

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL DETERGENTE EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE LEGUMINOSAS. AYACUCHO, 2019

Elya S. Bustamante Sosa, Segundo T. Castro Carranza

Unidad de investigación e Innovación de Ciencias Biológicas
Programa de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Línea de Investigación de Biodiversidad
E-mail: elya.bustamante@unsch.edu.pe

RESUMEN

Para evaluar el efecto de las aguas de riego con detergente en la germinación y crecimiento de cinco especies de leguminosas (lenteja, arveja, frejol, haba y garbanzo), se diseñó un experimento en Bloques Completamente Randomizado con cuatro tratamientos (A=0,5 gr/L, B=1 gr/L, C=1.5 gr/L y D=2.5 gr/L) más dos testigos (agua potable y agua fertilizada) y tres repeticiones/tratamiento. Las diferencias de crecimiento se realizaron con mediciones de la radícula, tallo, y número de hojas. La germinación se cuantificó cada 12 h y se consideró ocurrida cuando la radícula había emergido y tenía longitud de 1 cm. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el porcentaje de germinación de las semillas de “lenteja” y “garbanzo” por efecto de las concentraciones del detergente que corresponden al tratamiento D (2,5 gr/L). El crecimiento del tallo por efecto del tratamiento B, y considerando las especies el más significativo fue la “lenteja”. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la longitud de la radícula por efecto del tratamiento y por especie. Las longitudes de la radícula tienen mayor significación estadística por efecto de los tratamientos A, C y D. De las especies destacaron el “frejol”, “arveja” y “haba”. Con número de hojas se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) según los tratamientos y especies. El incremento del número de hojas fue mayor con el uso del “agua potable” y en cuanto a la especie predominó el “frejol”.

Palabras clave: germinación, leguminosas, crecimiento.

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL DETERGENTE EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE LEGUMINOSAS. AYACUCHO, 2019

ABSTRACT

To evaluate the effect of irrigation waters with detergent on the germination and growth of five species of legumes (lentils, peas, beans, broad beans and chickpeas), an experiment was designed in Completely Randomized Blocks with four treatments (A = 0.5 gr / L, B = 1 gr / L, C = 1.5 gr / L and D = 2.5 gr / L) plus two controls (drinking water and fertilized water) and three repetitions / treatment. The growth differences were made with measurements of the radicle, stem, and number of leaves. Germination was quantified every 12 h and was considered to have occurred when the radicle had emerged and was 1 cm long. Significant differences ($p < 0.05$) were found in the germination percentage of the “lentil” and “chickpea” seeds due to the effect of the detergent concentrations corresponding to treatment D (2.5 gr / L). Stem growth due to treatment B, and considering the species, the most significant was the “lentil”. Significant differences ($p < 0.05$) were found in radicle length by treatment effect and by species. The lengths of the radicle have greater statistical significance due to the effect of treatments A, C and D. Of the species, “bean”, “pea” and “broad bean” stood out. With the number of leaves, significant differences were found ($p < 0.05$) according to the treatments and species. The increase in the number of leaves was greater with the use of “drinking water” and as for the species, “beans” predominated.

Keywords: germination, legumes, growth.

INTRODUCCIÓN

La industria química ha evolucionado mucho a lo largo de los años hasta crear compuestos de lo más complejos que pueden actuar de forma muy agresiva contra los distintos tipos de suciedad; sin embargo, en muchos casos, tienen un efecto negativo sobre la durabilidad de las prendas, la salud de los usuarios (alergias y problemas cutáneos), y, desde luego, sobre el ambiente porque muchos de estos compuestos químicos no son biodegradables. Según diversas investigaciones, el 33% de los fosfatos que llegan al agua de los ríos y acuíferos son procedentes de las emisiones domésticas, más de un 20% corresponden a detergentes y productos de limpieza. Las aguas de estas fuentes contaminadas con estos compuestos químicos son utilizadas para el riego de plantas, que en muchos casos son de consumo directo por las personas.

