

# Hydropriming y fertilizante líquido de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el incremento de la germinación y crecimiento radicular en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

## Hydropriming and liquid fertilizer of trout (*Oncorhynchus mykiss*) on the increase of germination and root growth in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) seeds

Gladys Jaqueline Chipana Mendoza<sup>1</sup>

### Resumen

El fertilizante líquido de pescado es una buena fuente de nitrógeno, fósforo y proteína que son nutrientes esenciales en las plantas; el hydropriming consiste en remojar las semillas en agua y secarlas, para mejorar su germinación. Un porcentaje de las semillas de quinua y cañahua del Banco de Germoplasma de Granos Andinos tienen baja germinación, en ese sentido, el objetivo de la investigación es evaluar el efecto del hydropriming y el fertilizante líquido de trucha en el incremento de la germinación y crecimiento radicular en semillas de quinua y cañahua. La investigación se desarrolló en el laboratorio Banco de Germoplasma de Granos Andinos (Bolivia). Se tomó una muestra de 100 semillas de tres accesiones de quinua y cañahua, se evaluaron cuatro tratamientos: testigo (100%:0%), tratamiento 1 (99,90%; 0,10%), tratamiento 2 (99,75%;0,25%), tratamiento 3 (99,50%;0,50%) y tratamiento 4 (99,25%;0,75%), con tres repeticiones; el tiempo de remojo fue 12 horas a temperatura ambiente, después las semillas fueron secadas y dispuestas en cajas Petri, luego se introdujeron en la cámara germinadora durante siete días a una temperatura de 17°C, la longitud de la radícula (mm) fue determinada mediante un vernier electrónico. La combinación de 99,50% de agua destilada con 0,25% de fertilizante líquido de trucha es la óptima para alcanzar mayor porcentaje de germinación y longitud radicular en semillas de quinua y cañahua. La combinación de 99,25% de agua destilada con 0,75% de fertilizante líquido de trucha reflejó disminución en ambas variables, lo que según investigaciones similares se debe al incremento del pH y disminución de la CE.

**Palabras clave:** N P K, granos andinos, hydropriming, fertilizante, banco de germoplasma.

### Abstract

Liquid fish fertilizer is a good source of nitrogen, phosphorus and protein, which are essential plant nutrients. Hydropriming involves soaking the seeds in water and drying them to improve germination. A percentage of quinoa and cañahua seeds from the Andean Grains Germplasm Bank have low germination, so the objective of the research is to evaluate the effect of hydropriming and liquid trout fertilizer in increasing germination and root growth in quinoa and cañahua seeds. The research was carried out in the laboratory of the Banco de Germoplasma de Granos Andinos, La Paz (Bolivia). A sample of 100 seeds was taken from three accessions of quinoa and cañahua, and four treatments were evaluated: control (100%: 0%), treatment 1 (99.90%; 0.10%), treatment 2 (99.75%;0.25%), treatment 3 (99.50%;0.50%) and treatment 4 (99.25%;0.75%) with three replications, the soaking time was 12 hours at room temperature, then they were dried and arranged in Petri boxes, then introduced to the germination chamber for seven days at a temperature of 17°C, the length of the radicle (mm) was determined by an electronic vernier. The combination of 99.50% distilled water with 0.25% liquid trout fertilizer is the optimum to achieve higher germination percentage and root length in quinoa and cañahua seeds. The combination of 99.25% distilled water with 0.75% liquid trout fertilizer showed a decrease in both variables, which according to similar research is due to an increase in pH and a decrease in CE.

