que dentro de cada tratamiento la longitud de follaje, a los 45 días, es muy homogénea. Otros ensayos evidenciaron que la utilización de una mayor cantidad de hidrogeles facilita la absorción por parte de las semillas de mayores cantidades de agua, la cual se libera posteriormente hacia la semilla a medida que el suelo se seca alrededor del polímero, constituyendo una reserva de agua que permite aprovechar mejor el agua de riego y aumentar la capacidad de reserva en las plantas (Rojas & Prin, 2014).

Con respecto al peso fresco de follaje, a los 45 días se observa que no hay significancia en las repeticiones, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, la cual es validado por un coeficiente de variabilidad del 2.81 % considerado como muy bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento del peso fresco de follaje, a los 45 días, es muy homogénea. Los resultados en peso, coinciden con el ensayo realizado en lechuga, donde se aplicó un retenedor cosmorsorb, teniendo como resultado una ganancia en peso a com-

paración a los tratamientos sin la aplicación del retenedor (Nissen & San Martín, 2004); de igual manera, en caso de tomate chonto (Rivera et al., 2007).

En la longitud de raíz a los 45 días, se observa que no hay significancia en las repeticiones, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, lo cual es validado por un coeficiente de variabilidad del 2.81 % considerado como muy bajo, lo que denota que dentro de cada tratamiento, a los 45 días, la longitud de raíz es muy homogénea.

En el peso fresco de raíz a los 45 días, se observa que no hay significancia en las repeticiones, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, la cual es validado por un coeficiente de variabilidad del 3.69 % considerado como muy bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento del peso fresco de raíz, a los 45 días, es muy homogénea. El resultado permite afirmar que la aplicación de hidrogel producirá mayor crecimiento y desarrollo del cultivo (Rodríguez et al., 2017).

**Tabla 2**

*Prueba de Tukey de la longitud de follaje a los 45 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.*

Tratamientos	Media	N	E.E.			
6	22.93	3	0.16	A		
5	22.57	3	0.16	A	B	
4	21.87	3	0.16		B	C
3	21.23	3	0.16			C D
2	20.53	3	0.16			D
1	19.17	3	0.16			E

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 2, muestra que los tratamientos en estudio de la longitud de follaje presentaron, a los 45 días, diferencias estadísticas entre sí, sobresaliendo el T6 con 22.93 cm seguido de los tratamientos T5, T4, T3 y T2, ocupando el último lugar el T1 con 19.17 cm; lo que nos indica los efectos del retenedor Zeba.

**Tabla 3**

*Prueba de Tukey del peso fresco de follaje a los 45 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.*

Tratamientos	Media	N	E.E.			
6	4.50	3	0.06	A		
5	4.47	3	0.06	A		
4	4.30	3	0.06	A	B	
3	4.00	3	0.06		B	
2	3.60	3	0.06			C
1	3.07	3	0.06			D

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 3, demuestra que, a los 45 días, los tratamientos en estudio del peso fresco de follaje presentaron diferencias estadísticas entre sí, siendo los tratamientos 6 y 5 los sobresalientes con 4.50 y 4.47 g, respectivamente; seguidas de los tratamientos 4, 3 y 2, con respecto al T1 (testigo) que ocupa el último lugar con 3.07 g, teniendo evidencia de los efectos del retenedor Zeba para el peso fresco de follaje a los 45 días.

**Tabla 4**

*Prueba de Tukey de la longitud de raíz a los 45 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.*

Tratamientos	Media	N	E.E.		
4	8.27	3	0.08	A	
5	8.20	3	0.08	A	
6	8.10	3	0.08	A	
3	7.50	3	0.08		B
2	7.33	3	0.08		B
1	7.23	3	0.08		B

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 4, muestra que, a los 45 días, los tratamientos en estudio de la longitud de raíz presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, ocupando los primeros lugares los tratamientos T4, T5 y T6 con 8.27, 8.20 y 8.10 cm, respectivamente; superando a los tratamientos T3, T2 y T1 (testigo) similares estadísticamente.

