

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



EFFECTOS DEL AGUA CON DETERGENTES EN PLANTAS DE TRIGO
(*Triticum aestivum* L.) Y EN MICROORGANISMOS FUNGOSOS
RADICULARES

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por la Bachiller:
JARLY MITSU CERCADO TERRONES

Asesor:
Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ

CAJAMARCA – PERÚ

2022



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 veinticinco días del mes de noviembre del año dos mil veintidós, 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° 044-2022-FCA-UNC, de fecha 28 de febrero del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EFFECTOS DEL AGUA CON DETERGENTES EN PLANTAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) Y EN MICROORGANISMOS FUNGOSOS RADICULARES**", realizada por la Bachiller **JARLY MITSU CERCADO TERRONES** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las nueve horas y quince 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 trece (13); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

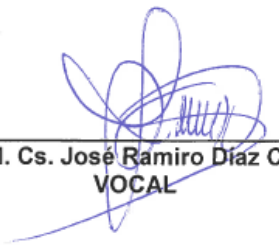
A las diez horas y cincuenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



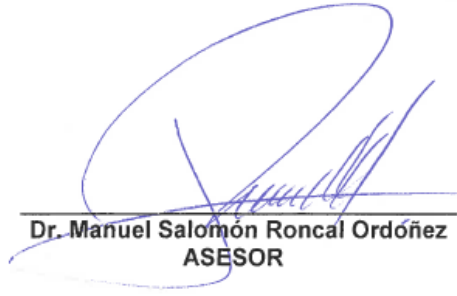
Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez
PRESIDENTE



Ing. M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna
SECRETARIO



Ing. M. Cs. José Ramiro Díaz Cumpén
VOCAL



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por su apoyo incondicional, a mis hijos y a mi esposo, por brindarme las facilidades para desarrollar el presente proyecto.

AGRADECIMIENTO

A cada uno de mis docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca – EAPIAC, por haberme formado en conocimiento a través de sus enseñanzas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	1
CAPÍTULO II	2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Antecedentes de la investigación	2
2.2. Bases teóricas	3
2.2.1. Detergente	3
2.2.2. Clasificación de los surfactantes	6
2.2.3. Composición química de los detergentes	9
a) Composición del detergente doméstico Patito	10
b) Composición del detergente doméstico ACE	11
c) Composición del detergente doméstico ARIEL	11
2.2.4. Cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	11
2.2.4.1. Morfología de la planta trigo	12
2.2.4.2. Germinación de semillas	13
2.2.5. Patógenos radiculares	15

