

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



EFFECTOS DEL AGUA DE RIEGO CON DETERGENTE EN LA  
GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE LENTEJA (*Lens culinaris* L.)

## T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por la Bachiller:

**LISELA PAMELA GOICOCHEA SALAZAR**

Asesor:

**Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Secretaría Académica



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Cajamarca, a los veintisiete días del mes de enero del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 027-2022-FCA-UNC, de fecha 18 de febrero del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "EFECTOS DE AGUA DE RIEGO CON DETERGENTE EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE LENTEJA (*Lens culinaris* L.)", realizada por la Bachiller **LISELA PAMELA GOICOCHEA SALAZAR** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las diez horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las once horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia  
PRESIDENTE

Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas  
SECRETARIO

Ing. M. Cs. José Ramiro Díaz Cumpén  
VOCAL

Dr. Manuel Sajomón Roncal Ordóñez  
ASESOR

## DEDICATORIA

A aquel hombre que significo el amor sincero y verdadero, aquel que día a día compartió conmigo toda su alegría y tristeza, mi querido y siempre recordado padre Noe Goicochea, a mi madre Dianira, que siempre es mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, a ellos que me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello de una manera desinteresada y lleno de amor.

A mis hijos Noe y Zoe, quienes son mi motor para seguir luchando y seguir superándome como persona y profesionalmente, ustedes son mi principal motivación.

A mi hermana Valeria, mi apoyo incondicional, gracias por todo el amor y cuidado brindado a mis hijos.

A mi esposo Ronald por sus palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mi tía Cleofe y a mi amiga Alicia, ustedes han sido fundamental, han estado conmigo incluso en los momentos más tristes. Esta tesis no fue fácil, pero estuvieron siempre motivándome.

Gracias a todos por su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirnos la vida y darnos salud a mi persona y a mis seres queridos en estos momentos difíciles.

Agradezco a mi asesor Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez, que, con sus conocimientos, apoyo, dedicación y paciencia, ha sabido guiarme en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

A todos los docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca y a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental y a todos los docentes que durante mis años de estudio me inculcaron buenas enseñanzas tanto para la vida laboral y personal.

## INDICE

	Pg
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general .....	2
CAPITULO II.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Antecedentes de la investigación.....	3
2.2 Bases teóricas. ....	4
2.2.1 Germinación de la semilla. ....	4
2.2.3 Generalidades del cultivo de lenteja .....	6
a) Factores que influye en el crecimiento y desarrollo del cultivo de lenteja.....	7
b) Taxonomía.....	7
2.2.4 Generalidades de microflora del suelo.....	7
a) Características morfológicas de algunas especies de Deuteromycetes.....	8
2.2.5 Detergentes .....	9
a) Composición del detergente .....	10
b) Composición de los detergentes Ariel, Ace y Patito; .....	11
c) Efectos de detergentes en el suelo.....	11
d) Efecto de detergentes en semillas .....	12
e) Problemas de contaminación con detergentes .....	12
CAPITULO III.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Ubicación.....	13
3.2 Materiales.....	13
3.2.1 Sustrato agrícola.....	13
3.2.2 Detergentes.....	13
3.2.3 Material biológico.....	13
3.2.4 Material de laboratorio .....	13
3.3 Metodología.....	14
3.3.1 Trabajo en campo.....	14
3.3.2 Trabajo en laboratorio.....	15

3.3.3	Determinación de microorganismos fungosos en los sustratos regados con soluciones con agua con detergente.....	16
3.3.4	Exposición de semillas de lenteja en el agua de riego con detergente... Factores, niveles y combinaciones de tratamientos en estudio.....	17
3.3.5	Tratamientos y diseño estadístico.....	18
CAPÍTULO IV .....		20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		20
CAPITULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		35
CAPITULO VI		
BIBLIOGRAFÍA.....		36
ANEXOS.....		40
GLOSARIO.....		42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Fases de la germinación .....	6
Fig. 2. Estructuras de los detergentes.....	10
Fig. 3. Porcentaje de germinación de semillas de lenteja con respecto al tiempo de remojo en soluciones de detergente Ariel, Ace y Patito.....	20
Fig. 4. Crecimiento longitudinal de la radícula con respecto al tiempo de remojo en agua de riego con detergente Ariel, Ace y Patito. ....	25
Fig. 5. Crecimiento longitudinal de la plúmula con respecto al tiempo de exposición en agua de riego con detergente Ariel, Ace y Patito. ....	29
Fig. 6. Conidióforo con ramificación terminal mostrando conidios unicelulares de <i>Cladosporium</i> sp.....	32
Fig. 7. Conidióforo ramificado en el tercio superior mostrando fiálides y conidios unicelulares de <i>Penicillium</i> sp.....	32
Fig. 8. Hifas de <i>Torula</i> sp. conformadas por artrosporas.....	33
Fig. 9. Hifas, conidióforos y conidios catenulados de <i>Alternaria</i> sp. ....	33
Fig. 10. Hifas, conidióforos simples, mostrando conidios agrupados en la porción terminal de <i>Cephalosporium</i> sp.....	34
Fig. 11. <i>Cephalosporium</i> sp. ....	34
Fig. 12. Hifa, conidióforo, mostrando una célula abultada en donde se distingue fiálides y conidios unicelulares de <i>Aspergillus</i> sp. ....	34
Fig. 13. <i>Aspergillus</i> sp. ....	34
Fig. 14. Germinación de las semillas de lenteja remojadas en solución de agua con detergente desde 1 hora a 12 horas. ....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de los detergentes .....	11
Tabla 2. Medición pH de la solución de agua potable con detergente.....	15
Tabla 3. Medición de pH de sustrato regado con detergentes .....	15
Tabla 4. pH de la solución de agua destilada con detergente .....	16
Tabla 5. Factores, niveles y combinaciones de tratamientos .....	18
Tabla 6. Análisis de la varianza del DCR bajo el arreglo de un factorial 7x4, prueba de F para el efecto del agua de riego con detergente en las semillas de lenteja, en un tiempo de remojo de 1 hora hasta 7 horas .....	18
Tabla 7. Porcentaje de germinación de semillas de lenteja.....	20
Tabla 8. Análisis de la varianza (ANVA) del diseño factorial 7 x 4 para la germinación de las semillas de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> L.) .....	22
Tabla 9. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias de la germinación de las semillas de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> ), en cuanto al efecto del detergente. ....	22
Tabla 10. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias de germinativo de las semillas de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> ), en cuanto al tiempo de remojo. ....	23
Tabla 11. Longitud de radícula de lenteja, remojadas en soluciones agua con detergente, en un tiempo de remojo de 7 horas. ....	24
Tabla 12. Análisis de la varianza (ANVA) del diseño factorial 7 x 4 para el crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> L). ....	26
Tabla 13. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> L), en cuanto al efecto del detergente.....	26
Tabla 14. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento de la radícula de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> L.), en cuanto al tiempo de remojo. ....	27
Tabla 15. Longitud de plúmula de lenteja, remojadas en soluciones de agua con detergente en un tiempo de remojo de 7 horas.....	28
Tabla 16. Análisis de la varianza (ANVA) del diseño factorial 7 x 4 para el crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> L). ....	30
Tabla 17. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> L.), en cuanto al efecto del detergente.....	30

Tabla 18. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento de la plúmula de lenteja ( <i>Lens culinaris</i> L.), en cuanto al tiempo de remojo. ....	31
Tabla 19. Microorganismos fungosos presentes en los diferentes sustratos contaminados con detergente .....	31

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar el efecto del agua con detergente en la germinación de semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.), así como también; en el efecto sobre los microorganismos fungosos del sustrato suelo. En el estudio se utilizó tres tipos de detergentes comerciales; Ariel, Ace y Patito, y se condujo bajo el diseño experimental completamente randomizado con arreglo factorial de 7 x 4 con cinco repeticiones. Determinando que los surfactantes de cada producto ejercen toxicidad en la germinación de las semillas, afectando el crecimiento longitudinal de la radícula y plúmula. Las semillas sembradas y las regadas con las soluciones de estos productos no prosperaron, en cambio las plantas testigos llegan a fructificar. Referente a los microorganismos fungosos en el sustrato Testigo se lograron identificar *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp.; en el sustrato regado con solución Patito se aisló *Cladosporium* sp.; con Ace, se aislaron *Cladosporium* sp., *Cephalosporium* sp., *Alternaria* sp. y en el medio regado con Ariel, prosperaron *Cladosporium* sp., *Torula* sp., indicando que los surfactantes de estos detergentes no tienen efecto fungicida.

Palabras clave: Detergente, *Lens culinaris* L., hongo.

## ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the effect of water with detergent on the germination of lentil seeds (*Lens culinaris* L.), as well as; in the effect on the fungal microorganisms of the soil substrate. In the study, three types of commercial detergents were used; Ariel, Ace and Patito, and it was conducted under the completely randomized experimental design with a 7 x 4 factorial arrangement with five repetitions. Determining that the surfactants of each product exert toxicity in the germination of the seeds, affecting the longitudinal growth of the radicle and plumule. The seeds sown and those irrigated with the solutions of these products did not prosper, whereas the control plants come to bear fruit. Regarding the fungal microorganisms in the Control substrate, it was possible to identify *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp.; *Cladosporium* sp. was isolated in the substrate irrigated with Duckling solution; with Ace, *Cladosporium* sp., *Cephalosporium* sp., *Alternaria* sp. and in the medium irrigated with Ariel, *Cladosporium* sp., *Torula* sp. prospered, indicating that the surfactants of these detergents do not have a fungicidal effect.

Key words: Detergent, *Lens culinaris* L., fungus.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Los detergentes domésticos se encuentran entre los contaminantes de naturaleza orgánica de mayor trascendencia a nivel mundial, vertidos principalmente a través de descargas industriales y domésticas; causando principalmente contaminación en agua y suelo.

La contaminación a través de los detergentes se debe a los componentes tensioactivos de cada producto, que además de eliminar la suciedad y disminuir la dureza del agua, tiene efecto biocida contra organismos susceptibles; ocurriendo lo contrario, con algunos miembros del fitoplancton. Referente a este tipo de contaminación se tiene limitada información, que solo a través de trabajos de investigación se podrá dilucidar el efecto que causa el riego de agua con detergente de uso doméstico en la germinación de semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.), como también el crecimiento y desarrollo de las plantas y que microorganismos fungosos prosperan en los sustratos regados con las soluciones de estos detergentes.

Esta es la razón del por qué se realizó la presente investigación.

### **Objetivo general**

Determinar el efecto del agua de riego con detergente en la germinación de semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.).

### **Objetivos específicos**

Determinar el efecto del agua de riego con detergente en el crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja (*Lens culinaris* L.).

Determinar el efecto del agua de riego con detergente en el crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja (*Lens culinaris* L.).