**Tabla 5**

*Prueba de Tukey del peso fresco de raíz a los 45 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.*

Tratamientos	Media	N	E.E.		
4	0.42	3	0.01	A	
6	0.40	3	0.01	A	
5	0.40	3	0.01	A	
3	0.32	3	0.01		B
2	0.22	3	0.01		C
1	0.20	3	0.01		C

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

En la Tabla 5, indica que, a los 45 días, los tratamientos en estudio del peso fresco de raíz presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Siendo el T4, T6 y T5, los que obtuvieron mejores resultados. Estos resultados coinciden con los de Tapia (1993), quien utilizó *Lolium multiflorum*, arrojando como resultado la existencia de una fuerte estimulación de la formación de raíces a través de la aplicación de un hidrogel. Los últimos lugares lo ocupan el T2 y T1 (testigo) evidenciando el efecto del retenedor sobre el peso fresco de la raíz.

## Componentes de rendimiento a los 60 días

**Tabla 6**

Análisis de varianza de la de los componentes de rendimiento a los 60 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

F.V.	LF60D		PFF60D		LR60D		PFR60D	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Modelo	2.32	0.2593	0.63	0.1732	0.02	0.2988	0.03	0.0097
Repeticiones	1.26	0.4634	0.52	0.2594	0.04	0.1624	4.2E-03	0.5461
Tratamientos	2.75	0.1967	0.68	0.1587	0.02	0.4158	0.05	0.0045
Error	1.51		0.33		0.02		0.01	
	CV	4.28	CV	4.55	CV	1.29	CV	5.63
	$\bar{x}$	28.8	$\bar{x}$	12.7	$\bar{x}$	9.8	$\bar{x}$	1.44

**Nota:** LF60D (Longitud de follaje a los 60 días.), PFF60D (Peso de follaje fresco), LR60D (Longitud de raíz fresco), PFR60D (Peso fresco de raíz).

En la Tabla 6, se observa que, en la longitud de follaje a los 60 días, las variables de repeticiones y tratamientos no hay significancia, la cual es validado por un coeficiente de variabilidad del 4.28 % considerado como bajo, el que indica que dentro de cada tratamiento de la longitud de follaje a los 60 días es homogénea; asimismo, se observa que entre los tratamientos no existe diferencia estadística entre ellos, debido a que todos los tratamientos alcanzan a los 60 días su mayor desarrollo.

**En el peso fresco de follaje a los 60 días,** se observa que en las repeticiones y tratamientos no hay significancia, siendo validado por un coeficiente de variabilidad del 4.55 %, considerado como bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento del peso fresco de follaje, a los 60 días, es homogénea.

**En la longitud de raíz a los 60 días,** demuestra que en las repeticiones y tratamientos no hay significancia, lo cual es validado por un coeficiente de variabilidad del 1.29 % considerado como muy bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento de la longitud de raíz, a los 60 días, es muy homogénea.

**En el peso fresco de raíz a los 60 días,** muestra que en las repeticiones no hay significancia, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, siendo validado por un coeficiente de variabilidad del 5.63 %, considerado como bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento del peso fresco de raíz, a los 60 días, es muy homogénea. En caso del uso de un polímero o hidrotretedor en culantro, hubo mejores resultados en la eficiencia del uso de agua. El rendimiento de masa verde, la masa seca y el número de plantas aumentaron linealmente con el aumento de dosis de polímero (De Albuquerque et al., 2009).

**En la longitud de raíz a los 60 días,** denota que en las repeticiones y tratamientos no hay significancia,

lo cual es validado por un coeficiente de variabilidad del 1.29 % considerado como muy bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento de la longitud de raíz, a los 60 días, es muy homogénea.

En el peso fresco de raíz a los 60 días, se observa que en las repeticiones no hay significancia, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, siendo validado por un coeficiente de variabilidad del 5.63 % considerado como bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento del peso fresco de raíz, a los 60 días, es muy homogénea. En caso del uso de un polímero o hidrotretedor en culantro, hubo mejores resultados en la eficiencia del uso de agua. El rendimiento de masa verde, la masa seca y el número de plantas aumentaron linealmente con el incremento de dosis de polímero (De Albuquerque et al., 2009).