2.2.6. Propiedades físicas y químicas del suelo para cultivos de trigo.	15
CAPÍTULO III.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación	16
3.2. Materiales	17
3.2.1. Material experimental.....	17
3.2.2. Materiales de campo.....	17
3.2.3. Materiales de Escritorio	17
3.2.4. Materiales y equipo de laboratorio.....	17
3.3. Metodología.....	18
3.3.1. Trabajo en invernadero	18
3.3.2. Niveles de concentración de detergente.....	18
3.3.2. 1. Diseño experimental.....	19
3.3.3. Trabajo en laboratorio	19
CAPÍTULO IV	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Efectos del agua con detergentes Patito, Ace y Ariel en el proceso de crecimiento de las plantas de trigo	22
4.2. Efectos del agua con detergentes Patito, Ace y Ariel en la germinación del trigo	24
4.3. Aislamiento de microorganismos fungosos de los sustratos regados con soluciones de los detergentes Patito, Ace y Ariel.	27
CAPÍTULO V	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
CAPÍTULO VI.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Biodegradación de sulfonato de alquilbenceno lineal (LAB).....	6
Tabla 2. Composición de algunos detergentes comerciales en el Perú.....	10
Tabla 3. Tratamientos	18
Tabla 4. Análisis de varianza para el efecto del agua con detergente en el crecimiento de las plantas de trigo	19
Tabla 5. Efecto de los surfactante de Ace, Ariel y Patito en el crecimiento de las plantas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en cm.	22
Tabla 6. Análisis de varianza para los efectos de los contaminantes utilizados en la investigación	23
Tabla 7. Diferenciación en tamaño de pluma y radícula utilizando agua con detergente (Patito, Ace y Ariel).....	24
Tabla 8. Análisis de varianza del efecto de los contaminantes en la germinación de las semillas remojadas en solución con detergente.....	26
Tabla 9. Prueba de rango múltiple de Duncan para la germinación de las semillas de trigo remojadas en solución con detergente ($\alpha = 0.05$).	27
Tabla 10. Patógenos radiculares encontrados en el suelo agrícola contaminado con detergentes	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de los surfactantes catiónicos.....	7
Figura 2. Estructura del surfactante aniónico	8
Figura 3. Estructura de los surfactantes no iónicos.	8
Figura 4. Estructura de los surfactantes anfóteros.....	8
Figura 5. Sección longitudinal de un grano de trigo.....	13
Figura 6. Ubicación del trabajo de investigación	16
Figura 7. Relación entre el tratamiento y la afectación en el crecimiento de la planta de trigo.....	19
Figura 8. Efectos de los surfactantes de detergentes Ace, Ariel y Patito en el crecimiento de las plantas de trigo.....	22
Figura 9. Efectos del detergente en la germinación de semillas de trigo.....	25
Figura 10. Hifas, conidióforo (fiálides) y microconidios de <i>Fusarium</i> sp	28
Figura 11. Hifas, conidióforo y conidios unicelulares del <i>Cladosporium</i> sp.....	29
Figura 12. Hifas, conidióforo y conidios fusiformes y unicelulares <i>Drechslera</i> sp.....	29
Figura 13. Hifas, conidióforo, fiálides y conidios catenulados del <i>Penicillium</i> sp	30
Figura 14. Hifas, conidios, fialoconidios y aleurioconidios del <i>Sepedonium</i> sp.	30
Figura 15. Hifas, conidiospora, conidióforo del <i>Nigrospora</i> sp.	31
Figura 16. Conidióforos, hifas, conidios de <i>Trichothecium</i> sp.	31
Figura 17. Hifas, conidióforos y conidios catenulados de <i>Alternaria</i> sp.	32
Figura 18. Medición del crecimiento de planta de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de detergentes A = patito, B = Ace, C = Ariel.	42
Figura 19. Proceso de germinación de las semillas de trigo	43
Figura 20. Proceso de crecimiento del trigo en suelo contaminado con surfactante.....	43
Figura 21. Midiendo fase vegetativa para los contaminantes	43
Figura 22. Unidades experimentales.....	43
Figura 23. Evidencias del efecto tóxico de los surfactantes en las plantas de trigo.	43
Figura 24. Efecto tóxico de los surfactantes en las plantas de trigo.	43
Figura 25. Plantas de trigo obtenidas en los testigos.	43
Figura 26. Granos de trigo encontrados en el testigo.....	43

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar los efectos de agua con detergentes en plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) y en los microorganismos fungosos radiculares del sustrato utilizado. En este estudio se utilizaron tres tipos de detergentes, Patito, Ace y Ariel; se condujo bajo el diseño experimental completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Determinando que las plantas regadas con la solución surfactante de Ariel, llegó a 3.3 cm de altura; con Ace 5.01 y Patito 15.5 cm.; y las plantas testigo alcanzaron 37.2 cm. además fructificaron. Con respecto a las semillas remojadas en estas soluciones se encontró que el surfactante de cada detergente; a medida que las semillas se exponen por mayor tiempo afecta secuencialmente el proceso de germinación. El porcentaje de germinación de semillas de trigo expuestas por una hora en la solución de Ace germinaron el 76%, en Ariel 82% y en Patito 85 %. Las expuestas durante 6 horas, el porcentaje de germinación disminuyó; en 68 %, 58 % y 64% respectivamente; afectando el 100 % de germinación las semillas expuestas durante 12 horas en las soluciones de Ace y Ariel; con la solución con Patito solo germinó un 20%. Precizando que la alcalinidad del surfactante, inhibe severamente el efecto de enzimas de germinación de semillas, a diferencia del testigo que en 1 hora germinó el 86% a las 6 horas el 90 % y a las 12 horas el 94 %. Los surfactantes no tienen comportamiento fungicida, lográndose aislar del sustrato regado con solución Patito; se aislaron los hongos *Drechslera* sp., *Sepedoniuim* sp., y *Fusarium* sp., en Ariel *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp., en Ace *Drechslera* sp. y *Cladosporium* sp., y en el testigo *Alternaría* sp., *Trichothecium* sp., y *Penicillium* sp.