**Keywords:** N P K, Andean grains, hydropriming, fertilizer, germplasm bank.

**Recibido:** 27/07/2022

**Aceptado:** 12/01/2023

**Publicado:** 31/01/2023

**Sección:** Artículo original

\*Autor correspondiente: [gjchipana@umsa.bo](mailto:gjchipana@umsa.bo)

### Introducción

El hydropriming es una técnica muy accesible y económica, que implica remojar las semillas en agua y luego secarlas; esta técnica es eficiente para mejorar la germinación de semillas (Forti et al., 2020). Dipsikha et al. (2021) definen el hydropriming como la exposición de los granos a una disponibilidad restringida de agua en condiciones controladas que permiten que se produzcan algunos de los procesos fisiológicos de la germinación. Esta técnica provoca varios cambios en la estructura fisiológica, bioquímica y molecular, como una mayor

síntesis de proteínas, una mayor actividad de  $\alpha$  y  $\beta$  amilasa, que a su vez se correlaciona con una mejor actividad metabólica y mayor vigor de la semilla. Para Ahammad et al. (2014); Noorhosseini et al. (2017) el hydropriming es un método simple para hidratar semillas

<sup>1</sup> Docente Investigadora, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8014-0385>

**Como citar:** Chipana Mendoza, G. J. (2023). Hydropriming y fertilizante líquido de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el incremento de la germinación y crecimiento radicular en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 14–22. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.459>



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Share - Adapt

y minimizar el uso de productos químicos; permite que las semillas absorban suficiente agua para iniciar el proceso metabólico hasta finalizar la germinación de una forma rápida y uniforme.

Las plantas requieren al menos 14 elementos minerales para su nutrición: los macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y los micronutrientes cloro (Cl), boro (B), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), níquel (Ni) y molibdeno (Mo) (While y Brown, 2010). El fertilizante líquido de pescado es una buena fuente de nitrógeno, fósforo y proteína, que son nutrientes esenciales en las plantas (Suartini et al., 2018; Ahuja et al., 2020). De acuerdo con Palacin (2017) este fertilizante tiene un contenido de 7,112 g/L de N, 0,517 g/L de P y 1,945 g/L de K, mientras que para Pereira et al. (2020a) el contenido es de 10,7 g/L de N, 14,0 g/L de P y 1,3 g/L de K, con adecuadas cantidades de macro y micronutrientes que son fácilmente disponibles y asimilados por las plantas.

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una buena fuente de calidad de proteína, fibra mineral y bioactivos; debido a que el comportamiento es diferente en diversos lugares es relevante que las variedades tengan un crecimiento sostenible en todo el mundo (Angeli et al., 2020; Pereira et al. 2020b). La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) tiene alto potencial nutricional por su alta calidad proteica, aminoácidos esenciales y ácidos grasos insaturados, alta concentración de ácido linoleico y oleico, con buen nivel de compuestos bioactivos (Gomez et al., 2021). Ambos cultivos son utilizados en la dieta rural y urbana de tierras secas, áridas y semiáridas de Bolivia y Perú (Rodríguez et al., 2020).

Estos granos andinos desempeñan un papel vital en la seguridad alimentaria y nutricional a nivel mundial, están altamente adaptados a tierras marginales, no requieren altos insumos, son resilientes a la variabilidad climática y son fuente de ingreso para los agricultores de los países en desarrollo. La baja disponibilidad de recursos de germoplasma, la falta de material de calidad mejorada, entre otros, son limitaciones que afectan la disponibilidad y productividad de estos cultivos. En ese

sentido, los bancos de germoplasma son esenciales para conservar la biodiversidad e iniciar cualquier programa de mejoramiento de cultivos (Jasrotia y Salgotra, 2021).

El Banco de Germoplasma de Granos Andinos (PROGRANO), dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, tiene en total 1223 accesiones de quinua y 231 accesiones de cañahua. Del total de accesiones de quinua, 50 registraron un porcentaje de germinación del 40 al 50%, y del total de accesiones de cañahua, 11 tuvieron un porcentaje de germinación del 25 al 50%. Estos valores son alarmantes, por el riesgo de perder la variabilidad genética recolectada de diversos municipios de Bolivia, considerando que según FAO (2014) el porcentaje de germinación debe exceder al 85% en las semillas almacenadas en los bancos de germoplasma.