Determinar que microorganismos fungosos desarrollan en el sustrato suelo, regados con soluciones de los detergentes.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Pérez (2010) en el trabajo de investigación “Determinación de la concentración de inhibición media (CE<sub>50-120</sub>) producida por el elemento la plata (Ag<sup>+</sup>) y los detergentes aniónicos (LAS). Mediante bioensayos de toxicidad sobre semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)”, encontró, que existe efecto fitotóxico de los detergentes aniónicos en el crecimiento radicular de plantas, expuestas a este producto durante 120 h (5 días); determinando que causó inhibición de crecimiento principalmente a concentraciones de 85,6 y 111,5 ppm; e inhibieron el desarrollo de la radícula y plúmula en un 50%.

En la investigación realizada por Jovanic *et al* (2010), con semillas de *Vigna radiata*, regadas con detergente alcalino, generó la pérdida de turgencia celular; disminuyendo la producción del  $\beta$  - caroteno, causando clorosis en la planta. Además; alteró el metabolismo fisiológico, inhibiendo la germinación de semillas, causado por el dodecilsulfato sódico (NaC<sub>12</sub>H<sub>25</sub>SO<sub>4</sub>).

Sawadogo (2014), realizó un trabajo de investigación, donde utilizó un detergente con tensioactivos aniónicos (LAS) para probar sus efectos sobre el crecimiento de las plantas a través del agua de riego. En el ensayo se cultivó lechuga y okra en macetas y se regó con agua destilada con diferentes concentraciones de detergente: baja concentración de 0,1 g/L; concentración normal de 1,0 g/L, alta concentración de 5,0 g/L y agua destilada como control, por un periodo de prueba de tres meses. Los resultados mostraron, que más de 1,0 g/L de detergente de ropa puede inhibir el crecimiento de plantas y la aplicación de alta concentración agrava aún más el crecimiento debido la salinidad del suelo.

Ñazco (2018) determinó el efecto de diferentes concentraciones del detergente, sobre la germinación, crecimiento, esporulación y actividad del hongo *Beauveria bassiana*, donde se comprobó que no afecta al entomopatógeno.

Sánchez *et al* (2012) determinó que las plantas de frejol regadas con 5g de detergente en 100 ml de agua durante 4 días, generaron semillas de deficiente germinación, debido a la destrucción lenta de las membranas celulares que están construidas de lípidos y proteínas, por lo que hace que la planta no controle la permeabilidad.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Germinación de la semilla.**

Definido como el regreso a la vida activa de un embrión que estuvo de reposo, es decir; que ha detenido su crecimiento y su capacidad de síntesis, pero mantiene su potencial de crecimiento y desarrollo. La semilla contiene sustancias de reserva suficientes para sostener el crecimiento del embrión, hasta que se convierta en una planta autótrofa (Ronco 2011).

#### **a) Fases de la germinación:**

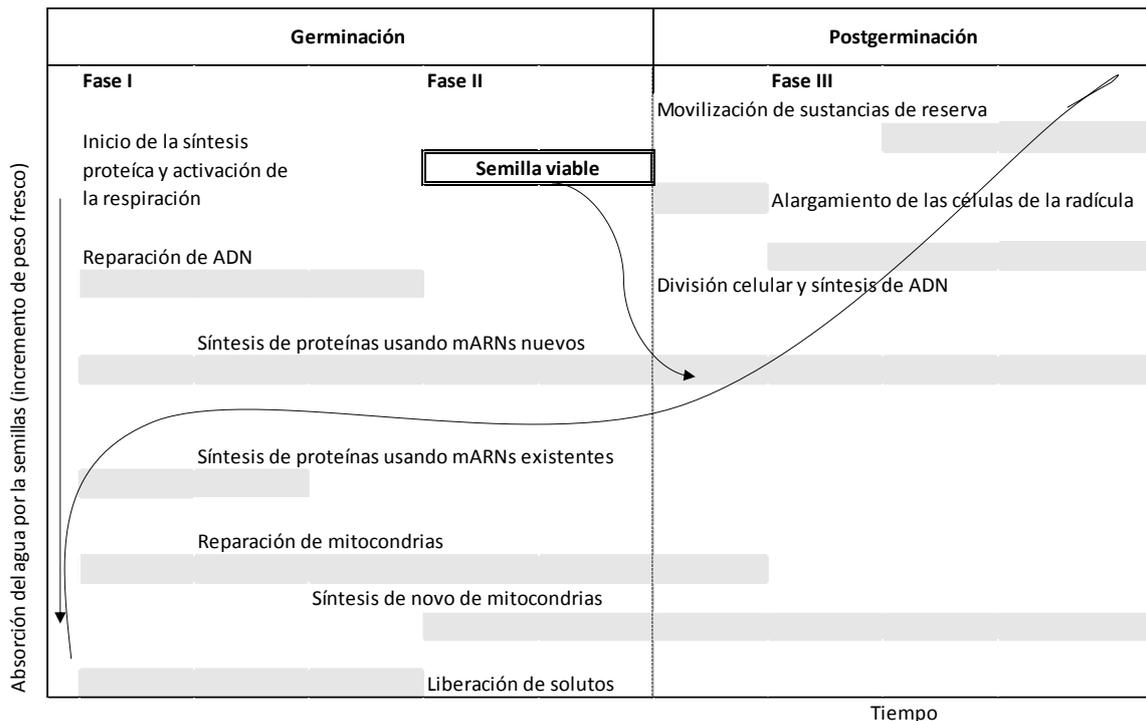
**Fase I: Imbibición**, entrada del agua a la semilla deshidratada, comienzan a activarse una serie de procesos metabólicos. El éxito de la germinación dependerá de la velocidad del movimiento de esta agua, desde el suelo a la semilla (Ronco 2011).

La cantidad de agua absorbida depende del tipo de sustancias de reserva que contengan; aquellas con endosperma amiláceo tienen un grado de hidratación menor que las que presentan endosperma proteico, que son altamente hidratables. El agua penetra a través de los tegumentos, la micrópila, la lente (estrofíolo), las paredes y las membranas celulares ligadas por uniones de hidrógeno a los coloides y otras sustancias eléctricamente cargadas. Al inicio, el ingreso de agua es rápido. Las macromoléculas y estructuras se rehidratan y recuperan sus formas funcionales (Courtis 2013).

**Fase II: Síntesis y activación de los sistemas enzimáticos**; las enzimas hidrolíticas degradan las reservas (almidón, inulina) hasta glucosa, fructosa y las ponen a disposición del embrión, generando energía para los procesos de respiración y fermentación (Ronco 2011).

En el movimiento de las reservas, el embrión empieza a producir giberelinas y citocininas; necesarias para contrarrestar la acción de los inhibidores del crecimiento e iniciar el proceso de germinación, principio que se difunde hasta la capa de aleurona ocasionando la acción de los genes para la síntesis de las enzimas. Éstas se activan o se sintetizan, al empezar la germinación (Bidwell 1990). Los tejidos de los cotiledones de la semilla tienen función importante en el crecimiento embrionario, porque suministran nutrientes, protegen el eje embrionario y controlan su crecimiento, y desarrollo de la plántula (Carreras *et al* 2016).

**Fase II: Germinación visible**, se incrementa la absorción de agua por el crecimiento del embrión, asociado a la acumulación de solutos osmóticamente activos, el aumento de tamaño de las paredes celulares, se debe al crecimiento celular. La radícula rompe las cubiertas y pasa de un metabolismo anaeróbico a aeróbico, también se produce división y alargamiento celular (Ronco 2011). En un extremo del embrión, se diferencia la radícula, y en el otro la plúmula (Bidwell 1990). Aprovechando los nutrientes, que disminuyen progresivamente a medida que se establece la plántula (Fuller 1994), solo dejara de crecer por falta de agua, luz, y temperatura desfavorable; a la vez es importante la profundidad de la semilla enterrada (Wilson 1980).



**Fig. 1.** Fases de la germinación; durante la fase I, la semilla absorbe agua (imbibición); comienza la actividad metabólica, produciéndose la reparación de los componentes celulares dañados (fase II); apareciendo la radícula (fase III). (Fuente: Ronco 2011; adaptado por Goicochea 2023).

### 2.2.2 Factores que afectan la germinación.

La imbibición se verá afectada por la concentración de sales del agua (Besnier 1989); puesto que inhiben la absorción de ésta, siendo este el comienzo del proceso fisiológico que se activan las enzimas que hidrolizan las reservas del alimento e inician el metabolismo, y/o causan el efecto tóxico de los iones en el embrión; por lo tanto la raíz no surgirá debido a la reducción del potencial hídrico entre la semilla y el medio externo; el estrés osmótico es otra causa para que no ocurra la normal germinación en la fase de imbibición. En semillas de leguminosas, la movilización del almidón se produce con el establecimiento de la plántula; pero es sensible a las sales (Hernández 2021).

### 2.2.3 Generalidades del cultivo de lenteja

Planta anual herbácea incluida en la familia Fabácea presenta tallos de 30 a 40 cm, endebles, ramosos y estriados, hojas oblongas, estípulas lanceoladas, zarcillos poco arrollados, flores blancas con venas moradas, dispuestas sobre un pedúnculo axilar, el fruto en vaina pequeña, contiene de dos o tres semillas pardas en forma de disco de hasta medio centímetro de diámetro aproximadamente (Arestegui 2009).

### **a) Factores que influye en el crecimiento y desarrollo del cultivo de lenteja**

Esta especie por tener alta variabilidad genética, se adaptan a diversas condiciones climáticas, prospera con precipitaciones entre 200 y 250 mm; por tanto, se dice que tolera escasez de agua (Alonso 1980).

Se adapta a diferentes tipos de suelos, desde los más ligeros a los más pesados, con pH comprendido entre 5,5 a 9,0; requiere temperaturas entre 5 y 28°C (Franco y Ramos 1996).

### **b) Taxonomía**

Reino Plantae; división Magnoliophyta; clase Magnoliopsida; orden Fabales; familia Fabaceae; subfamilia Faboideae; tribu Fabeae; género *Lens* y especie *Lens culinaris* L. (Sonnante 2009).

#### **2.2.4 Generalidades de microflora del suelo**

Los microorganismos que viven en el suelo, tienen actividades específicas (Lampkin 2001), unos viven en simbiosis en el sistema radicular, destacando los hongos conocidos como micorrizas; existen también parásitos que viven a expensas del hospedero, pero sin causar daño y los patógenos que necrosan el sistema radicular de las plantas que son principalmente especies de los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillum* y *Phytophthora* (Roncal 2004).

Los hongos crecen activamente en el sustrato suelo, a partir de una base alimenticia, constituida por partículas orgánicas; son aerobios, en un cultivo con niveles bajos de oxígeno y/o altos de bióxido de carbono; el efecto en los hospederos es del orden morfogénicos (Campbell 1987); a la vez crecen en la mayoría de los suelos ácidos (por debajo de pH 5), tales como *Cephalosporium* sp. y *Fusarium* sp. son acidotolerantes, aunque su pH óptimo se aproxime a la neutralidad (Grant 1989).