**Tabla 7**

Prueba de Tukey de la longitud de follaje a los 60 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.	
3	29.87	3	0.71	A
6	29.37	3	0.71	A
2	29.17	3	0.71	A
4	28.97	3	0.71	A
5	27.67	3	0.71	A
1	27.50	3	0.71	A

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 7, muestra que los tratamientos en estudio de la longitud de follaje, a los 60 días, no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

**Tabla 8**

Prueba de Tukey del peso fresco de follaje a los 60 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.	
3	13.33	3	0.33	A
2	13.17	3	0.33	A
6	12.67	3	0.33	A
4	12.60	3	0.33	A
5	12.23	3	0.33	A
1	12.17	3	0.33	A

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 8, demuestra que los tratamientos en estudio del peso fresco de follaje no presentaron, a los 60 días, diferencias estadísticas entre los tratamientos.

**Tabla 9**

Prueba de Tukey de la longitud de raíz a los 60 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.	
3	9.93	3	0.07	A
6	9.90	3	0.07	A
4	9.87	3	0.07	A
2	9.83	3	0.07	A
5	9.77	3	0.07	A
1	9.73	3	0.07	A

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 9, indica que los tratamientos en estudio de la longitud de raíz no presentaron, a los 60 días, diferencias estadísticas entre los tratamientos.

**Tabla 10**

Prueba de Tukey del peso fresco de raíz a los 60 días en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.			
6	1.59	3	0.05	A		
5	1.55	3	0.05	A	B	
4	1.49	3	0.05	A	B	C
2	1.36	3	0.05	A	B	C
3	1.33	3	0.05		B	C
1	1.29	3	0.05			C

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 10, señala que los tratamientos en estudio del peso fresco de raíz presentaron, a los 60 días, diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo los mejores resultados los tratamientos T6, T5, T4 y T2.

### Peso de granos promedio, longitud de raíz, peso de mil granos y longitud de panoja a la cosecha

**Tabla 11**

Análisis de varianza del peso de granos promedio, Longitud de raíz, Peso de mil granos y Longitud de panoja a la cosecha en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

	PGPC		LRC		PMG		LPC	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Modelo	2.24	0.0030	14.66	<0.0001	0.15	<0.0001	56.84	0.0011
Repeticiones	0.41	0.3090	0.56	0.3006	0.03	0.0003	2.72	0.6502
Tratamientos	2.97	0.0014	20.30	<0.0001	0.20	<0.0001	78.49	0.0004
Error	0.31		0.41		1.30E03		6.06	
	CV	10.93	CV	2.18	CV	1.1	CV	3.4
	$\bar{x}$	5.1	$\bar{x}$	29.5	$\bar{x}$	3.3	$\bar{x}$	72.21

**Nota:** PGPC (Peso de granos promedio a la cosecha), LRC (Longitud de la raíz a la cosecha), PMG (Peso de mil granos a la cosecha), LPC (Longitud de la panoja a la cosecha).

En la Tabla 11, para el peso de granos promedio, se observa que en las repeticiones no hay significancia, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, siendo validado por un coeficiente de variabilidad del 10.93 % considerado como bajo, lo que demuestra que dentro de cada tratamiento del peso de granos promedio a la cosecha es muy homogénea.

**En la longitud de raíz a la cosecha,** se contempla que en las repeticiones no hay significancia, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, siendo validado por un coeficiente de variabilidad del 2.18 % considerado como muy bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento de la longitud de raíz a la cosecha es muy homogénea.

**En el peso de mil granos a la cosecha,** se observa que en las repeticiones es significativo, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, siendo validado por un coeficiente de variabilidad del 1.1 % considerado como muy bajo, lo que muestra que dentro de cada tratamiento del peso de mil granos a la cosecha es muy homogénea.

**En la longitud de panoja a la cosecha,** se observa que en las repeticiones no es significativo, mientras que en los tratamientos es altamente significativo, siendo validado por un coeficiente de variabilidad del 3.4 % considerado como muy bajo, lo que indica que dentro de cada tratamiento de la longitud de panoja a la cosecha es muy homogénea. En caso del pasto, donde aplicaron hidrogel, la altura de planta y el peso de materia seca, así como la actividad fotosintética, fueron significativamente mayores al testigo (Cruz et al., 2016).