Las investigaciones de las Naciones Unidas predicen que, para 2025, 1800 millones de personas vivirán en países con absoluta escasez de agua, y dos terceras partes de la población mundial estarán viviendo bajo condiciones de estrés hídrico debido a la escasez. Conforme cambia el clima, estos problemas crecen; para 2030, casi la mitad de la

población estará viviendo en áreas de altos niveles de estrés hídrico por escasez. Hoy en día hay muchas cosas que podemos hacer para reducir el consumo personal de agua, mientras trabajemos juntos para ofrecer a las comunidades un equilibrio con nuestros suministros de agua locales y restauremos nuestras cuencas hidrográficas.

Reutilizar el agua que ya tenemos es una manera de reducir nuestra demanda de agua y de crear una vasta provisión de agua de riego para el cultivo de plantas benéficas en nuestros jardines.

¿Cuál es la concentración del detergente que afecta la germinación y crecimiento de leguminosas?

Para encontrar las respuestas al problema planteado se ha formulado el siguiente objetivo general y específicos.

Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de las aguas con detergente en la germinación y crecimiento de leguminosas.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de concentraciones de detergentes durante la germinación de las semillas de leguminosas.
2. Determinar el efecto de concentraciones de detergentes en el agua de riego en el crecimiento de leguminosas.
3. Determinar el efecto de concentraciones de detergentes en el agua de riego en el número de las hojas.
4. Comparar la germinación y crecimiento de las leguminosas con el uso de agua de riego y agua fertilizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población

Contaminante: producto comercial de limpieza de uso más frecuente en los hogares como son los detergentes comerciales multiuso “Trome”.

Muestra

Cantidades adecuadas que cubrirán la demanda durante el periodo de experimentación.

Metodología

En esta investigación se determinó los efectos de las concentraciones de detergente en el agua de riego en la germinación y crecimiento de cinco especies de leguminosas. Se utilizará dos testigos: agua potable y agua fertilizada.

Materiales

Materiales de ensayos de germinación: 05 placas de Petri.

Materiales para la prueba de germinación: 90 envases plásticos pequeños con tapa.

Materiales para la prueba de crecimiento: 60 envases plásticos medianos tipo balde.

Rotulados de las bandejas señalando la semilla y etiqueta de concentración de A, B, C, y D en función de la concentración del detergente (Tabla 1).

Testigos: T 1 (agua potable) y T2 (agua fertilizada)

Procedimiento para la prueba de germinación

Tabla 1. Prueba de germinación de semillas

Semillas	Concentración del detergente				Testigo	
	A	B	C	D	T1	T2
	0,5 gr	1 gr	1,5 gr	2,5 gr	Agua	Agua fertilizada
<i>Phaseolus vulgaris</i> “frejol”						
<i>Pisum sativum</i> L. “arveja”						
<i>Lens culinaris</i> “lenteja”						
<i>Vicia faba</i> L “haba”						
<i>Cicer arietinum</i> “garbanzo”						

- a. En cada recipiente se colocó dos capas de papel toalla absorbente.
- b. Se humedeció cada recipiente con las soluciones correspondientes. Cada tratamiento se realizó con tres repeticiones haciendo un total de 90 recipientes.
- c. La unidad experimental fue representada por cada recipiente donde se colocó 20 semillas no escarificadas a excepción de 10 en el caso de las semillas de haba. Fueron previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 5% y se evaluaron tres repeticiones.
- d. Se cubrió con su respectiva tapa para evitar la pérdida de la humedad.
- e. En cinco fiolas de 1 L se prepararon las soluciones de riego con el detergente multiuso “Trome” con las siguientes concentraciones: 0,5; 1; 1,5; 2,5 gr/litro. El agua fertilizada se preparó utilizando 10 gr de sulfato de magnesio para un litro de agua (T2).

Prueba de la germinación:

La germinación de las semillas se realizó en el Laboratorio a 19 ± 1 °C y en presencia de luz natural. El número de semillas germinadas se cuantificó cada 12 h. La germinación de las semillas se consideró ocurrida cuando la radícula había emergido y tenía longitud de 1 cm; esta medición se realizó con un calibrador digital tipo Vernier, estándar y milimétrico.