En ese sentido, el objetivo de la investigación es evaluar el efecto del fertilizante líquido de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en la germinación de las semillas de quinua y cañahua. La hipótesis planteada establece que sí existe efecto positivo del fertilizante líquido de trucha en la germinación de las semillas de quinua y cañahua.

El trabajo de investigación mostró que existe un efecto positivo con la aplicación del 0,50 % fertilizante líquido de trucha en la germinación de las semillas de quinua y cañahua, así como en la longitud de la raíz.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La investigación se desarrolló en el laboratorio Banco de Germoplasma de Granos Andinos (PROGRANO), dependiente de la Estación Experimental Choquenaira (Figura 1), Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Estación Experimental se encuentra en la comunidad Choquenaira del municipio Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz (Bolivia), que se sitúa geográficamente a 16,694622° de latitud sur y 68,286698° de longitud oeste, y a una altitud de 3870 m s.n.m.



**Figura 1.** Vista de la Estación Experimental Choquenaira.  
Fuente: Imagen satelital Google Earth 2022, WGS 84, Zona 19 S

Esta zona pasa por la alternancia de una estación seca (invierno) y una estación húmeda (verano), su temperatura promedio es 8,41°C, la temperatura mínima absoluta es -0,60°C entre junio y julio, la temperatura máxima absoluta varía entre 17,56 y 22,00°C; la precipitación anual registrada se distribuye entre noviembre y febrero, con una media total de 524.60 mm (PDMV, 2021).

## Materiales y métodos

El fertilizante líquido fue elaborado mediante la mezcla de 1,5 kg de trucha entera con 1,5 kg de azúcar morena. El tiempo de fermentación anaeróbica fue de ocho meses. Tiwow et al. (2019) indican que este método es un proceso de fermentación tradicional y que para aumentar el contenido de nutrientes se puede reducir la cantidad de agua; para la investigación no se utilizó agua en el proceso de fermentación.

El procedimiento de las pruebas de germinación estuvo acorde con la norma ISTA (2016). Se tomó una muestra primaria simple de 100 semillas de las accesiones 77, 138 y 310 de quinua, cuyos porcentajes de germinación antes de la investigación fueron del 47, 48 y 49 %; y de las accesiones 44, 117 y 4 de cañahua con porcentajes de germinación iniciales de 25, 34 y 54 %, por tratamiento y repetición. Como tratamiento para romper la dormancia se aplicó la hidratación de las semillas (Sánchez et al., 1997) por medio del hydropriming en combinación con el fertilizante líquido de trucha. Resultaron cuatro tratamientos: testigo (agua destilada 100%), tratamiento 1 (agua destilada 99,90%; fertilizante líquido de trucha 0,10%), tratamiento 2 (agua destilada 99,75%; fertilizante líquido de trucha 0,25%), tratamiento 3 (agua destilada 99,50%; fertilizante líquido de trucha 0,50%) y tratamiento 4 (agua destilada 99,25%; fertilizante líquido de trucha 0,75%) con tres

repeticiones. Los porcentajes del fertilizante líquido de trucha fueron planteados según los resultados de Florez et al. (2020) que recomiendan concentraciones de 0,1 a 0,001% a fin de evitar sustancias fitotóxicas que influyan en la germinación.

Considerando el resultado de Dashab y Omid (2021), el tiempo de remojo de las semillas fue 12 horas a temperatura ambiente, después las semillas fueron secadas a temperatura ambiente y dispuestas uniformemente en cajas Petri en papel filtro con la adición de agua destilada. Luego, estas se introdujeron a la cámara germinadora de mesa Seedburo modelo 548<sup>a</sup> en oscuridad durante siete días a una temperatura de 17°C; durante este tiempo se humedecieron las semillas cada 36 horas.

Las variables evaluadas fueron a) porcentaje de germinación, determinado mediante el conteo de las semillas germinadas del total de las evaluadas; y b) longitud de la radícula (mm), mediante el uso de un vernier electrónico.