Los hongos que producen esporas, se encuentran en la clase Zygomycetes orden Mucolares (*Mucor*, *Mortierella* y *Rhizopus*) y los que producen conidios en los Deuteromycetos (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Alternaria* y *Botrytis*); en la clase Basidiomycetos existen especies que se

asociación con forestales a través de las micorrizas, destacan diferentes especies de los géneros *Russula* y *Lactarius* que se encuentran en los bosques de tayas y pinos (Campbell 1987).

Diferentes especies de hongos imperfectos que prosperen en el suelo, son de los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cephalosporium*, *Cladosporium*, son aptos para ser aislados, debido a que las conidiosporas son producidas numerosamente (Grant 1989).

#### **a) Características morfológicas de algunas especies de Deuteromycetes**

***Alternaria spp.***, prospera en medio PDA, desarrolla micelio algodonoso de color gris a oscuro con hifas y conidios marrones claro a oscuro. Las conidias se forman en el ápice de la célula conidiogénica dispuesta al final del conidióforo (Bardales y Roncal 2019).

***Penicillium spp.***, crecen y desarrollan en medio de cultivo PDA, inicialmente presenta colonias blancas aterciopeladas, que al producir conidios toman diferentes colores, según la especie, al final se aprecia de aspecto pulverulento. Las hifas alcanzan un diámetro entre 2 o 3  $\mu\text{m}$  con septos. Los conidióforos se ramifican en el tercio superior (Roncal, 2004), terminando en fiálides, mayormente semejan a una botellita en cuya parte apical se los conidios catenulados (Bardales y Roncal 2019).

***Cephalosporium spp.***, existen especies parasitas y saprofitas, se encuentran en el suelo y fácilmente penetran los tejidos. Crece en medio PDA, con micelio de color blanco, algodonosa con tono gris amarillento; presenta hifas senocíticas, conidióforos delgados o hinchados, simples, relativamente pequeños, conidios hialinos, unicelulares, ovales a elípticos y unidos forman grupos en una gota mucilaginosas (Edquén y Roncal 2019).

***Cladosporium spp.***, desarrollan en frutos secos suculentos dañados mecánicamente o sobre maduros, también prosperan en hojas, tallos y restos florales necrosados. El micelio se muestra de color olivo a negro, adherido a la superficie afectada (Edquén y Roncal 2019).

***Aspergillus spp.***, desarrolla conidióforos erguidos, simples, que terminan en hinchazón globosa o claviforme, con fiálides en cuyo ápice se diferencia o desarrolla conidios (fialosporas) unicelulares, globosas, forman cadenas basípetas secas que agrupados en masa y que de acuerdo a la especie son de varios colores (Barnett y Hunter 1998).

***Torula spp.***, presenta conidióforos cortos, oscuros, simples, ramificados o ausentes, conidias (porosporas, blastosporas), alveolares, redondas oscuras, en cadenas acropétalas; algunas especies son saprófitas (Barnett y Hunter 1998); recientemente se ha detectado patógenos en quinal (*Polylepis racemosa*) (Chávez y Roncal 2021).

### **2.2.5 Detergentes**

Palabra que deriva del latín detergere = limpiara, por tener la capacidad de disminuir la tensión superficial del líquido en que se disuelven (Seoáñez 1999); facilitan la eliminación de los restos y suciedades de las superficies (Moreno 2006).

Los detergentes son compuestos capaces de emulsionar grasas y las partículas adheridas al cuerpo; también se les conoce como surfactantes, porque actúan sobre superficies formando moléculas solubles con el agua (Calixto 2008).

Químicamente son sulfatos y sulfonatos; como el sulfato lauril de sodio ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_3\text{Na}$ ), el sulfonato alquil benceno o ABS ( $\text{NaO}_3\text{S}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_{11.6}\text{H}_{24.2}$ ) y el sulfonato alquil benceno lineal o LAS ( $\text{Na}^+ \text{O}_3\text{S}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHR}_1\text{R}_2$ ). El ABS se obtiene de polímeros de propileno y del grupo alquil con una cadena de átomos de carbono muy ramificada. El LAS se obtiene de parafinas de cadena recta con anillos bencénicos adheridos a los átomos de carbono primario y secundario, con una estructura no ramificada (Romero 2005).

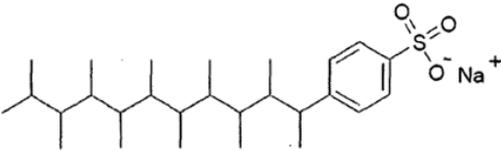
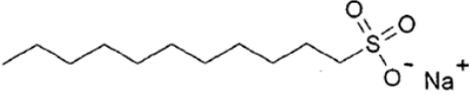
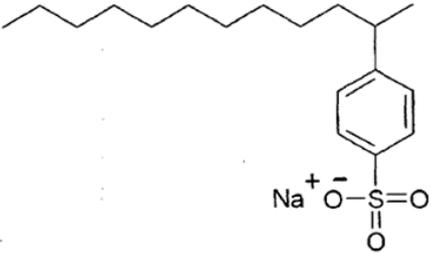
Nombre	Estructura
Sulfato Aquil Benceno (ABS)	
Lauril Sulfato de Sodio (SLS)	
Sulfato aquil benceno lineal (LAS)	

Fig. 2. Estructuras de los detergentes. (Fuente: Visitación 2004)

**a) Composición del detergente**, intervienen cuatro grupos de sustancias: los tensioactivos o surfactantes; comprenden el grupo soluble en agua o hidrófilo, y otro soluble en grasa o líófilo. Las propiedades de mojado se incrementan con el contacto entre el agua, la superficie a limpiar y la suciedad a eliminar. Su capacidad emulsificante facilita la dispersión de las grasas en pequeñas gotas (Calixto et al. 2008).

El grupo hidrofílico es polar propio de los detergentes catiónicos y aniónicos, así como los no iónicos o híbridos. Los detergentes no iónicos dependen del óxido de etileno para solubilizarse, puesto que no se ionizan; los aniónicos se ionizan para dar el catión  $\text{Na}^+$  y un anión activo superficialmente, el detergente aniónico más usado es el LAS. Los detergentes catiónicos poseen cationes superficialmente activos siendo sales de hidróxido de amonio cuaternario; tienen propiedades bactericidas y se usan como desinfectantes (Romero 2005).

**Adyuvantes**; suavizan las aguas duras y la suciedad que contienen iones de calcio (Ca) y magnesio (Mg) (compuestos que perturban los procesos de limpieza que al reaccionar con los tensioactivos generan productos insolubles) (Calixto et al. 2008).

**Blanqueadores;** sirven para eliminar manchas resistentes, siendo necesario utilizar la descomposición por vía química, obteniéndose blancos brillantes (Calixto *et al.* 2008).

**Aditivos;** los detergentes contienen diversos aditivos, entre ellos los diluyentes, perfumes, colorantes y agentes antiespumantes (Calixto *et al.* 2008).

**b) Composición de los detergentes Ariel, Ace y Patito;** están compuestos por dodecibenceno sulfonato de sodio (ingrediente básico) más intensificadores de limpieza, coadyuvantes de limpieza y aditivos estéticos (fragancia y colorantes). Los detergentes Ariel y Ace poseen biodegradabilidad. El detergente Ace contiene menos de 3% de fósforo (P) y el detergente Patito tiene agentes dispersantes, sistema enzimático, agente blanqueador y aditivos (Masco 2017).

**Tabla 1.** Composición química de los detergentes usados en la presente investigación

<b>Detergente</b>	<b>Composición química</b>
Ariel	Peróxido de carbonato de sodio, carbonato de sodio, dodecibenceno sulfonato de sodio, silicato de sodio.
Ace	Peróxido de carbonato de sodio, carbonato de sodio, dodecibenceno sulfonato de sodio, silicato de sodio.
Patito	Tripolifosfato de sodio, dodecibenceno sulfonato de sodio, perborato de sodio, silicato de sodio, carboximetil celulosa, abrillantadores.

**Fuente:** Tomada de Procter & Gamble (Fichas de seguridad).

**c) Efectos de detergentes en el suelo;** cuando son arrastrados por las aguas de escorrentía; ejercen efectos de varias formas; alteran las características de la microflora, microfauna; modificando la infiltración y las características físicas, como porosidad del suelo (Seoáñez 1999).

**d) Efecto de detergentes en semillas;** al evaluar el riesgo ecotoxicológico generado por la presencia del tensioactivo en suelos agrícolas; se indica que en la germinación; existe una barrera (testa); la cual está entre el embrión y su entorno inmediato que lo protege contra la toxicidad; sin embargo, a altas concentraciones de LAS (10 – 20 mg/L) ocasionan inhibición en la germinación de la semilla, además; el componente del detergente LAS puede aumentar el riesgo de potencial de toxicidad por la presencia de otros contaminantes tóxicos (Calvo 2016).

**e) Problemas de contaminación con detergentes**

**Los surfactantes o agentes tensoactivos,** ocasionan la formación de espuma y toxicidad del agua, provocando problemas de olor y sabor por largo tiempo, también ponen en peligro a la flora y la fauna de las fuentes de agua, además contaminan los suelos y cultivos al ser utilizadas como agua de riego (Calixto *et al.* 2008). **Los coadyuvantes,** constituidos por polifosfatos, son agentes que causan eutrofización, dificultando la transferencia del oxígeno, provocando que se perturbe el ciclo del oxígeno y los espejos de agua (Orozco *et al.* 2011).

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación**

El presente trabajo se desarrolló en un huerto familiar en la ciudad de Celendín, que se encuentra a 2625 m de altitud a 6° 52' 5" de latitud sur y 78° 8' 56" de longitud oeste, y en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada a 2700 m de altitud, a 3.5 km distante de la ciudad de Cajamarca, carretera Baños del Inca, a 7°10'48" de latitud sur y 78°06'48" de longitud oeste.

#### **3.2 Materiales**

##### **3.2.1 Sustrato agrícola**

El sustrato está compuesto por tres partes de suelo agrícola, dos de arena y una de compost.

##### **3.2.2 Detergentes**

Ariel, Ace y Patito.

##### **3.2.3 Material biológico**

Semillas y plantas de lenteja (*Lens culinaris* L.) y cepas de hongos del sustrato suelo (macetas).

##### **3.2.4 Material de laboratorio**

**Material de vidrio;** láminas porta y cubre objetos, cajas Petri, vasos de precipitado de diferente capacidad, tubos de ensayo, beakers, matraz y erlenmeyer.

**Equipo óptico;** lupa, microscopio, estereoscopio y cámara fotográfica.

**Equipo de esterilización y asepsia;** auto clave, cámara de flujo laminar, estufa, mechero, pulverizadores para alcohol.