**Tabla 12**

Prueba de Tukey del peso de granos promedio a la cosecha en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.		
6	6.33	3	0.32	A	
5	6.20	3	0.32	A	
4	5.20	3	0.32	A	B
3	4.57	3	0.32		B
1	4.40	3	0.32		B
2	3.90	3	0.32		B

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

En la Tabla 12, señala que los tratamientos en estudio del peso de granos promedio a la cosecha presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo los mejores resultados los tratamientos T6, T5 y T4 superando a los tratamientos T3, T1 y T2.

La Tabla 13, demuestra que los tratamientos en estudio de la longitud de raíz a la cosecha presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo los mejores resultados los tratamientos T6 y T5, seguidos de T4 y T3, ocupando los últimos lugares los tratamientos T1 y T2.

**Tabla 13**

Prueba de Tukey de la longitud de raíz a la cosecha en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.		
6	33.10	3	0.37	A	
5	31.77	3	0.37	A	
4	29.90	3	0.37		B
3	28.50	3	0.37	B	C
1	26.80	3	0.37		C
2	26.80	3	0.37		C

*Nota:* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 14, indica que los tratamientos en estudio del peso de mil granos a la cosecha presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo los mejores resultados los tratamientos T6 y T5 con 3.63 y 3.57 g. Resultados similares en la producción de maíz. la aplicación de hidrogel a dosis de 12.5 y 25 kg ha<sup>-1</sup> favoreció el crecimiento y productividad del maíz, al incrementar en promedio 31.5 % el contenido de humedad del suelo en relación con el testigo. El rendimiento de grano aumentó en 44.7 % (Pedroza et al., 2015).

**Tabla 14**

Prueba de Tukey del peso de mil granos a la cosecha en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.		
6	3.63	3	0.02	A	
5	3.57	3	0.02	A	
4	3.40	3	0.02		B
3	3.23	3	0.02		C
2	3.07	3	0.02		D
1	3.00	3	0.02		D

*Nota:* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 15, demuestra que los tratamientos en estudio de la longitud de panoja a la cosecha presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo los mejores resultados los tratamientos T6, T5, T4 con 78, 77 y 75 cm, ocupando los últimos lugares el T2 y T1 (testigo). El uso de hidrogel es muy eficaz como acondicionador del suelo en el cultivo de hortalizas, para mejorar la tolerancia de los cultivos y las condiciones salinas de crecimiento (Kant & Turan, 2011).

**Tabla 15**

Prueba de Tukey de la longitud de panoja a la cosecha en el cultivo de quinua var. Hualhuas. Sicaya-2021.

Tratamientos	Media	N	E.E.		
6	78.00	3	1.42	A	
5	77.00	3	1.42	A	
4	75.00	3	1.42	A	
3	71.67	3	1.42	A	B
2	67.33	3	1.42		B
1	65.67	3	1.42		B

*Nota:* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Al final de la investigación sobre el crecimiento inicial en tara, molle y cholán, los tratamientos donde se aplicaron retenedores de agua, aumentaron el diámetro basal, mayor crecimiento en altura y mejor estado fitosanitario (Guerra & Velazco, 2012).

## Conclusiones

- En la evaluación a los 45 días, después de la siembra de quinua, los tratamientos 6 (28 g/14 m<sup>2</sup>) y tratamiento 5 (25.2 g/14 m<sup>2</sup>), obtuvieron los mejores resultados con respecto a longitud de follaje, peso fresco de follaje, longitud de raíz y peso fresco de raíz.
- En la evaluación a los 60 días, después de la siembra, no hubo diferencia estadística en las evaluaciones de longitud de follaje, peso fresco de follaje y longitud de raíz, mientras que peso fresco de raíz los tratamientos T6 (28 g/14 m<sup>2</sup>), T5 (25.2 g/14 m<sup>2</sup>), T4 (22.4 g/14 m<sup>2</sup>) y T2 (16.8 g/14 m<sup>2</sup>), tuvieron los mejores resultados.
- En la evaluación a la cosecha, los tratamientos 6 (28 g/14 m<sup>2</sup>) y tratamiento 5 (25.2 g/14 m<sup>2</sup>), obtuvieron los mejores resultados en longitud de raíz a la cosecha, peso de mil granos a la cosecha, peso de granos promedio a la cosecha y longitud de panoja a la cosecha.
- Las dosis que tuvieron mejores resultados en los componentes asociados al rendimiento del cultivo de quinua de retenedor Zeba, fueron los tratamientos 6 (28 g/14 m<sup>2</sup>) y tratamiento 5 (25.2 g/14 m<sup>2</sup>).