El procedimiento estadístico constó de un análisis de varianza, con la aplicación de la prueba F para medir la significancia (5% de probabilidad) y la alta significancia (1% de probabilidad); la comparación de grupos de medias fue mediante Duncan ( $P = 0,05$ ).

## Resultados

### Porcentaje de germinación

En el análisis de varianza, el porcentaje de germinación en semillas de quinua y cañahua resultó en diferencias significativas ( $p = < 0,05$ ) para las tres accesiones de quinua y cañahua evaluadas (Tabla 1 y 2).

**Tabla 1.** Análisis de varianza del porcentaje de germinación en semillas de quinua.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Valor (p)
<b>Accesión 77</b>	Inter-grupos	992,267	4	248,067	4,532	0,024
	Intra-grupos	547,333		1054,733		
	Total	1539,600		14		
<b>Accesión 138</b>	Inter-grupos	425,733	4	106,433	8,724	0,003
	Intra-grupos	122,000		1012,200		
	Total	547,733		14		
<b>Accesión 310</b>	Inter-grupos	258,267	4	64,567	19,7650	0,000
	Intra-grupos	32,667		103,267		
	Total	290,933		14		

**Tabla 2.** Análisis de varianza del porcentaje de germinación en semillas de cañahua.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Valor (p)
<b>Accesión 44</b>	Inter-grupos	570,267	4	142,567	13,0400	0,001
	Intra-grupos	109,333		1010,933		
	Total	679,600		14		
<b>Accesión 117</b>	Inter-grupos	715,733	4	178,933	6,086	0,010
	Intra-grupos	294,000		1029,400		
	Total	1009,733		14		
<b>Accesión 4</b>	Inter-grupos	294,267	4	73,567	10,1240	0,002
	Intra-grupos	72,667		107,267		
	Total	366,933		14		

En quinua y cañahua para las tres accesiones se tuvo incremento en el porcentaje de germinación en relación al registrado antes de la investigación (inicial),

este incremento varía entre el 2,33 al 29,67% a causa de la aplicación de hydropriming (Tabla 3).

**Tabla 3.** Incremento del porcentaje de germinación con la aplicación de hydropriming (testigo).

	Accesión	Porcentaje de germinación inicial	Porcentaje de germinación con hydropriming (testigo)	Porcentaje de incremento
<b>Quinua</b>	77	47,00	50,33	3,33
	138	48,00	66,33	18,33
	310	49,00	78,67	29,67
<b>Cañahua</b>	44	25,00	27,33	2,33
	117	34,00	38,67	4,67
	4	54,00	81,67	27,67

En la comparación de grupos de medias mediante Duncan (Tabla 4) se encontró mayor porcentaje de germinación con la aplicación del tratamiento 3, con incremento del porcentaje de germinación variante entre 12,00 y 20,66 en relación con el testigo. Este hecho se atribuye al efecto del fertilizante líquido de trucha.

Las adecuadas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio presentes en el fertilizante líquido de trucha supondrían que a mayor concentración de este insumo se tendría mayores resultados; sin embargo, se observa

(Tabla 4) un decremento del porcentaje de germinación, variante entre el 3,67 y 13,33 %, con el tratamiento 4 respecto al tratamiento 3.

Considerando estos resultados, se tiene que el porcentaje óptimo para la obtención del incremento en el porcentaje de germinación en las semillas de quinua y cañahua es mediante la aplicación de 90,50 % de agua destilada con 0,50 % de fertilizante líquido de trucha (Figura 2); porcentajes mayores a 0,50 provocan disminución en la germinación.