**Medio de cultivo;** papa, dextrosa, agar (PDA).

**Desinfectantes;** alcohol de 90°, hipoclorito de sodio de 2 – 5 %.

**Otros materiales;** cámara húmeda de táperes descartables de 250 cc, encendedor, cinta masking, navajas, agujas hipodérmicas, algodón, papel aluminio, pinzas, bisturís, papel filtro, cuaderno, lapiceros, plumón indeleble,

papel bond A4, reglas, perforador, tijera, fólderres, sorbetes, pulverizadores manuales para hipoclorito de sodio y alcohol.

### **3.3 Metodología**

#### **3.3.1 Trabajo en campo**

**a. Preparación del sustrato suelo;** para la preparación se mezcló tres partes de suelo agrícola, dos de arena y una de compost; los cuales fueron mezclados uniformemente, para luego ser dispuestos en cada maceta, de un kg de capacidad.

**b. Preparación de macetas;** se utilizó botellas de plástico de bebidas gaseosas de tres litros de capacidad, las cuales fueron preparadas para poder ser utilizadas como maceta, se seccionaron en dos partes; teniendo en cuenta la medida de 16 cm de la base, la parte en forma de cilindro es en donde se recepciona el agua de riego y en la parte superior en forma de embudo se colocó 1 kg de sustrato agrícola en donde se sembró la leguminosa.

**c. pH del sustrato;** 8.26.

**d. pH del agua potable;** 7.65.

**e. Siembra de semillas;** en cada maceta se colocó cinco semillas de lenteja a un 1 cm de profundidad.

**f. Preparación de las soluciones de agua con detergente;** por cada solución de agua con detergente se utilizó un litro de agua, al que se agregó 25 g de los respectivos detergente Ariel, Ace y Patito. Los 25 g de detergente diluido en 1 litro de agua potable; es la proporción del lavado común que para lavar 1 kg de ropa que comúnmente se utiliza 150 g de detergente en 6 litros de agua.

### g. pH de la solución del agua potable con detergente

Tabla 2. pH de la solución de agua potable con detergente, usado como agua de riego

Solución del agua potable con detergente	pH	Calificación del pH
Detergente Ace con agua	11.93	Fuertemente alcalino
Detergente Ariel con agua	11.63	Fuertemente alcalino
Detergente Patito con agua	11.49	Fuertemente alcalino

**Nota:** Datos tomados en Laboratorio Ingeniería Ambiental

**h. Riego;** una vez terminada la siembra se procedió a regar con 200 ml de agua con detergente por maceta, el riego se realizó cada 15 días, por un periodo de 4 meses.

### i. pH de sustrato regado con soluciones de agua con los detergentes Ariel, Ace y Patito.

Tabla 3. pH de sustrato regado con solución de agua con detergente.

Sustrato regado con solución de agua con detergente	pH	Calificación del pH
Sustrato regado con solución de agua con detergente Ace	10.12	Moderadamente alcalino
Sustrato regado con solución de agua con detergente Ariel	10.10	Moderadamente alcalino
Sustrato regado con solución de agua con detergente Patito	10.04	Moderadamente alcalino

**Nota:** Datos tomados en Laboratorio Ingeniería Ambiental

### 3.3.2 Trabajo en laboratorio.

**a. Elaboración de cámara húmeda;** se utilizaron 140 tapers, en donde se colocó unos trozos de papel toalla estériles recortado en forma circular, de acuerdo a la forma del taper, los cuales fueron humedecidos con agua destilada estéril.

**b. Preparación de las soluciones con detergente;** cada solución se preparó con 5g de detergente en 200ml de agua.

**c. pH de la solución de agua destilada con detergente**

**Tabla 4.** pH de la solución de agua destilada con detergente, usado como agua de riego.

<b>Solución del agua destilada con detergente</b>	<b>pH</b>	<b>Calificación del pH</b>
Detergente Ace con agua	<b>11.99</b>	Fuertemente alcalino
Detergente Ariel con agua	<b>11.86</b>	Fuertemente alcalino
Detergente Patito con agua	<b>11.46</b>	Fuertemente alcalino

**Nota:** Datos tomados en Laboratorio Ingeniería Ambiental

**d. Remojo de semilla en solución de agua con detergente;** se remojó considerando la presencia de tiempo de remojo desde de 1 hasta 12 horas.

**e. Germinación de semillas luego de estar expuestas en el agua con detergente;** las semillas remojadas en la solución de los detergentes desde 1 hora hasta 12 horas; fueron dispuestas en cámaras húmedas. Se utilizó 5 cámaras húmedas por cada hora de remojo, en cada cámara se colocó 10 semillas; teniendo un total de 50 semillas por tratamiento.

**f. Observación de la germinación, crecimiento longitudinal de radícula y plúmula;** en el proceso de germinación se observa cada 24 horas, midiendo la radícula y plúmula en centímetros.

**g. Medida de plúmula y radícula;** después de verificar la germinación, con la utilización de una regla, se procedió a medir la longitud de la radícula y plúmula de la semilla germinada.

**3.3.3 Determinación de microorganismos fúngos en los sustratos regados con soluciones con agua con detergente.**

**a. Obtención de la muestra de suelo regado con soluciones de agua con detergente;** para determinar la flora fúngica del suelo, de cada maceta se extrajo 10g. de sustrato agrícola, se mezcló uniformemente, de esta se extrajo 1 g. para ser disuelto en 9 cc de agua destilada estéril, la cual se agitó mecánicamente; de esta se extrajo una gota para ser dispuestas en placas Petri con PDA.

**b. Purificación y multiplicación de los hongos;** con ayuda del estereoscopio, el ápice romo de la aguja MRO, remojado en agua destilada estéril, se hace contacto con la porción central de cada cepa, con la finalidad de obtener conidios, que serán sembrados en cinco espacios en placas Petri con medio PDA; incubándose entre 18 - 22 °C. Se observó el crecimiento de las cepas fungosas, cuyos micelios fueron de color blanco algodonoso, gris claro y verde oscuro.

**c. Morfología de las cepas fungosas en una gota de PDA,** las portas objetos utilizadas para el micro cultivo, se disponen en placas Petri, sobre un sorbete de plástico doblado en ángulo, con la finalidad de no quedar sumergido en el agua que contiene la caja Petri; el agua que se coloca en cada placa Petri sirve para mantener adecuadamente la humedad relativa que permita la germinación de los conidios sembrados en la gota de PDA, observándose al microscopio a las 24 horas, visualizando hifas con septos, diferenciación de conidióforos y conidios. Todas estas estructuras fueron fotografiadas; imágenes que servirán para determinar el género a través de claves de identificación de hongos.

**d. Identificación de género;** con la visualización de todas las estructuras se procede a determinar el género del hongo; para el caso específico, se utilizó las clases de identificación “Illustrated genera of imperfect fungus” de Barnett y Hunter (1998).

### **3.3.4 Exposición de semillas de lenteja en el agua de riego con detergente Factores, niveles y combinaciones de tratamientos en estudio**

#### **Factor: A: Tipo de detergente**

a<sub>1</sub> = Testigo

a<sub>2</sub> = Patito

a<sub>3</sub> = Ace

a<sub>4</sub> = Ariel

#### **Factor: B: Tiempo de inmersión de las semillas**

b<sub>0</sub> = 1 hora

b<sub>1</sub> = 2 horas

b<sub>2</sub> = 3 horas

b<sub>3</sub> = 4 horas

b<sub>4</sub> = 5 horas

b<sub>5</sub> = 6 horas

b<sub>6</sub> = 7 horas

**Tabla 5.** Factores, niveles y combinaciones de tratamientos

Detergente	Tiempo de inmersión de semillas						
	b <sub>0</sub> / 1 hora	b <sub>1</sub> / 2 horas	b <sub>2</sub> / 3 horas	b <sub>3</sub> / 4 horas	b <sub>4</sub> / 5 horas	b <sub>5</sub> / 6 horas	b <sub>6</sub> / 7 horas
<b>Testigo (a<sub>1</sub>)</b>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>6</sub>
<b>Patito (a<sub>2</sub>)</b>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>6</sub>
<b>Ace (a<sub>3</sub>)</b>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>6</sub>
<b>Ariel (a<sub>4</sub>)</b>	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>5</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>6</sub>

### 3.3.5 Tratamientos y diseño estadístico

**Tabla 6.** Análisis de la varianza del DCR bajo el arreglo de un factorial 7x4, prueba de F para el efecto del agua de riego con detergente en las semillas de lenteja, en un tiempo de remojo de 1 hora hasta 7 horas

Fuente de variación	de	SC	GL	CM	Fo
Tiempo remojo	de	T <sub>yy</sub>	6	T	T/E
Detergente		D <sub>yy</sub>	3	D	D/E
T x D		T <sub>yy</sub> x D <sub>yy</sub>	18	TD	TD/E
Error		E <sub>yy</sub>	112	E	
Total		G <sub>yy</sub>	139		

La significación de los cuadrados medios debido a tipos de detergente y el tiempo de remojo de las semillas de lenteja fueron probados por el cuadrado medio del error, como se especifica en la prueba de F.

Este análisis nos ha permitido estudiar las siguientes hipótesis:

#### Prueba de hipótesis tiempo de remojo de 1 a 7 horas.

H<sub>0</sub>: No hay diferencia significativa en el tiempo de remojo de agua de riego con detergente en la germinación, crecimiento longitudinal de radícula y plúmula de lenteja.

Hi: Si hay diferencia significativa en el tiempo de remojo de agua de riego con detergente en la germinación, crecimiento longitudinal de radícula y plúmula de lenteja.

La prueba de F para  $F_o = T/E$ , se aprecia su significación cuando comparamos alfa con valor p. Si valor p es menor que alfa 0.05 es significativo y se rechaza  $H_o$  y se concluye que existen diferencias significativas en el tiempo de remojo de la semilla de lenteja en agua con detergente.

### **Prueba de hipótesis para cada detergente**

$H_o$ : No hay diferencia significativa de cada detergente en la germinación, crecimiento longitudinal de radícula y plúmula de lenteja.

Hi: Si hay diferencia significativa de cada detergente en la germinación, crecimiento longitudinal de radícula y plúmula de lenteja.