## Recomendaciones

- Realizar ensayos con otras marcas de retenedores de agua o hidro retenedores en el cultivo de quinua para comparar los resultados obtenidos en esta investigación.
- Realizar ensayos usando de retenedores de agua o hidro retenedores con otros cultivos en el valle del Mantaro.

## Referencias bibliográficas

- Adger, W. N.; Huq, S.; Brown, K.; Conway, D. & Hulme, M. (2003). *Adaptation to climate change in the developing world*. *Progress in Developing Studies*, 3, 3, 179-195
- Agrobanco. (2012). *Revista Técnica Agropecuaria 7*. Agrobanco, 20. <https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/REVISTA-AGROPECUARIA-07.pdf>
- ALADI & FAO. (2014). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*. In Fao-Aladi. <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>
- Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R. & Pinedo, R. (2013). *Varietades comerciales de quinua en el Perú*. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, 1st, 82. <http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>
- Beekman, G. (2015). *Agua y seguridad alimentaria*. En J. Carrera (Vicepresidente), *Agua y seguridad alimentaria*. Llevado a cabo en el VII Foro Mundial del Agua, República de Corea. <https://www.caf.com/media/8252/agua-seguridad-alimentaria-america-sur-caf.pdf>
- Boulanger, J. P.; Buckeridge, M. S.; Castellanos, E.; Poveda, G.; Scarano, F. R. & Vicuna, S. (2014). *Central and South America*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp.102.
- Cruz, A.; Pedroza, A.; Trejo, R.; Sánchez, I.; Samaniego, J. & Hernández, R. (2016). *Captación de agua de lluvia y retención de humedad edáfica en el establecimiento de buffel (Cenchrus ciliaris L.)*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(2). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v7i2.4171>
- De Albuquerque, J.; De Lima, V.; Menezes, D.; Azevedo, C.; Neto, J. & Da Silva, J. (2009). *Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação 1* (Issue 6). <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gZyvYDS-v7PBChqnKLSmXdKS/?lang=pt&format=pdf>
- Fairlie, A. (2016). *La quinua en el Perú*. [http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/54092/Nro\\_6\\_Fairlie\\_quinua\\_Peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/54092/Nro_6_Fairlie_quinua_Peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- FAO (2013). *Estado del arte de la quinua en el mundo* - Libro de resúmenes, Santiago de Chile.
- Gestión. (2014). *Costa peruana iniciará producción de quinua a gran escala a finales del 2014*. (04/06/2014). Disponible en: <https://gestion.pe/economia/costa-peruana-iniciara-produccion-quinua-gran-escala-finales-2014-61977-noticia/>
- Gómez, L. & Aguilar, E. (2016). *Guía del cultivo de la quinua*. In *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Guerra, Z. & Velazco, A. (2012). *Evaluación del crecimiento inicial de la Tara (Caesalpinia spinosa M. & G.), Molle (Shinus molle L.) y Cholan (Tecoma stans L.) aplicando retenedores de agua, en Priorato-Imbabura, periodo 2011 - 2012*. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Kant, A. C. & Turan, M. (2011). *Hydrogel substrate alleviates salt stress with increase antioxidant enzymes activity of bean (Phaseolus vulgaris L.) under salinity stress*. In *African Journal of Agricultural Research* (Vol. 6, Issue 3). <http://www.academicjournals.org/AJAR>
- Liuhto, M.; Mercado, G. & Aruquipa, R. (2016). *El cambio climático sobre la producción de quinua en el altiplano boliviano y la capacidad de adaptación de los agricultores*. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(2), 166-178. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182016000200006](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182016000200006)
- McDowell, J. & Hess, J. (2012). *Assessing adaptation: multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate*. *Global Environmental Change*, 22, 342-352.
- MINAGRI. (2021). *Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción quinua*. 38. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1742360/Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de quinua.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1742360/Observatorio%20de%20las%20siembras%20y%20perspectivas%20de%20la%20producci%C3%B3n%20de%20quinua.pdf)
- Nissen, M. J. & San Martín, K. (2004). *Uso de poliacrilamidas y el riego en el manejo hídrico de lechugas (Lactuca sativa L.)*. Chile: Universidad Austral de Chile
- Pedroza, A.; Yáñez, L.; Sánchez, I. & Samaniego, J. (2015). *Efecto del hidrogel y vermicomposta en la producción de maíz*. In *Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex* (Vol. 38, Issue 4). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802015000400005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000400005)
- Rivera, C.; Baeza, C. & Chavarriaga, W. (2007). *Efecto de un retenedor de agua y dosis crecientes de fertilizantes foliares sobre la producción de tomate chonto y larga*