Crecimiento de la planta

Con la finalidad de determinar las diferencias de crecimiento de las 5 leguminosas se realizó el trasplante a recipientes de plástico y paralelamente se realizaron las mediciones de la elongación de la radícula y del talluelo, y el número de hojas.

Utilizando una regla construida con papel milimetrado, se procedió a determinar la longitud de la radícula y del talluelo de las plántulas, correspondientes a cada concentración y a los controles.

La medida de elongación de la radícula se consideró desde el nudo (región más engrosada de transición entre la radícula y el hipocotilo) hasta el ápice radicular. La medida de elongación del talluelo se considera desde el nudo hasta el extremo final.

Diseño experimental

Para verificar el efecto de las aguas con detergente en el crecimiento de las plantas se utilizó un diseño experimental en Bloques Completamente Randomizado (DBCR), con tres repeticiones:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

Y_{ij} = crecimiento de la planta

μ = efecto de la media poblacional

β = efecto del bloque: especie

t_i = efecto de los tratamientos: concentraciones de detergentes

e_{ij} = error muestral

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados a través del paquete estadístico SPSS para probar los efectos de tratamientos y bloques a un nivel de significación del 0,05. Para la separación de medias se utilizará la prueba de rangos múltiples de Tukey (Steel y Torrie, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los contaminantes que más afectan al medio ambiente en la actualidad son los productos químicos que contienen los detergentes, por lo tanto, es importante evaluar la influencia de estos productos y tratar de disminuir el daño que causan.

Al someterse a la germinación de las cinco semillas de leguminosas se encontraron resultados semejantes cuando se usaron aguas de riego con detergentes que contenían 0,5 a 2,5 gr/L de detergente, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de germinación de semillas según tratamiento

		lenteja	haba	arveja	frejol	Garbanzo
T	Agua pot	98.3	73	100	78.3	65
F	Agua fert.	100	90	91.7	28.3	41.7
A	0.5 gr/L	40	76	98.3	58.3	33.3
B	1 gr/L	18	76	81.7	36.7	26.7
C	1.5 gr/L	7.5	25	70	38.3	23.3
D	2.5 gr/L	0	15	38.3	0	0.5

Con la prueba de homogeneidad de varianzas se determinó que no existe diferencias entre tratamientos para las semillas de la “arveja”, “frejol” y “haba”, excepto para las semillas de “lenteja” y “garbanzo” ($p < 0,05$). Al realizar la prueba de comparaciones múltiples por parejas se determinó que las medias significativamente diferentes corresponden al tratamiento D (2,5 gr/L) en las semillas de la “lenteja”, “frejol” y “garbanzo”. Esta concentración es distinta a la que usaron Sánchez et al (2012) que determinaron que las plantas del frejol regadas con 5 gr de detergente en 100 ml de agua durante 4 días, generaron la falta de germinación. Se deduce a la presencia en los detergentes de tensoactivos que destruyen lentamente las membranas celulares que están construidas de lípidos y proteínas, lo que hace que la planta no controle la permeabilidad de dichas membranas. Por otro lado, Isaza (2012)

tuvo como propósito, determinar el efecto de otro contaminante como el plomo en los procesos de imbibición, germinación y crecimiento en el frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el maíz (*Zea mays* L.), donde encontró que una concentración de 5 g l⁻¹ de plomo afecta el proceso de imbibición del frijol. El porcentaje de germinación se redujo en el frejol, pero no afectó las semillas de maíz. El crecimiento de los órganos de raíz, tallo y hoja en ambas especies en presencia de plomo se redujo.