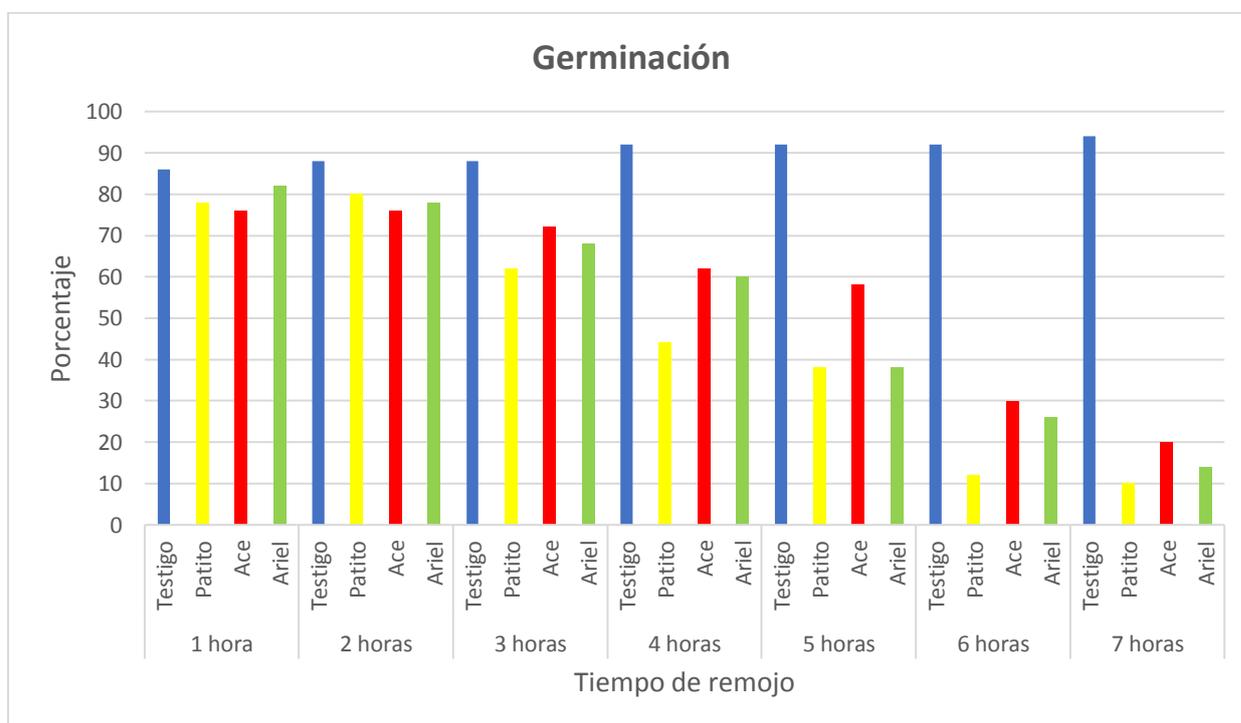
La prueba de F para  $F_o = D/E$ , se aprecia su significación cuando comparamos alfa con valor p. Si valor p es menor que alfa 0.05 es significativo y se rechaza  $H_o$  y se concluye que existen diferencias significativas para cada detergente.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto del agua de riego con detergente en la germinación de semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.)

**Tabla 7.** Porcentaje de germinación de semillas de lenteja, remojadas en soluciones de detergente Ariel, Ace y Patito.

Tiempo de remojo de semillas de lenteja en soluciones de detergente Ariel, Ace y Patito, remojadas hasta 7 horas (Horas)														
Detergente	1		2		3		4		5		6		7	
	N° semillas germinadas	%												
<b>Testigo</b>	43	86	44	88	44	88	46	92	46	92	46	92	47	94
<b>Patito</b>	39	78	40	80	31	62	22	44	19	38	6	12	5	10
<b>Ace</b>	38	76	38	76	36	72	31	62	29	58	15	30	10	20
<b>Ariel</b>	41	82	39	78	34	68	30	60	19	38	13	26	7	14



**Fig. 3.** Porcentaje de germinación de semillas de lenteja con respecto al tiempo de remojo en soluciones de detergente Ariel, Ace y Patito.

En la tabla 7 y figura 3, se observa que las semillas de lenteja remojadas en solución de agua con detergente; alteran el proceso de germinación. Los regados en solución de agua con detergente Ariel en 1 hora, germinan 82%, este porcentaje disminuye considerablemente hasta 14% en 7 horas. En segundo lugar, de alteración de la germinación es en la solución de agua con el producto Ace, donde las semillas remojadas en 1 hora germinan el 76% y en 7 horas germinan el 20 %. Semillas remojadas en soluciones de agua con Patito muestran mayor susceptibilidad a este tipo de intoxicación; las remojadas en una hora germinan el 78% y las remojadas en 7 horas solo germina el 10%; es decir cuando el producto alcalino del detergente no afecta su totalidad, existe la posibilidad de germinación, hasta las 7 horas en las tres soluciones de detergente; en cambio a partir de las 8 horas la contaminación se generaliza inhibiendo la germinación en un 100%, de igual manera ocurre con el remojo de cada tiempo sucesivo. Cuando se inhibe por completo la germinación de semillas remojadas 8 horas, la testa (barrera natural) no interviene protegiendo el embrión y su entorno inmediato; siendo estos hechos que se corroboran con los reportes de Calvo (2016).

Además, se aprecia que las semillas remojadas en agua de riego con detergente, disminuye la germinación a medida que subsiste el tiempo de remojo; debido a que el detergente dentro de su composición contiene dodecibenceno sulfonato de sodio; sal de pH alcalino, que repercute en el correcto metabolismo, ocasionando alteraciones fisiológicas, inhibiendo la germinación; de esta manera no va existir diferenciación de radícula y plúmula como lo menciona Jovanic *et al* (2010). A la vez la inhibición de la germinación debido a la presencia de tensioactivos, destruyen lentamente las membranas celulares que están construidas de lípidos y proteínas según Sánchez (2012).

El detergente Patito inhibe con mayor intensidad la germinación, debido a que dentro de su composición posee agentes dispersantes, que con el agua facilitan la inhibición del embrión y a la vez no posee biodegradabilidad a diferencia de Ariel y Ace, este hecho se corrobora con los reportes de Masco (2017).

**Tabla 8.** Análisis de la varianza (ANVA) del diseño factorial 7 x 4 para la germinación de las semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.), remojados en soluciones de detergente Ariel, Ace y Patito.

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	Fo	Probabilidad Valor p
Tiempo de remojo	35997,143	6	5999,524	20,587	<.0001
Detergente	26922,143	3	8974,048	30,793	<.0001
Tiempo * detergente	29082,857	18	1615,714	5,544	<.0001
Error	32640,000	112	291,429		
Total corregido	124642,143	139			

**C.V.= 28.76%**

De los resultados sobre la germinación de las semillas de lenteja se observa que en los factores de tiempo y detergente tiene efecto negativo en la germinación de la semilla; es decir a un nivel de confianza del 95%, dado que el p-valor=0.05>0.000, se acepta la hipótesis alterna de investigación, que indica que existe diferencias estadísticamente significativas entre el efecto de agua con detergente y el tiempo de germinación de las semillas de lenteja.

Ahora para conocer específicamente, las diferencias significativas entre los factores de tiempo y detergente sobre la germinación de las semillas de lenteja, los resultados estadísticos muestran lo siguiente:

**Tabla 9.** Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias de la germinación de las semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.), remojadas en soluciones de detergente, en cuanto al efecto del detergente.

Detergente	N	Media	Duncan agrupamiento
Testigo	35	85.27	A
Ace	35	56.27	B
Ariel	35	52.29	CB
Patito	35	46.29	C

Mediante la realización de la prueba de Duncan para la germinación de las semillas de lenteja, se observa que el testigo es diferente con una media mayor a 85 % en un tiempo de remojo de 7 horas, a la vez son estadísticamente similares las semillas remojadas en detergente Ace, Ariel con una media mayor a 50% y el detergente Patito con una media menor de 50%, pero si numéricamente diferentes.

**Tabla 10.** Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias de porcentaje de germinación de las semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.), en cuanto al tiempo de remojo, en soluciones de detergente.

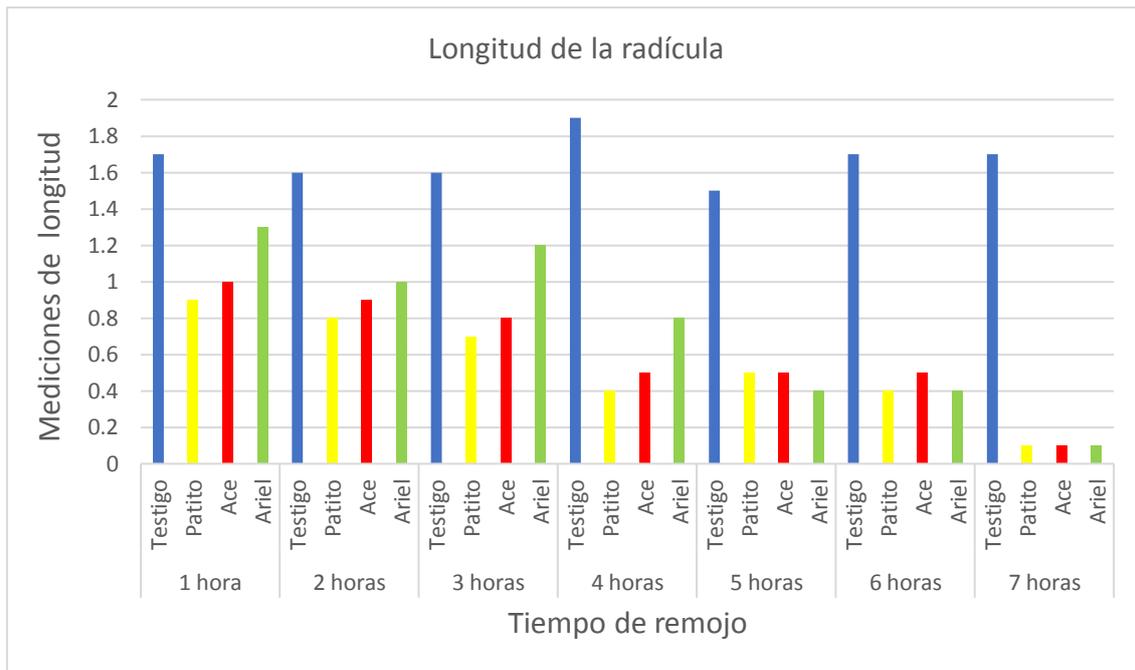
Tiempo de remojo	N	Media	Duncan Agrupamiento		
2	20	80.50		A	
1	20	76.00	B	A	
3	20	68.00	B	C	
4	20	60.00		C	D
5	20	56.40		D	
6	20	40.00			E
7	20	34.50			E

Mediante la realización de la prueba de Duncan para el tiempo de remojo de semillas de lenteja, en un tiempo de 7 horas; se observa que el tiempo de remojo de 2 y 1 son estadísticamente similares con medias entre 76% y 80.50%, el tiempo de remojo de 3 y 4 horas son estadísticamente similares encontrándose medias de 60% a 68%; de 6 y 7 horas también son estadísticamente similares con medias de 34.50% a 40%.