**Tabla 4.** Comparación de grupos de medias mediante Duncan para la germinación de semillas de quinua y cañahua.

	Accesión	Tratamiento	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Quinua	77	Testigo	50,33		
		1	52,00		
		4	56,67	56,67	
		2		68,00	
		3		70,00	
	138	Testigo	66,33		
		1		77,67	
		4		78,00	
		2		78,67	
		3		82,00	
	310	Testigo	78,67		
		1	81,00		
		4		85,33	
		2		85,67	
		3			90,67
Cañahua	44	Testigo	27,33		
		1	28,33	28,33	
		4	33,33	33,33	
		2		34,33	
		3			44,67
	117	Testigo	38,67		
		1	45,00	45,00	
		4		49,33	49,33
		2		52,00	52,00
		3			59,33
	4	Testigo	81,67		
		1		89,33	
		2		91,33	91,33
		4		91,33	91,33
		3			95,00



**Figura 2.** Vista de la germinación en semillas de quinua y cañahua con la aplicación del tratamiento 3.

### Longitud de la radícula

El análisis de varianza para la longitud de la

radícula en semillas de quinua y cañahua resultó en diferencias significativas ( $p = < 0,05$ ) para las tres accesiones de quinua y cañahua evaluadas (Tabla 5 y 6).



**Tabla 5.** Análisis de varianza de la longitud de radícula en semillas de quinua.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Valor (p)
<b>Accesión 77</b>	Inter-grupos	8160,919	4	2040,230		5,1830,001
	Intra-grupos	57080,140		145393,656		
	Total	65241,059		149		
<b>Accesión 138</b>	Inter-grupos	5262,971	4	1315,743		8,2240,000
	Intra-grupos	23197,417		145159,982		
	Total	28460,388		149		
<b>Accesión 310</b>	Inter-grupos	12721,878	4	3180,470		6,6350,000
	Intra-grupos	69505,131		145479,346		
	Total	82227,010		149		

**Tabla 6.** Análisis de varianza de la longitud de radícula en semillas de cañahua.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Valor (p)
<b>Accesión 44</b>	Inter-grupos	5904,064	4	1476,016		22,6120,000
	Intra-grupos	9465,008		14565,276		
	Total	15369,073		149		
<b>Accesión 117</b>	Inter-grupos	1042,795	4	260,699		5,201 0,001
	Intra-grupos	7267,616		14550,121		
	Total	8310,411		149		
<b>Accesión 4</b>	Inter-grupos	1151,508	4	287,877		3,525 0,009
	Intra-grupos	11840,982		14581,662		
	Total	12992,490		149		

En la comparación de grupos de medias mediante Duncan (Tabla 7), se constata que con la aplicación del tratamiento 3 se tiene mayor longitud de la radícula en comparación con el testigo; que para la quinua esta diferencia en la longitud es 22,5 mm en la accesión 77, 15,23 mm en la accesión 138 y 27,4 mm en la accesión

310. En la cañahua se tuvo similar respuesta, a excepción de la accesión 4 cuya longitud de radícula fue menor con el tratamiento 4; las diferencias de longitud con relación al testigo fueron de 14,6 mm en la accesión 44, 6,69 mm en la accesión 117 y 7,57 mm en la accesión 4 con relación al tratamiento 4.

**Tabla 7.** Comparación de grupos de medias mediante Duncan para la longitud de la radícula en semillas de quinua y cañahua.

	Accesión	Tratamiento	Grupo A	Grupo B	Grupo C
<b>Quinua</b>	77	Testigo	18,35		
		1		29,67	
		4		30,29	30,29
		2		34,61	34,61
		3			40,85
	138	Testigo	16,94		
		1	19,35		
		2		27,55	
		4		29,56	
		3		32,17	
	310	Testigo	46,05		
		1	51,66	51,66	
		2		61,36	61,36
		4		63,01	63,01
		3			72,45
<b>Cañahua</b>	44	Testigo	7,26		
		1	7,47		
		4		13,56	
		2			20,87
		3			21,86
	117	Testigo	7,60		
		4	7,71		
		1	10,88	10,88	
		2		12,52	
		3		14,29	
	4	4	34,87		
		Testigo	35,86	35,86	
		1	37,33	37,33	
		2		39,97	39,97
		3			42,44

## Discusión

Según Laabas y Balouta (2020) y Fathollah et al. (2021), con la aplicación de este método en semillas de quinua se tiene mayor tasa de germinación del 30 al 90%. Asimismo, Daur (2018) señala que el hydropriming estimula la germinación normal de semillas en quinua, iniciando procesos metabólicos previos a la germinación con la activación de antioxidantes que promueven emergencia y crecimiento de semillas. Dados los resultados en el incremento de la germinación sin la aplicación del fertilizante líquido de trucha, se puede inferir que el hydropriming es un método que permite incrementar el porcentaje de germinación en semillas con uniformidad, y es económico debido a que solo consiste en sumergir las semillas en agua destilada para hidratarlas.