Palabras clave: Detergente, *Triticum aestivum*, contaminación.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the effects of water with detergents on wheat plants (*Triticum aestivum* L.) and on root fungal microorganisms of the substrate used. In this study, three types of detergents were used, Patito, Ace and Ariel; It was conducted under a completely randomized experimental design, with four treatments and five repetitions. Determining that the plants irrigated with Ariel's surfactant solution, reached 3.3 cm in height; with Ace 5.01 and Duckling 15.5 cm.; and the control plants reached 37.2 cm. they also borne fruit. Regarding the seeds soaked in these solutions, it was found that the surfactant of each detergent; as the seeds are exposed for a longer time, it sequentially affects the germination process. The percentage of germination of wheat seeds exposed for one hour in the Ace solution germinated 76%, in Ariel 82% and in Duckling 85%. Those exposed for 6 hours, the germination percentage decreased; in 68%, 58% and 64% respectively; affecting 100 % germination of the seeds exposed for 12 hours in the Ace and Ariel solutions; With the solution with Duckling, only 20% germinated. Specifying that the alkalinity of the surfactant severely inhibits the effect of seed germination enzymes, unlike the control that 86% germinated in 1 hour, 90% at 6 hours and 94% at 12 hours. Surfactants do not have fungicidal behavior, being able to isolate the substrate irrigated with Duckling solution; *Drechslera* sp., *Sepedoniuim* sp., and *Fusarium* sp. fungi were isolated from Ariel *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp., from Ace *Drechslera* sp. and *Cladosporium* sp., and in the control *Alternaria* sp., *Trichothecium* sp., and *Penicillium* sp.

Keywords: Detergent, *Triticum aestivum*, contamination.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo y agua por detergentes y jabones, es generada por los ciudadanos del mundo y la industria de lavandería, dado que a diario se hace uso de estos productos, unos orgánicos y otros sintéticos; el daño a los componentes de los ecosistemas es directa e indirecta (Ramírez 2006).

En diferentes lugares, las aguas servidas están siendo utilizadas para regar hortalizas, pastos y frutales; con consecuencias de contaminación biológica a través de coliformes fecales. Referente al efecto de los detergentes aún no se tiene conocimiento de su acción contaminante en los procesos de germinación de semillas, y si algunos de ellos tienen efectos biosidas en algunas especies de la flora fungosa de los suelos agrícolas. Esta es la razón por lo que organizamos desarrollar la presente investigación que muestre el efecto de los detergentes comerciales Patito, Ace y Ariel; en el crecimiento de plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.), de esta manera reportar como el surfactante de estos productos, afectan la germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas de trigo y cuál es el efecto en la flora fungosa radicular de esta especie.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar los efectos de agua con detergentes en plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) y en los microorganismos fungosos radiculares.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de agua con detergentes comerciales Patito, Ace y Ariel en el crecimiento y germinación de semillas de trigo.
- Determinar el efecto de agua con detergentes comerciales Patito, Ace y Ariel en los microorganismos fungosos radiculares del trigo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

En el trabajo de investigación “*Efecto de los detergentes en cultivo de rábanos*”, se determinó que los productos biodegradables influyen en el diámetro de la raíz tuberosa de esta hortaliza, y los no degradables son determinantes en longitud de raíz. Referente a longitud y ancho de hoja destacaron los detergentes biodegradables. Ocurriendo lo contrario con los detergentes no degradables (Arteaga *et al.* 2018).