## 4.2 Efecto del agua de riego con detergente en crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja.

**Tabla 11.** Longitud de radícula de lenteja, remojadas en soluciones agua con detergente, en un tiempo de remojo de 7 horas.

Tiempo de remojo	Tratamientos	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
		(cm)					
1 hora	Testigo	1.7	1.6	1.6	1.8	1.8	1.7
	Patito	0.9	0.9	1.2	0.8	0.7	0.9
	Ace	1	0.9	0.9	1.2	1	1
	Ariel	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3
2 horas	Testigo	1.4	1.6	1.8	1.5	1.7	1.6
	Patito	0.8	0.7	1.1	0.6	0.8	0.8
	Ace	1	0.7	1.1	0.8	0.9	0.9
	Ariel	1	0.9	1.2	0.9	1	1
3 horas	Testigo	1.6	1.5	1.4	1.8	1.7	1.6
	Patito	0.6	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7
	Ace	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8
	Ariel	1.2	1.2	1.1	1.1	1.4	1.2
4 horas	Testigo	1.9	1.8	2	1.8	2	1.9
	Patito	0.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4
	Ace	0.7	0.3	0.4	0.6	0.5	0.5
	Ariel	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8
5 horas	Testigo	1.5	1.8	1.4	1.2	1.6	1.5
	Patito	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5
	Ace	0.7	0.2	0.3	0.7	0.6	0.5
	Ariel	0.5	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4
6 horas	Testigo	1.7	1.8	1.8	1.6	1.6	1.7
	Patito	0.4	0.3	0.2	0.5	0.6	0.4
	Ace	0.5	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5
	Ariel	0.3	0.5	0.3	0.5	0.4	0.4
7 horas	Testigo	1.7	1.9	1.8	1.6	1.5	1.7
	Patito	0.1	0.2	0.2	0	0	0.1
	Ace	0.1	0.2	0.1	0	0.1	0.1
	Ariel	0.2	0.1	0	0.1	0.1	0.1



**Fig. 4.** Crecimiento longitudinal de la radícula con respecto al tiempo de remojo en agua de riego con detergente Ariel, Ace y Patito.

En la tabla 11 y figura 4, se muestra que las semillas expuestas a diferentes tiempos en las soluciones de detergente son afectadas en el proceso de germinación, es así que el tamaño de la radícula de las semillas germinadas expuestas a la solución de agua con detergente Ariel en 1 hora alcanzó un promedio de 1.3 cm y las expuestas en 7 horas solo alcanzaron a medir 0.1 cm. Las semillas remojadas por espacio de 1 hora en solución de agua con detergente Ace, las radículas alcanzaron un promedio de 1 cm y las remojadas 7 horas las radículas midieron 0.1 cm. Las radículas de las semillas remojadas en solución de agua con Patito fueron las más afectadas, alcanzando 0.9 cm las remojadas en 1 hora y 0.1cm las remojadas en 7 horas.

Las semillas después de estar expuestas a 8 horas en soluciones de detergentes detienen por completo el crecimiento longitudinal, impidiendo que la radícula rompa las cubiertas según Ronco (2011), además debido a la alcalinidad del producto, no permite la multiplicación y crecimiento celular, inhibiendo de esta manera la actividad de las citocininas y giberelinas, las cuales son sustancias importantes para contrarrestar la acción de los inhibidores del crecimiento como lo menciona Bidwell (1990); debido también a la reducción del potencial hídrico entre la semilla y el medio externo por la presencia del detergente según Hernández (2021).

**Tabla 12.** Análisis de la varianza (ANVA) del diseño factorial 7 x 4, referente al crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja (*Lens culinaris* L).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F <sub>0</sub>	Probabilidad Valor p
Tiempo	7,59	6	1,27	71,58	<.0001
Detergente	29,09	3	9,67	546,94	<.0001
Tiempo * detergente	4,19	18	0,23	13,18	<.0001
Error	1,98	112	0,02		
Total	42,77	139			

C.V. = 14.89%

De los resultados obtenidos sobre el crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja se observa que en los factores de tiempo y detergente tuvieron un efecto negativo en la longitud de la radícula, es decir a un nivel de confianza del 95%, se tiene que el  $p\text{-valor}=0.05 > 0.000$ , por lo que existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis alterna de investigación, que indica que existe diferencias estadísticamente significativas entre el efecto del de agua con detergente y el crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja

Ahora para conocer específicamente, las diferencias significativas entre los factores de tiempo y detergente sobre la longitud de la radícula, los resultados estadísticos muestran lo siguiente:

**Tabla 13.** Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja (*Lens culinaris* L), en cuanto al efecto del detergente.

Detergente	N	Media	Duncan agrupamiento
Testigo	35	1.67	A
Ace	35	0.74	B
Ariel	35	0.61	C
Patito	35	0.54	D

Al realizar la prueba de Duncan para el crecimiento longitudinal de la radícula de lenteja, se observa que el testigo es mayor con una media 1.67 cm, a la vez el detergente ace tiene una media de 0.74 cm, por otra parte, el detergente Ariel tiene una media de 0.61 y por último el detergente Patito tiene una media de 0.54 cm; por lo tanto, el testigo y los detergentes cada uno son significativamente diferente.

**Tabla 14.** Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento de la radícula de lenteja (*Lens culinaris* L.), en cuanto al tiempo de remojo.

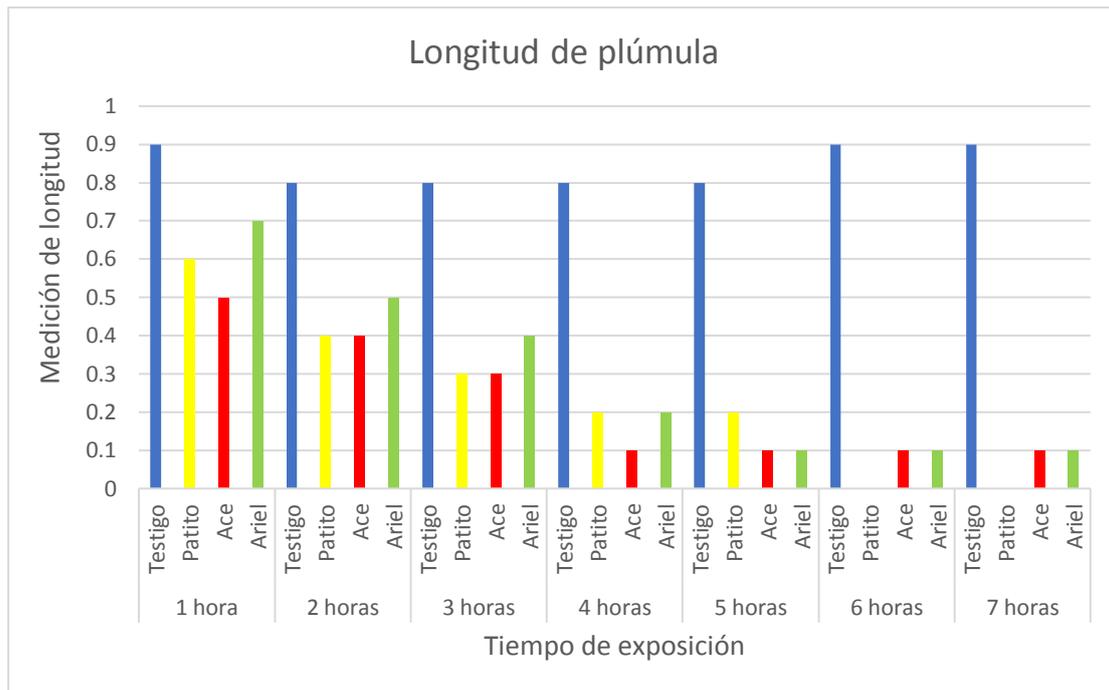
<b>Tiempo de remojo</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan agrupamiento</b>
1	20	1.23	A
3	20	1.08	B
2	20	1.08	B
4	20	0.90	C
6	20	0.75	D
5	20	0.73	D
7	20	0.50	E

Al realizar la prueba de Duncan para el tiempo de remojo del crecimiento longitudinal de radícula de lenteja, en un tiempo de 7 horas; se observa a las horas 2 y 3 son estadísticamente similares con una media de 1.08 cm, de igual manera 5 y 6 horas son estadísticamente similares encontrándose medias de 0.73 cm a 0.75 cm.

### 4.3 Efecto de agua de riego con detergente en el crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja (*Lens culinaris* L.)

**Tabla 15.** Longitud de plúmula de lenteja, remojadas en soluciones de agua con detergente en un tiempo de remojo de 7 horas.

Tiempo de remojo	Tratamientos	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
		(cm)					
1 hora	Testigo	0.8	1	0.7	1	1	0.9
	Patito	0.6	0.5	0.8	0.4	0.7	0.6
	Ace	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5
	Ariel	0.7	0.8	0.6	0.6	0.8	0.7
2 horas	Testigo	0.7	0.8	0.9	0.7	0.9	0.8
	Patito	0.2	0.3	0.4	0.6	0.5	0.4
	Ace	0.3	0.4	0.4	0.3	0.6	0.4
	Ariel	0.5	0.3	0.6	0.5	0.6	0.5
3 horas	Testigo	0.7	0.9	0.8	0.9	0.7	0.8
	Patito	0.3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3
	Ace	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3
	Ariel	0.4	0.5	0.3	0.5	0.3	0.4
4 horas	Testigo	0.9	0.8	0.6	0.8	0.9	0.8
	Patito	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2
	Ace	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0.1
	Ariel	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
5 horas	Testigo	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8
	Patito	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2
	Ace	0.1	0	0.2	0.1	0.1	0.1
	Ariel	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.1
6 horas	Testigo	1	0.8	0.8	0.9	1	0.9
	Patito	0	0	0	0	0	0
	Ace	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0.1
	Ariel	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.1
7 horas	Testigo	1	1	0.9	0.7	0.9	0.9
	Patito	0	0	0	0	0	0
	Ace	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	Ariel	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1



**Fig. 5.** Crecimiento longitudinal de la plúmula con respecto al tiempo de exposición en agua de riego con detergente Ariel, Ace y Patito.

En la tabla 15 y figura 5, se observa el tamaño de la plúmula, de las semillas germinadas expuestas a la solución agua con detergente Ariel en 1 hora alcanzaron un promedio de 0.7 cm y las expuestas en 7 horas solo alcanzaron a medir 0.1 cm. Las semillas remojadas por espacio de 1 hora en solución de agua con detergente Ace, las plúmulas alcanzaron un promedio de 0.5 cm y las remojadas 7 horas las plúmulas midieron 0.1 cm. Las plúmulas de las semillas remojadas en solución de agua con patito fueron las más afectadas, alcanzando 0.6 cm las remojadas en 1 hora y 0.2cm las remojadas en 5 horas.