De acuerdo a Florez (2017) el contenido de macronutrientes presentes en el fertilizante líquido es de 12.057 mg/L de nitrógeno, 953 mg/L de fósforo y 4.230 mg/L de potasio. Delgado et al. (2019) encontraron que el contenido fue de 0,155 de nitrógeno, 467,745 ppm de fósforo y 0,0175 % de potasio. Estos valores son adecuados considerando que la quinua requiere importantes cantidades de nitrógeno para el crecimiento vegetativo y capacidad fotosintética de la planta; el fósforo y el potasio son importantes para la buena formación radicular (FAO, 2016). Alexis (2011) indica que en cañahua se tienen mejores resultados con la adición de nitrógeno y fósforo, razón por la cual el cultivo es bastante exigente en estos macronutrientes (Ticona, 2011).

García (2008) encontró que a medida que se incrementa la dilución del fertilizante líquido de pescado, se incrementa el pH y la CE disminuye. Florez et al. (2020) indican que concentraciones fuera del rango de 0,1 a 0,001 % contiene sustancias fitotóxicas que reducen la germinación en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

Laabas y Balouta (2020) indican que el desarrollo de la longitud de la radícula en quinua se incrementa con la aplicación de hydropriming. Patel et al. (2017) encontraron mayor longitud de radícula en tomate y berenjena con este método. Esto indica que con la aplicación de solamente hydropriming se puede alcanzar mayor longitud radicular al momento de la germinación. Flórez (2017) concluye que con diluciones de 0,001 y 0,01% de fertilizante líquido de trucha presentan un pH y C.E. aceptables para el crecimiento de la radícula en el cultivo de lechuga, asimismo, Cruz-Hernández et al. (2015) indican que con la aplicación del abono líquido de pez se tienen mayores longitudes de radícula, pero esta tiende a disminuir con aumentos graduales en la proporción del producto aplicado, lo cual se ve reflejado

en los resultados obtenidos con el tratamiento 4, donde se tiene un decremento de la longitud radicular.

## Conclusiones

Según los resultados obtenidos se concluye que la combinación de 99,50 % de agua destilada con 0,25 % de fertilizante líquido de trucha es la óptima para alcanzar mayor porcentaje de germinación y longitud radicular en semillas de quinua y cañahua. La combinación de 99,25 % de agua destilada con 0,75 % de fertilizante líquido de trucha reflejó disminución en ambas variables, que según investigaciones similares se debe al incremento del pH y disminución de la CE.

Este método puede ser considerado como una estrategia para recuperar la semilla que registra bajos porcentajes de germinación, además de ser económicamente viable y fácilmente aplicable con insumos que son accesibles por los bancos de germoplasma que tienen dificultades en refrescar periódicamente las accesiones que tienen bajo su custodia.

## Agradecimientos

Agradezco a la Estación Experimental Choquenaira, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, por brindar el apoyo para realizar la presente investigación.

## Referencias

- Angeli, V., Silva, P., Massuela, D., Khan, M. W., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Hönniger, S., & Piatti, C. (2020). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An Overview of the Potentials of the “Golden Grain” and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods*, 9(2), 216. <https://doi.org/10.3390/foods9020216>
- Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J., Richardsend, R. & Løes, A. K. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming – With status in Norway: A review. *Waste Management*, 115, 95-112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
- Ahammad, K. U., Rahman, M. M. & Ali, S. (2014). Effect of hydropriming method on maize (*Zea mays*) seedling emergence. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 39(1), 143–150. <https://doi.org/10.3329/bjar.v39i1.20164>
- Alexis, E. (2011). *Cultivo de cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen)* en el altiplano. Puno. Perú. 96 p.