En esta investigación se han utilizado menores concentraciones de detergentes y no han resultado afectados las semillas del frejol, pero si influyó en las semillas de lenteja y garbanzo que podría deberse al recubrimiento de las semillas que según Morales et al (2017) y Carreras et al (2016) mencionan que los tejidos de los cotiledones de la semilla tienen una función importante en el crecimiento embrionario por suministro de nutrientes, protección del eje embrionario y control de su crecimiento, porque actúan como barrera mecánica durante la germinación y desarrollo de la plántula. Se confirma con la prueba de Tukey (Tabla 3) donde la semilla de lenteja no presenta germinación cuando está en presencia de mayor concentración del detergente.

Tabla 3. Resultados de la prueba de Tukey del porcentaje de germinación “lenteja”.

HSD de Tukey ^{a,b}			
tipo de tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D (2.5 gr/L)	3	36,67	
C (1.5 gr/L)	3		88,33
F (fertilizada)	3		91,67
Testigo (agua)	2		97,50
A (0,5 gr/L)	3		98,33
B (1 gr/L)	3		98,33
Sig.		1,000	,778

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 2,769.
- Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

La Figura 1 muestra las medias de la longitud de tallo según tratamiento y la Figura 2 la longitud de tallo según especie, donde se observan muy claramente que existe diferencias del crecimiento de la longitud de tallo considerando las concentraciones de detergente y destacando diferencias con el uso del agua potable y agua fertilizada. Adquiere mayor crecimiento del tallo con el riego de menor concentración del detergente (A=0,5 gr/L) y tiene menor longitud cuando se riega con mayor concentración (D= 2.5 gr/L).

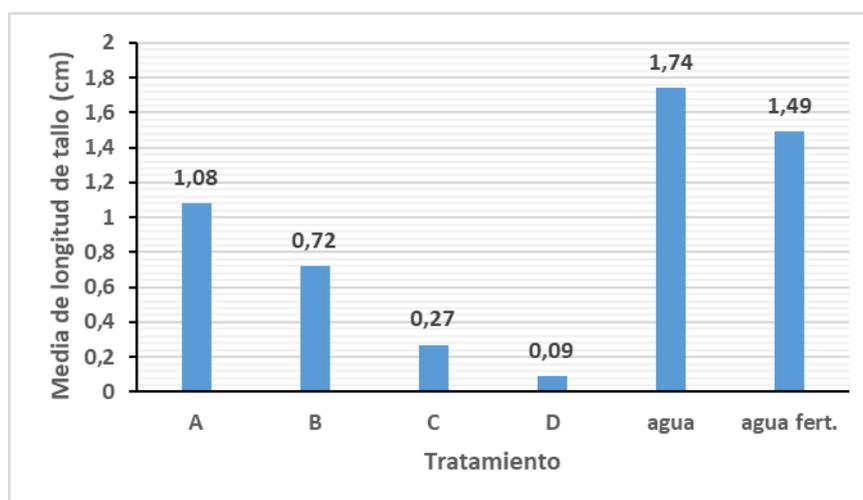


Figura 1. Media de la longitud de tallo de plantas según tratamiento.

La especie “lenteja” seguida de la “arveja” son las que obtienen mayor crecimiento de la longitud del tallo.

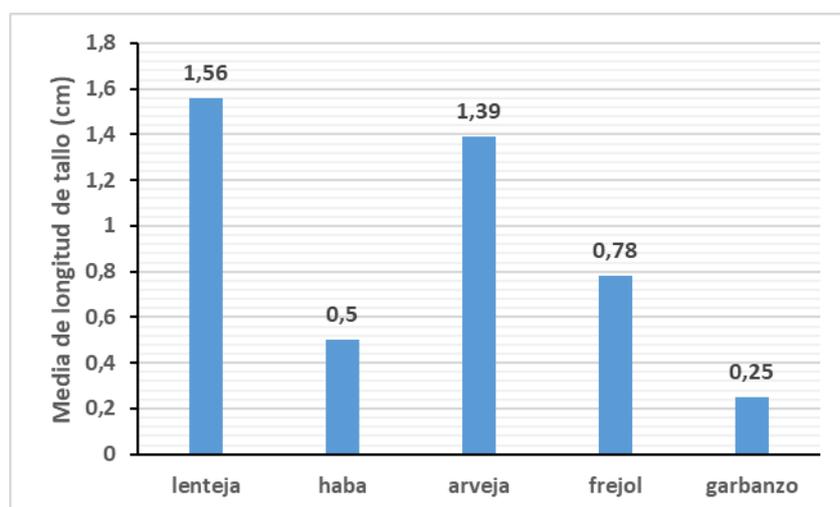


Figura 2. Media de la longitud de tallo de plantas según especie.