Se afirma que las células de la plúmula que después serán tallos y hojas, están aún no diferenciadas, a mayor tiempo de exposición, estas células muestran sensibilidad a la toxicidad; puesto que las enzimas no se activan de acuerdo a lo mencionado por Bidwell (1989).

**Tabla 16.** Análisis de la varianza (ANVA) del diseño factorial 7 x 4 para el crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja (*Lens culinaris* L.).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	Fo	Probabilidad Valor p
Tiempo	2,81	6	0,47	50,45	<.0001
Detergente	9,11	3	3,04	326,86	<.0001
Tiempo * detergente	1,23	18	0,07	7,37	<.0001
Error	1,04	112	0,009		
Total corregido	14,19	139			

C.V. = 23.88%

De los resultados obtenidos sobre el crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja se observa que en los factores de tiempo y detergente tuvieron un efecto negativo en el crecimiento longitudinal, es decir a un nivel de confianza del 95%, se tiene que un  $p\text{-valor}=0.05 > 0.000$ , por lo que existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis alterna de investigación, que indica que existe diferencias estadísticamente significativas entre el efecto del de agua con detergente y el crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja.

Ahora para conocer específicamente, las diferencias significativas entre los factores de tiempo y detergente sobre la longitud de la plúmula, los resultados estadísticos muestran lo siguiente:

**Tabla 17.** Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja (*Lens culinaris* L.), en cuanto al efecto del detergente.

Detergente	N	Media	Duncan agrupamiento
Testigo	35	0.84	A
Ace	35	0.30	B
Ariel	35	0.24	C
Patito	35	0.23	C

Al realizar la prueba de Duncan para el crecimiento longitudinal de la plúmula de lenteja, referente al factor detergente, se observa que son estadísticamente similares los detergentes Ariel y Patito con medias entre 0.23 cm y 0.24 cm a diferencia del detergente Ace y el Testigo.

**Tabla 18.** Prueba de Rango Múltiple de Duncan para comparación de medias del crecimiento de la plúmula de lenteja (*Lens culinaris* L.), en cuanto al tiempo de remojo.

Tiempo de remojo	N	Media	Duncan agrupamiento
1	20	0.68	A
2	20	0.53	B
3	20	0.45	C
4	20	0.33	D
5	20	0.30	D
6	20	0.28	D
7	20	0.28	D

Al realizar la prueba de Duncan para el crecimiento longitudinal de la plúmula en cuanto al tiempo de remojo de semillas de lenteja, en un tiempo de 7 horas; se observa a las horas 4, 5, 6 y 7 son estadísticamente similares con medias entre 0.27 cm a 0.32 cm.

#### 4.4 Microorganismos fúngicos que desarrollan en el sustrato suelo; regados en soluciones de agua con detergente.

**Tabla 19.** Microorganismos fúngicos presentes en los diferentes sustratos contaminados con detergente

Sustrato con detergente	Especies de microorganismos fúngicos					
	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Torula</i> sp.	<i>Cephalosporium</i> sp.
Testigo	X	X	X	X		
Patito		X				
Ace			X			X
Ariel		X			X	

En la tabla 19 se muestra, que se desarrollan cepas de hongos en el Testigo (*Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp.), Ariel (*Cladosporium* sp., *Torula* sp.), Ace (*Cladosporium* sp., *Cephalosporium* sp., *Alternaria* sp.), Patito (*Cladosporium* sp.), lo cual no es concordante con lo mencionado con Grant (1989), que precisa que los hongos prosperan en suelos ácidos; así con la presente investigación determinamos que el agua de riego con detergente no impide que desarrollen microorganismos fúngicos. Conocedores que los detergentes utilizados son alcalinos, los cuales al tomar contacto con el suelo lo alcalinizan; a pesar de ello los hongos desarrollan como lo reporta Moreno (2006). Por lo tanto, los detergentes no tienen comportamiento fungicida.



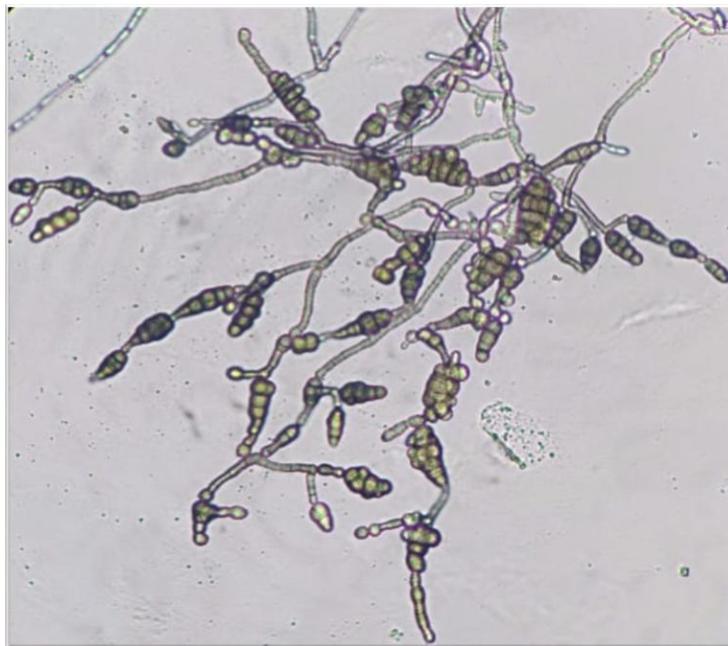
**Fig. 6.** Conidióforo con ramificación terminal mostrando conidios unicelulares de *Cladosporium* sp.



**Fig. 7.** Conidióforo ramificado en el tercio superior mostrando fiálides y conidios unicelulares de *Penicillium* sp.



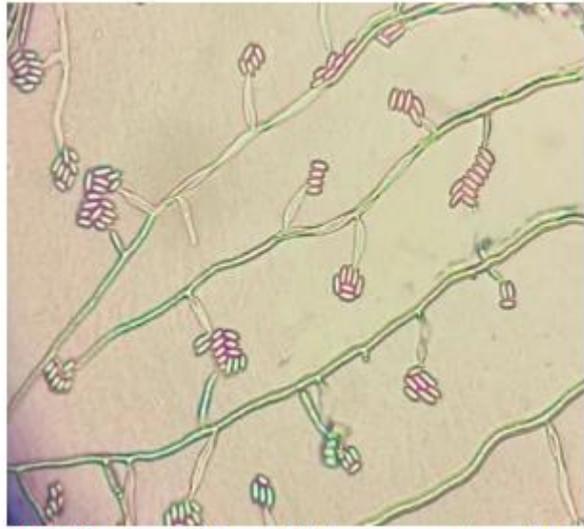
**Fig. 8.** Hifas de *Torula* sp. conformadas por artrosporas.



**Fig. 9.** Hifas, conidióforos y conidios catenulados de *Alternaria* sp.



**Fig. 10.** Hifas, conidióforos simples, mostrando conidios agrupados en la porción terminal de *Cephalosporium* sp.



**Fig. 11.** *Cephalosporium* sp. (Fuente: Tomada de Edquén 2019)



**Fig. 12.** Hifa, conidióforo, mostrando una célula abultada en donde se distingue fiálides y conidios unicelulares de *Aspergillus* sp.



**Fig. 13.** *Aspergillus* sp. (Fuente: Tomada de Salazar 2012)

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**5.1** Las semillas de lenteja (*Lens culinaris* L.) remojadas en solución de agua con detergente Ariel, en 1 hora, germinan 82%, este porcentaje disminuye considerablemente hasta 14% en 7 horas. En segundo lugar, de alteración de la germinación, es en la solución de agua con Ace, las semillas remojadas en 1 hora germinan el 76% y en 7 horas el 20 %. Las remojadas en soluciones de agua con Patito, muestran mayor susceptibilidad a este tipo de intoxicación; semillas remojadas en una hora germinan el 78% y las remojadas en 7 horas germinaron el 10%.

**5.2** Las semillas de lenteja remojadas durante 8 horas en las soluciones de los detergentes en estudio se inactivan totalmente.

**5.3** Referente al crecimiento longitudinal de radícula, de las semillas de lenteja remojados en Ariel durante 1 hora el crecimiento longitudinal alcanzó 1.3 cm; en Ace, alcanzó 1 cm y en Patito 0.9 cm, este crecimiento disminuye; a mayor tiempo de remojo existe mayor contaminación, siendo así que, a las 7 horas con Ariel, Ace y Patito se detiene el crecimiento alcanzando 0.1 cm.

**5.4** Concerniente al crecimiento longitudinal de plúmula de las semillas de lenteja remojadas con Ariel en 1 hora el crecimiento longitudinal alcanzó 0.7 cm, con Ace alcanzó, 0.5 cm y con Patito 0.6 cm, este crecimiento disminuye; a mayor tiempo de remojo mayor contaminación siendo así que, a las 7 horas con Ariel y Ace se detiene el crecimiento alcanzando 0.1 cm; a diferencia las plúmulas de las semillas remojadas en solución de agua con Patito fueron las más afectadas, deteniendo su crecimiento alcanzando 0.2cm en 5 horas.

**5.5** Los microorganismos fungosos que desarrollaron en el sustrato suelo; regados con la solución agua con detergente, fueron los siguientes: Testigo (*Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp.), Ariel (*Cladosporium* sp., *Torula* sp.), Ace (*Cladosporium* sp., *Cephalosporium* sp., *Alternaria* sp.), Patito (*Cladosporium* sp.).

## CAPITULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, P.M; Igor, C; Becana, M. 1993. Fijación de nitrógeno. En: Azcón-Bieto J and Talón M (eds) Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid. 213 p.
- Alonso, F. 1980. Cultivo de Lenteja. Publicaciones de Extensión Agraria, Ministerio de Agricultura. Ed. Bravo Murillo. Madrid, España. 20 p.
- Bardales, R.M. 2019. Enfermedades de la higuera (*Ficus carica* L.), en la provincia de Cajamarca. Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. 58 p.
- Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1988. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. McMillan Publishing Company. 4, th Ed. New York. 218p.
- Besnier, F. 1989. Semillas. Biología y Tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 637 p.
- Bidwell, R.G.S. 1990. Fisiología Vegetal. 1era Ed. AGT Editor, S.A. México DF. 804 p.
- Calixto, R; Herrera, L; Hernández, V. 2008. Ecología y Medio Ambiente. 2ed. Cengage Learning, S.A. DE C.V. México DF. 207 p.
- Calvo, A.R. 2016. Toxicidad y biodegradabilidad de detergentes comerciales y de su tensioactivo base. México. Universidad Autónoma Metropolitana. 138 p.
- Carreras, J; Mazzuferi, V; Karlin, M. 2016. El cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Argentina. 1ed. Universidad Nacional de Córdoba. 569p.
- Courtis, A.C. 2013. Guía de Germinación de semillas, Cátedra de fisiología vegetal. Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. 22p.
- Chávez, L; Roncal, M.S. 2021. Etiología y patogénesis del hollín del quinal (*Polylepis racemosa*) en Conga – Buenos Aires – Bambamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Fitopatología. Universidad Nacional de Cajamarca. 56 p.