- Cruz-Hernández, J., Acebedo-Alcalá, P. & Báez-Cruz, C. (2015). Fitotoxicidad de abonos orgánicos líquidos en especies hortícolas indicadoras, un método de pre-selección. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 3(5), 964-971. [https://www.researchgate.net/publication/330366514\\_Fitotoxicidad-de-abonos-organicos-liquidos-en-especies-hortícolas-indicadoras-un-metodo-de-pre-seleccion](https://www.researchgate.net/publication/330366514_Fitotoxicidad-de-abonos-organicos-liquidos-en-especies-hortícolas-indicadoras-un-metodo-de-pre-seleccion)
- Dashab, S. & Omid, H. (2021). Effects of hydro- and bio-priming on some physiological and biochemical characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa*) seedlings under drought stress. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 11(3), 3659-3682. [https://ijpp.iau-saveh.ac.ir/article\\_682482.html](https://ijpp.iau-saveh.ac.ir/article_682482.html)
- Daur, I. (2018). Effects of hydro and hormonal priming on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seed germination under salt and drought stress. *Pak. J. Bot.*, 50(5): 1669-1673. <http://www.pakbs.org/pjbot/papers/1527613901.pdf>
- Delgado, E. J., Benavente, G. E. & Cáceres G. V. (2019). Elaboración de fertilizante orgánico a partir de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y Jurel (*Trachurus murphyi*), cuantificación y evaluación del efecto de los nutrientes minerales. *Anales Científicos*, 80(2), 452-461. [https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1471/pdf\\_230](https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1471/pdf_230)
- Dipsikha, K., Shubham, J., Brijesh, S. & Vaibhav, V. G. (2021). Sono-hydro priming process (ultrasound modulated hydration): Modelling hydration kinetic during paddy germination. *Ultrasonics Sonochemistry*, 70, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105321>
- Fathollah, N., Reza, H., Abbasdokht, H., Dorostkar, V. & Bagheri, M. (2021). Improved Quinoa Growth, Physiological Response, and Yield by Hydropriming Under Drought Stress Conditions. *Gesunde Pflanzen*, 73, 53–66. <https://doi.org/10.1007/s10343-020-00527-1>
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. <https://www.fao.org/3/i3704s/i3704s.pdf>
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. (2016). *Guía del cultivo de quinua*. <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Forti, C., Shankar, A., Singh, A., Balestrazzi, A., Prasad, V. & Macovel, A. (2020). Hydropriming and Bioprimer improve *Medicago truncatula* germination de semilla and upregulate DNA repair and antioxidant genes. *Genes*, 11(3), 242. <https://doi.org/10.3390/genes11030242>
- Florez Jalixto, M. A. (2017). *Elaboración de biofertilizante líquido utilizando subproductos del procesamiento de trucha (*Oncorhynchus mykiss*)*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3271/florez-jalixto-marco-antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Florez, M. A., Roldán, D. J. & Juscamaíta, J. G. (2020). Evaluación de fitotoxicidad y caracterización de un fertilizante líquido elaborado mediante fermentación láctica utilizando subproductos del procesamiento de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). *Revista Ecológica Aplicada*, 19(2), 121-131. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1563>
- García, L. A. (2008). *Uso de bacterias probióticas en el ensilado de residuos de pescado*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gomez, J. F., Rosas-Quina, Y. E. & Pachari, E. (2021). Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) a promising superfood in food industry: a review. *Nutrition & Food Science*, 35. <https://doi.org/10.1108/NFS-09-2021-0277>
- ISTA [International Seed Testing Association]. (2016). *Reglas internacionales para análisis de las semillas*. [https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf)
- Jasrotia, S. & Salgotra, R. K. (2021). Germplasm Resources of Major Underutilized Crops. En: Zargar SM, Masi A., Salgotra RK (eds) *Cultivos abandonados e infrutilizados: hacia la seguridad nutricional y la sostenibilidad*. Springer, Singapur. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-3876-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-16-3876-3_3)
- Laabas, K. & Balouta, A. (2020). *Influence de différents traitements de prégermination des graines de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique*. Université Mohamed Khider de Biskra. [http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/16621/1/Khalida\\_LAABAS\\_anissa\\_balouta.pdf](http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/16621/1/Khalida_LAABAS_anissa_balouta.pdf)
- Palacin Valerio, J. K. (2017). *Elaboración del fertilizante orgánico líquido a partir de residuos de pescado*