La evaluación estadística a un nivel de significación del 0,05 permitió probar los efectos de tratamientos a través del Análisis de varianza (ANVA) como se destaca en la Tabla 4 del tratamiento por especie. Con la prueba de Tukey se prueba los resultados significativos ($p < 0,05$) cuando el agua tiene una concentración de 1 gr/L de detergente (tratamiento B) como se muestra en la Tabla 5, y se observan en el tamaño de las plantas.

Tabla 4. Análisis de varianza (ANVA) de la longitud de tallo según tratamiento y especie.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	755,571 ^a	29	26,054	24,503	,000
Intersección	223,435	1	223,435	210,133	,000
Tratamiento	115,294	5	23,059	21,686	,000
Especie	174,732	4	43,683	41,082	,000
Tratamiento * Especie	162,260	20	8,113	7,630	,000
Error	903,807	850	1,063		
Total	2857,000	880			
Total corregida	1659,378	879			

a. R cuadrado = ,455 (R cuadrado corregida = ,437)

Tabla 5. Prueba de Tukey de la longitud de tallo según tratamiento.

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
2.5 gr/L	103	,129		
1.5 gr/L	143	,422		
1 gr/L	202		,917	
Agua fertilizada	150			1,697
0.5 gr/L	175			1,711
agua potable	107			1,996
Sig.		,170	1,000	,154

Con respecto a la especie, la “lenteja” es la más significativa en comparación a las demás especies respecto a los tratamientos de acuerdo a los resultados de la prueba de Tukey (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de Tukey de la longitud de tallo según especie.

DHS de Tukey^{a,b,c}

Especie de leguminosa	N	Subconjunto		
		1	2	3
Garbanzo	128	,260		
Haba	151	,482		
Frejol	72		1,078	

Arveja	283		1,342	
Lenteja	246			1,883
Sig.		,377	,205	1,000

En la presente investigación, también se consideró otros parámetros como el crecimiento de la radícula y el número de hojas.

Respecto a la longitud de la radícula, se observó mayor crecimiento con el tratamiento A (0.5 gr/L), y disminuye el tamaño promedio a medida que se incrementa la concentración, es decir al utilizar menor concentración del detergente hay mayor desarrollo de la radícula y que incluso superó al alcanzado por el uso del agua potable (T) y agua fertilizada (TF) como se observa en la Figura 3.

Al respecto, Cichetti (2017) menciona que la baja concentración de algunos detergentes puede ser beneficiosa para el crecimiento vegetal. Los detergentes que contienen sodio, cloro y boro pueden tener efectos negativos, mientras que el potasio, amonio y fosfato muestran un buen efecto sobre el crecimiento de plantas. Indica que un número de detergentes sintéticos y jabones contienen productos químicos volátiles y sustancias que pueden tener un efecto negativo sobre el crecimiento normal de las plantas.