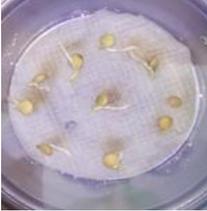
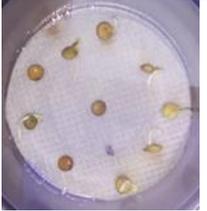
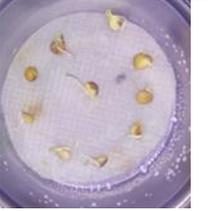
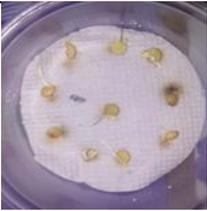
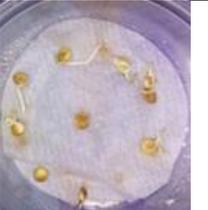
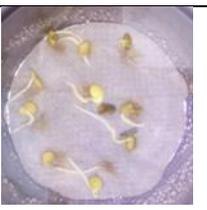
- Edquén, M.N. 2019. Fungosis del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. boloxi en el distrito de Jesús – Cajamarca. Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. 54 p.
- Franco, F; Ramos, A. 1996. El Cultivo de Leguminosa de Grano en Castilla y León. Ed. Consejería de Agricultura y Ganadería. 357 – 400p.
- Grant, W.D y Long, P.E. 1989. Microbiología Ambiental. 1 era Ed. Editorial Acribia S.A. Madrid, España. 232p.
- Jovanic, B; Bojovic, S; Panic, B; Radenkovic, B; Despotovic, M. 2010. El efecto del detergente como agente contaminante en la actividad fotosintética y contenido de clorofila en hojas de frijol. Revista Health 2(5). Pág. 397. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Bojovic\\_Srdjan/publication/228701388\\_The\\_effect\\_of\\_detergent\\_as\\_polluting\\_agent\\_on\\_the\\_photosynthetic\\_activity\\_and\\_chlorophyll\\_content\\_in\\_bean\\_leaves/links/56f1429a08aeb4e2ede8cf\\_fb.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bojovic_Srdjan/publication/228701388_The_effect_of_detergent_as_polluting_agent_on_the_photosynthetic_activity_and_chlorophyll_content_in_bean_leaves/links/56f1429a08aeb4e2ede8cf_fb.pdf)
- Hernández, E. 2021. Análisis en lenteja (*Lens culinaris* MEDIK). Grado en biotecnología. España. Facultad de Ciencias biológicas y ambientales. Universidad de León. 36 p.
- Lampkin, N. 2001. Agricultura Ecológica. 1 ed. España. Ediciones Mundi – Prensa. 80 p.
- Masco, M. 2017. Determinación de contaminantes tensioactivos tipo ácido dodecilbenceno sulfónico lineal en aguas del río Huatanay – Cusco. Puno – Perú. 110 p.
- Moreno, B. 2006. Higiene e inspección de carnes I: Limpieza y Desinfección en Mataderos e Industrias Cárnicas. I. 1<sup>era</sup> ed. España. Ediciones Díaz de Santos. v. 1, 543p.
- Pérez, F. 2010. Determinación de la concentración de inhibición media (CE50-120) producida por plata (Ag<sup>+</sup>) y los detergentes aniónicos (LAS)

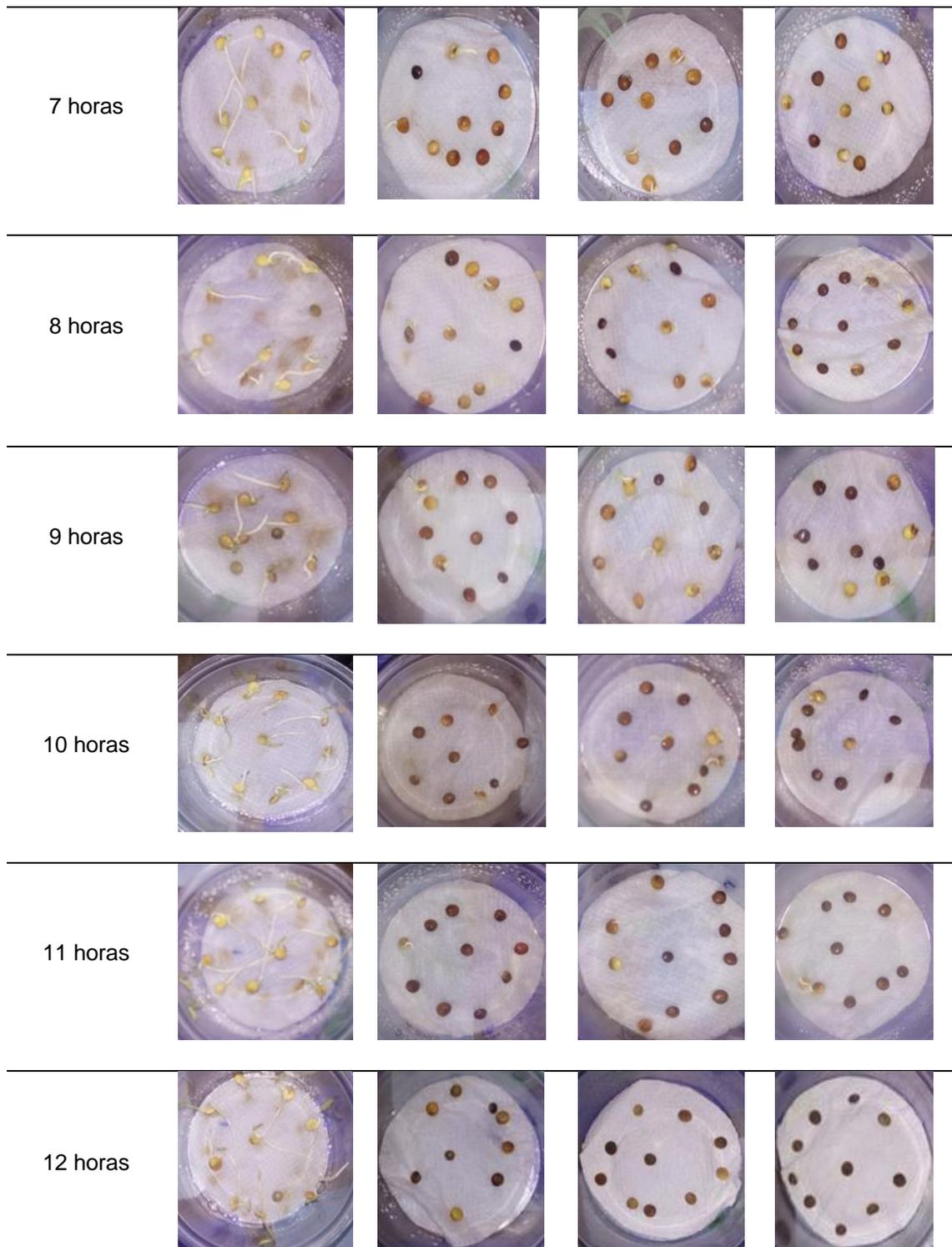
- mediante bioensayos de toxicidad sobre semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Universidad de la Salle. Bogotá, Perú. 134 p.
- Ñazco, A. 2018. Efecto de diferentes concentraciones del detergente Silicona modificada con Poliéter sobre la germinación, crecimiento, esporulación y actividad entomopatógena de *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio. Trujillo, Perú. 66p.
- Campbell, R. 1987. Ecología Microbiana. 2ed. México, D.F. Jimenez Ortega. J (trad.). Editorial Limusa. 259 p.
- Romero, S. 1988. Hongos fitopatógenos. Primera edición. Texcoco, México, Universidad Autónoma Chapingo. 347 p.
- Romero, J.A. 2005. Calidad del Agua. 2ed. Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 338 p.
- Ronco, M. 2011. Curso de fisiología de la germinación. Buenos Aires, Argentina. Departamento de ciencias biológicas. Facultad de ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. 17p.
- Roncal, M.S. 2004. Principios de fitopatología andino. 1era Edición. Editorial Bracamontes. Lima, Perú. 420 p.
- Salazar, C; Rua, A. 2012. Características morfológicas microscópicas de especies de *Aspergillus* asociados a infecciones en humanos. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 96 p.
- Sánchez A.R; Salgado M; Romero A. 2012. Efecto de contaminantes domiciliarios sobre el crecimiento del poroto común (*Phaseolus vulgaris*). 10 p.
- Sawadogo B; Sou M; Hijikata N; Sangare D; Maiga A.H; Funamizu N. 2014. Journal of Arid Land Studies. 24. 1. 120 p.
- Seoáñez, M. 1999. Contaminación del Suelo: Estudios, tratamiento y gestión. Mundi Prensa. 297 p.
- Sonnante, G; Hammer, K; Pignone, D. 2009. From the cradle of agriculture a handful of lentils: History of domestication. Rendiconti Lincei, 37 p.

Visitación, L. 2005. Degradación fotocatalítica de detergentes en efluentes domésticos. Tesis para optar el Grado de Magister en Química. PUCP. Lima, Perú. 74p.

Turk, A; Turk, J; Wittes, T.J. 2005. Ecología Contaminación Medio Ambiente. 1ed. México. Editorial McGraw- Hill. 227p.

## ANEXOS

Tiempo de remojo	Testigo	Ariel	Ace	Patito
1 hora				
2 horas				
3 horas				
4 horas				
5 horas				
6 horas				



**Fig. 14.** Germinación de las semillas de lenteja remojadas en solución de agua con detergente desde 1 hora a 12 horas.

## GLOSARIO

**ABS.** Sulfonato alquil benceno

**Adyuvantes.** Suavizan las aguas

**Conidio.** Tipo colateral de reproducción destinado a multiplicar la especie.

**Conidióforo.** Sustentáculo de conidios.

**Dodecilbenceno:** Sólido blanco a amarillo pálido como la arena. Se emplea como detergente en productos de limpieza.

**Hifa.** Cada uno de los elementos filamentosos que constituyen su aparato vegetativo, en el micelio.

**Hongo.** Organismos heterótrofos, saprofitos o parásitos cuyas células carecen de cloroplastos y su membrana puede ser celulósica o tener nicosina.

**LAS.** Sulfonato alquil benceno lineal

**Medio de cultivo.** Sustrato que permite el crecimiento y desarrollo de microorganismos, dañinos y benéficos. Puede estar constituido por órganos de plantas, sustancias orgánicas y sales, provenientes de la industria.

**Microorganismo.** Organismo microscópico animal o vegetal.

**Tensioactivos o surfactantes.** Comprenden un grupo soluble en agua o hidrófilo, y otro soluble en grasa o liófilo.