vida bajo cubierta plástica. *Agron*, 15(1), 103–119. [https://www.academia.edu/10691838/EFECTO\\_DE\\_UN\\_RETENEDOR\\_DE\\_AGUA\\_Y\\_DOSIS\\_CRECIENTES\\_DE\\_FERTILIZANTES\\_FOLIARES\\_SOBRE\\_LA\\_PRODUCCIÓN\\_DE\\_TOMATE\\_CHONTO\\_Y\\_LARGA\\_VIDA\\_BAJO\\_CUBIERTA\\_PLÁSTICA\\_AGROCLEAR](https://www.academia.edu/10691838/EFECTO_DE_UN_RETENEDOR_DE_AGUA_Y_DOSIS_CRECIENTES_DE_FERTILIZANTES_FOLIARES_SOBRE_LA_PRODUCCIÓN_DE_TOMATE_CHONTO_Y_LARGA_VIDA_BAJO_CUBIERTA_PLÁSTICA_AGROCLEAR)

Rodríguez, A. G.; De la Rosa, M.; Vásquez, M., & García, E. (2017). *Evaluación de un hidrogel y ácido salicílico durante el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Bajo Invernadero*. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/8474>

Rojas, B. & Prin, J. (2014). *Driving the next product innovation via hydrogels view project Hernán Cequea*. <https://www.researchgate.net/publication/28077378>

Sierra Exportadora. (2020). *Análisis de mercado de quinua 2015-2020*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1479275/Análisis de Mercado - Quinua 2015 - 2020.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1479275/Análisis_de_Mercado_-_Quinua_2015_-_2020.pdf)

Soto, E.; Mercado, W.; Estrada, R.; Repo, R.; Díaz, F. & Díaz, G. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. In Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2652/BVE17038730e.pdf;jsessionid=F2787A69DA260BD644CA-9D14308AA9B0?sequence=1>

Soto-Pardo, M.; Allende-Burga, R., & Romero, V. L. (2019). *Estudio comparativo en rendimiento y calidad de 12 variedades de quinua orgánica en la Comunidad Campesina de San Antonio de Manallasac, Ayacucho*. *Campus*, 25(29), 57–65. <https://doi.org/10.24265/campus.2020.v25n29.04>

Tapia, M.; Canahua, A. & Ignacio, S. (2014). *Razas de quinuas del Perú*. ANPE y CONCYTEC. Lima, Perú, p. 173

Tapia, J. (1993). *Efecto de la aplicación de un hidrogel sobre la fertilización de ballica (Lolium multiflorum L.) en un suelo volcánico*. Tesis licenciatura. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Chile. p. 43

Vélez, N. (2016). *Efecto de retenedores de agua en la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Crespa Salad en la Granja Experimental Yuyucocha provincia de Imbabura*. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6884/3/03\\_AGP\\_196\\_ARTICULO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6884/3/03_AGP_196_ARTICULO.pdf)