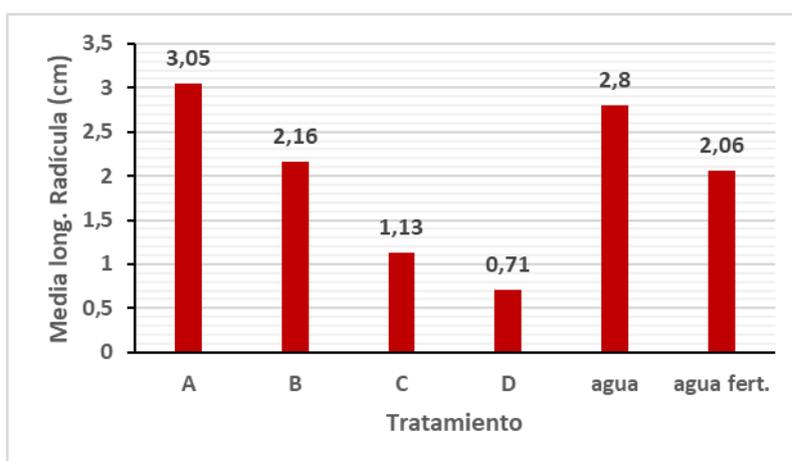


Figura 3. Media de la longitud de radícula según tratamiento

Al diferenciar las especies que respondieron a los tratamientos (Figura 4), se destaca que la “arveja” y el frejol” son las que obtuvieron mayor desarrollo de la radícula frente a la “lenteja”.

Al respecto Graham y Vance (2003) señala que el aumento potencial del cultivo del frejol radica en que es una leguminosa tolerante a la sequía y salinidad citado por Cisneros y Saucedo (2016).

Mera et al. (2015) señala que la arveja responde al fertilizante fosfatado, crece rápido en primavera, por ello requiere un fosfato soluble, como superfosfato triple, en dosis de 150 a 250 kg/ha en suelos bajos en fósforo, incluso en dosis mayores. Hay leguminosas que desarrollan mejor cuando el medio contiene fosfatos como indica Cichetti (2017).

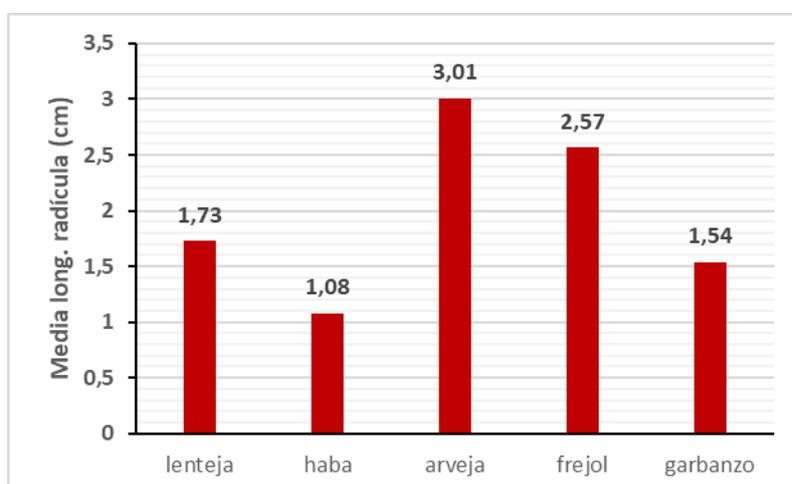


Figura 4. Media de la longitud de radícula según especie

Tabla 7. Análisis de varianza (ANVA) de la longitud de radícula según tratamiento.

Variable dependiente: Longitud de radícula.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1314,831 ^a	29	45,339	26,691	,000
Intersección	1090,691	1	1090,691	642,081	,000
Tratamiento	165,160	5	33,032	19,446	,000
Especie	427,321	4	106,830	62,890	,000
Tratamiento * Especie	215,167	20	10,758	6,333	,000
Error	1443,879	850	1,699		
Total	7236,690	880			
Total corregida	2758,710	879			

a. R cuadrado = ,477 (R cuadrado corregida = ,459)

Con el análisis de varianza (ANVA) se encontró significación estadística ($p < 0,05$) en la longitud de la radícula por efecto del tratamiento y por especie (Tabla 7).

Se comprobó con la prueba de Tukey (Tabla 8) que las longitudes de la radícula tienen mayor significación estadística por efecto de los tratamientos A, C y D. De igual modo las longitudes de la radícula son significativas ($p < 0,05$) cuando se trata de las especies son significativos el “frejol”, “arveja” y “haba” (Tabla 9), que ratifica INFOAGRO (2019) al referirse al cultivo del haba y Valladolid (2001 respecto al frejol.