- para la producción del *Raphanus Sativus* – S.J.L. 2017. Universidad César Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24610/Palacin\\_VJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24610/Palacin_VJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Patel, R. V., Pandya, K. Y., Jasrai, R. T. & Brahmhatt, N. (2017). Effect of hydropriming and biopriming on seed germination of Brinjal and Tomato seed. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 5(6), 1-14. [https://www.researchgate.net/publication/317558861\\_Effect\\_of\\_Hydropriming\\_and\\_Biopriming\\_on\\_Seed\\_Germination\\_of\\_Brinjal\\_and\\_Tomato\\_seed](https://www.researchgate.net/publication/317558861_Effect_of_Hydropriming_and_Biopriming_on_Seed_Germination_of_Brinjal_and_Tomato_seed)
- Pereira, I. L., Batista, E. A., Lopez, E. B., Michiles, S. L., Oliveira, D. & Morota, E. (2020a). Análise da composição de biofertilizante com víscera de pescado: caminhos para a validação de um insumo orgânico em Maués – AM. En *Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão*. <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/5964>
- Pereira, E., Cadavez, V., Barros, L., Encina-Zelada, C., Stojkovic, D., Calhelha, R., Gonzales-Barron, U. & Ferreira, I. (2020b). *Chenopodium quinoa* Willd. (quinua) grains: A good source of phenolic compounds. *Food Research International*, 137, 109574. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109574>
- PDMV [Plan de Desarrollo Municipal Viacha]. (2021). Plan de Desarrollo Municipal de Viacha 2016-2020.
- Rodríguez, J. P., Jacobsen, S-E., Andreasen, C. & Sørensen, M. (2020). Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*): A Promising New Crop for Arid Areas. *Emerging Research in Alternative Crops*, 221-243. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90472-6\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90472-6_9)
- Sánchez, J., Calvo, E., Orta, R. & Muñoz, B. (1997). Tratamientos pregerminativos de hidratación deshidratación para semillas de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Acta Botánica Mexicana*, 38, 13-20. <https://www.redalyc.org/pdf/574/57403803.pdf>
- Noorhosseini, S.A., Jokar, N. K. & Damalas, C. A. (2017). Improving Seed Germination and Early Growth of Garden Cress (*Lepidium sativum*) and Basil (*Ocimum basilicum*) with Hydro-priming. *J Plant Growth Regul*, 37, 323–334. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9728-0>
- Suartini, K., Abram, P. H. & Rama, M. (2018). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Jeroan Ikan Cakalang (Katsuwonus pelamis). *Jurnal Akademika Kimia*, 7(2), 70-74. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JAK/article/view/10396>
- Ticona Tacachira, J. C. (2011). Efecto de la biofertilización en dos líneas de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en Calasaya provincia Los Andes. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7500/T-1591.pdf?sequence=1>
- Tiwow, V. A., Paulus, A. & NurHopiyanti, A. (2019). Production of Liquid and Solid Organic Fertilizer from Tilapia Fish (*Oreochromismossambicus*) Waste using “Bakasang” Traditional Fermentation Technology. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8, 885-888. <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i3S/C11020283S19.pdf>
- While, P. J. & Brown, P. H. (2010). Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*, 105(7), 1073-1080. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq085>