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es una planta considerada biorremediadora en suelos contaminados con detergentes, por que utiliza los sulfatos como fuente de fosforo (P) mientras que los jabones inhiben la germinación de semillas y el crecimiento de la planta (Rusina 2018).

Los detergentes tienen en su composición el sulfato de sodio (Na_2SO_4), la toxicidad del sodio (Na) en las plantas se presenta en forma de necrosis o quemaduras en las puntas de las hojas. En un estudio realizado con diversas variedades de plantas de frijol (Negro, Pinto, Azufrado) y agregando el detergente doméstico que contiene carbonato de sodio (Na_2CO_3) en su composición, se determinó que el porcentaje de germinación, longitud y biomasa del vástago y la raíz, se redujo con el incremento de la concentración del detergente. El incremento de la salinidad provoca reducción de la longitud y de la biomasa fresca y seca de la raíz (Can *et al.* 2017).

Existen compuestos salinos en diversos productos, que contribuyen contaminando el agua de riego, como también ocurre con los fertilizantes químicos ocasionando efectos en la fisiología normal de las plantas; como, dificultad en la absorción de agua, reduciendo el crecimiento y la producción, el uso de surfactantes domésticos afectan el proceso de germinación y crecimiento del ají paprika (*Capsicum annuum* L.); se ha perjudicado significativamente el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación son afectados significativamente por la salinidad, lo contrario sucede con la altura y el peso; sin embargo,

la proporción de área foliar (LAR) es alterado por la salinidad del surfactante a nivel de tratamientos, debilitando las hojas (Rivera 2015).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Detergente

Se define como detergentes a los productos sintéticos derivados del petróleo, que tienen la capacidad de separar las manchas y dejarlas suspendidas en el agua (Jurado *et al.* 2018). Para Rusina (2018:3) son productos conformados por agentes tensoactivos capaces de modificar la tensión superficial del agua; una vez desprendidas las partículas que conforman el sucio sufren un efecto de emulsión debido a los fosfatos que contienen.

Los detergentes tensoactivos o surfactantes, presentan estructura polar y no polar; por un lado, la cabeza polar o grupo iónico, tiene buena afinidad con el agua y por otro lado presenta una cadena hidrocarbonada insoluble no polar (Tolls *et al.* 2000).

Los surfactantes o tensoactivos de los detergentes, en el proceso de limpieza, facilitan el mojado del sólido, limpian con mayor rapidez por lo que se produce la ruptura de la capa de grasa, formándose gotas microscópicas que son estabilizadas dentro de las micelas de las moléculas tensoactivos (Parra 2019). En las interfaces de sólido-líquido y líquido-líquido, los surfactantes ayudan a la penetración, remoción, emulsificación, dispersión, solubilización y formación de espuma (Ramírez 2006).

Para Reinoso, Serrano y Orellana (2017), los tensoactivos hacen parte de los contaminantes que a pesar de que pueden ser biodegradables, son nocivas para el ambiente y el hombre debido a su bioacumulación y permanencia, debido al desconocimiento del impacto en el medio, como problema sanitario y ambiental que aún no está suficientemente investigado ni regulado. Ante lo expuesto, surge la necesidad de una nueva cultura del agua para contribuir con su sostenibilidad, cuando el equilibrio de distribución y uso por parte de la población, como también el consumo de los detergentes domésticos.

Un derivado del alquilbencensulfonato, como el dodecilbencensulfonato de sosa ($C_{12}H_{25} - C_6H_4-SO_3Na$), es el principal tensoactivo utilizado en los detergentes. Dependiendo del tipo

de ramificaciones que tenga, puede hacer que el detergente sea duro (no biodegradable, contaminante persistente) o blando (biodegradable). Los detergentes constituidos por arilalquilsulfonatos de sodio ($R-C_6H_4-SO_3Na$), son sales de ácidos sulfúricos aromáticos con cadenas alquílicas largas. Si estos están unidos entre sí, se dice que son persistentes y causan problemas significativos con la contaminación del agua (Guarguati y Ramírez 2008).