La última variable evaluada fue el número de hojas de las plantas, donde los resultados señalan mayor número de hojas cuando se utilizaron agua potable seguido del agua fertilizada. Menor desarrollo de hojas en los tratamientos que tuvieron mayor concentración del detergente (C y D).

Tabla 8. Prueba de Tukey de la longitud de radícula según tratamiento.DHS de Tukey^{a,b,c}

Tipo de tratamiento	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
D (2.5 gr/L)	103	1,016				
C (1.5 gr/L)	143		1,537			
agua fertilizada	150			2,017		
B (1 gr/L)	202			2,147		
agua potable	107				2,963	
A (0.5 gr/L)	175					3,472
Sig.		1,000	1,000	,962	1,000	1,000

Tabla 9. Prueba de Tukey de la longitud de radícula según especie.DHS de Tukey^{a,b,c}

Especie de leguminosa	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Haba	151	1,081			
Garbanzo	128		1,596		
Lenteja	246		1,976		
Arveja	283			3,045	
Frejol	72				3,743
Sig.		1,000	,107	1,000	1,000

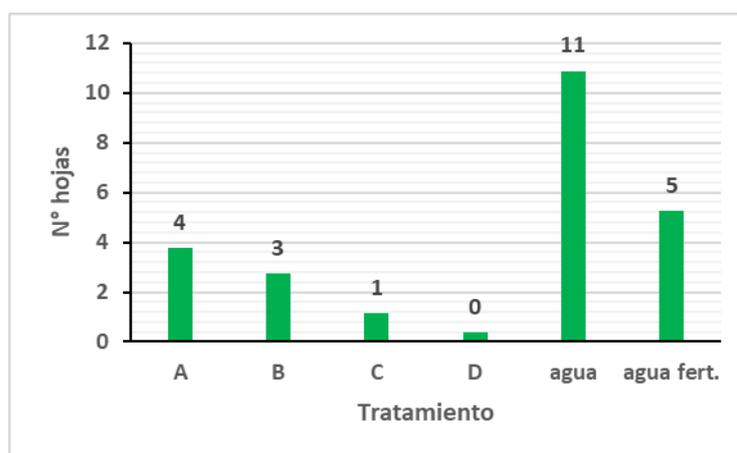


Figura 5. Media del número de hojas según tratamiento

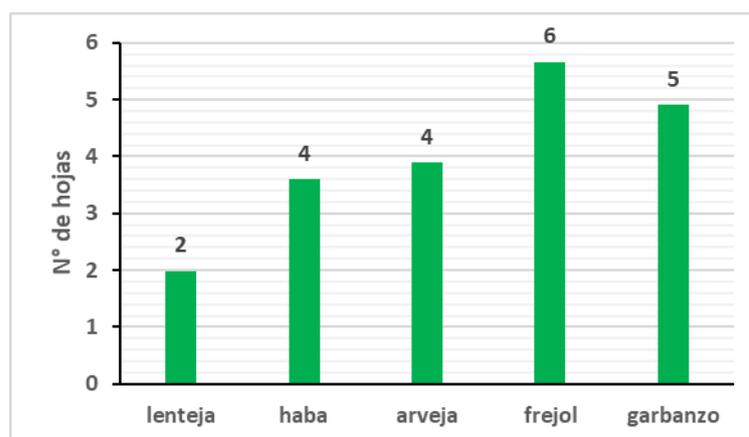


Figura 6. Media del número de hojas según especie

Respecto al número de hojas se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) según los tratamientos y especies (Tabla 10). Con la prueba de Tukey se confirma el efecto significativo del “agua potable” y en cuanto a la especie se encontró significación estadística en el “frejol” (Tabla 11 y 12), coincidiendo con Sánchez et al (2012).

Tabla 10. Análisis de varianza (ANVA) del número de hojas según tratamiento.

Variable dependiente: Número de hojas.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9347,979 ^a	29	322,344	13,210	,000
Intersección	4461,259	1	4461,259	182,831	,000
Tratamiento	4820,736	5	964,147	39,513	,000
Especie	674,038	4	168,509	6,906	,000
Tratamiento * Especie	1775,640	20	88,782	3,638	,000
Error	20740,857	850	24,401		
Total	39462,000	880			
Total corregida	30088,836	879			

a. R cuadrado = ,311 (R cuadrado corregida = ,287)

Tabla 11. Prueba de Tukey del número de hojas según tratamiento.

	Tipo de tratamiento	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
DHS de Tukey ^{a,b,c}	2.5 gr/L	103	,48			
	1.5 gr/L	143	1,31			
	1 gr/L	202	1,94	1,94		
	0.5 gr/L	175		3,31	3,31	
	agua fertilizada	150			4,24	
	agua potable	107				9,61
	Sig.		,135	,190	,626	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 24,401.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 138,316

b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c. Alfa = .05.

Tabla 12. Prueba de Tukey del número de hojas según especie.

	Especie de leguminosa	N	Subconjunto	
			1	2
DHS de Tukey ^{a,b,c}	Lenteja	246	2,06	
	Arveja	283	3,19	
	Haba	151	3,29	
	Garbanzo	128	3,48	
	Frejol	72		7,21
	Sig.		,115	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 24,401.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 139,188

b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c. Alfa = .05.

En conclusión, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el porcentaje de germinación de las semillas de “lenteja” y “garbanzo” por efecto de las concentraciones del detergente que corresponden al tratamiento D (2,5 gr/L). En el crecimiento existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el crecimiento del tallo por efecto del tratamiento B, y considerando destacó la “lenteja”. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la longitud de la radícula por efecto del tratamiento y por especie. Las longitudes de la radícula tienen mayor significación estadística por efecto de los tratamientos A, C y D. Con respecto a las especies fueron las más significativas el “frejol”, “arveja” y “haba”. Respecto al número de hojas se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) según los tratamientos y especies. El incremento del número de hojas fue mayor con el uso del “agua potable” y en cuanto a la especie predominó en el “frejol”.

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad San Cristóbal de Huamanga, por permitir realizar la investigación en sus laboratorios, asimismo a los ayudantes de investigación Mayra Gutiérrez Quintanilla y Kevin Cuya López de la Escuela Profesional de Biología por su colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carreras, J.; Mazzuferi, V.; Karlin, M. (2016). El cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en Argentina. 1ª edición. Universidad Nacional de Córdoba. ISBN 978-950-33-1251-3.

2. Cichetti Joanne. (2017). Efectos del detergente en el crecimiento de las plantas. November 20.
3. Cisneros Estrada Olga, Saucedo Rojas Heber. (2016) Reúso de aguas residuales en la agricultura. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México, 2016.
4. INFOAGRO. Agricultura. Cultivo del haba. (2019).
5. INFOAGRO. Agricultura. Cultivo del garbanzo. (2019).
6. Isaza Guzmán Gustavo. (2012). Efecto del plomo sobre la imbibición, germinación y crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. y *Zea mays* L. Universidad del Valle Sede Pacífico. Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia. e-mail: gustavo.isaza@correounivalle.edu.co
7. Morales-Santos Marta, Peña-Valdivia Cecilia, García-Esteva Antonio, Aguilar-Benítez Gisela, Kohashi-Shibata Josué. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. Agrobiencia vol.51 no.1 México.
8. Pita Villamil José Manuel y Pérez García Félix. (2009). Germinación de semillas. Hojas divulgadoras N° 2090. Ministerio de Agricultura Pesca y alimentación. Madrid.
9. Sánchez A. Ricardo, Salgado Mery, Romero Andrea. (2012). Efecto de contaminantes domiciliarios sobre el crecimiento del poroto común (*Phaseolus vulgaris*).
10. Steel, R.G.D. y J.A. Torrie. (1989). Bioestadística: Principios y procedimientos. Edit. McGraw Hill/ Interamericana, México. 622 pp.
11. Valladolid Ch. Ángel. 2001. Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA. El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. Lima.