El uso de sustancias tensoactivas en el agua, provoca disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en esta, dificultando la vida acuática. En aves provoca la eliminación de la grasa de las plumas que lo hacen ser susceptibles a las bajas temperaturas, que podría ocasionar su muerte (León 2006). Los detergentes generan contaminación cuando se realizan los tratamientos de aguas residuales. Por ejemplo, la producción de espuma provoca problemas operativos en las plantas de tratamiento de aguas residuales y se hace lenta la sedimentación primaria porque encapsula partículas. Otras consecuencias no deseadas del uso de detergentes incluyen alteraciones en la necesidad bioquímica de oxígeno para organismos anaeróbicos y aeróbicos facultativos que prosperan en sólidos en suspensión. Por otro lado, impide el libre intercambio de oxígeno y bióxido de carbono (Ramírez 2006).

Ramírez (2009), mencionan que en el mercado se encuentran cuatro tipos de detergentes sintéticos:

- a) Aniónicos, que contienen grupos solubles conformados por, sulfatos y sulfonatos de sodio ($C_{18}H_{29}NaO_3S$).
- b) Catiónicos, constituidos por compuestos cuaternarios de amonio (NH_3).
- c) No iónicos, son productos basados en la condensación del óxido de etileno (C_2H_4O), más materiales fenólicos o ácidos grasos.
- d) Biológicos, los cuales contienen enzimas que facilitan eliminar algunos tipos específicos de manchas de la ropa.

El uso de detergentes es inevitable y porque brindan importantes beneficios en cada uno de los hogares del mundo, aunque, su uso tiene un impacto sobre el medioambiente, debido a que son agentes contaminantes de las aguas superficiales; sin embargo, no se les presta la atención requerida (Insua *et al.* 2010).

Los detergentes surfactantes en condiciones aeróbicos son considerados biodegradables en un 50 %, sin embargo, estudios revelan que algunos de sus compuestos son tóxicos como el polifosfato que es un ingrediente reforzador del surfactante, convirtiéndolo en peligroso y no biodegradable (León 2006).

Visitación (2005), menciona que el sulfonato de alquilbenceno lineal (LAS) pueden ser degradados al 50% en condiciones aeróbicas (aguas de río), en aproximadamente 2 días. En este caso se considera que la fracción a degradar preferentemente son las de cadenas cortas C₁₀ y C₁₁; las de cadena más larga se degradan en mayor tiempo.

Los detergentes en el agua, son contaminantes y disminuye el poder autodepurador de los ríos, dificultando la actividad bacteriana, además, estos agentes interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras, incrementan el pH, causan eutrofización, debido a los altos niveles de fósforo procedente de la hidrólisis de los tripolifosfato, que es el principal ingrediente de los tensioactivos (Delgado 2011), además disminuye la tensión superficial del agua (Romero 2019).

Cuando los suelos agrícolas son expuestos a los surfactantes, se altera la actividad biológica, porque inhibe notablemente a las bacterias reductoras de hierro, como las Gram positivas y Gram negativas; los productos tensioactivos actúan, sobre las membranas celulares y proteínas de los microorganismos; inhibiendo el desarrollo de algunas bacterias, hongos y otros habitantes del ecosistema del suelo (Salager 2002).

El sulfonato de alquilbenceno lineal (LAS o LABS) son los tensoactivos mejor degradados por los microorganismos en el agua; pero se constituyen en riesgo para los organismos del suelo, convirtiéndose en inhibidores de bacterias, hongos y otros organismos. Además, la presencia de detergentes en el suelo reduce la capacidad de absorción de nutrientes y de oxígeno por las plantas (García 2019).

La alcalinidad de los suelos por contaminación de detergentes no permite la multiplicación y crecimiento de células, 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 y multiplicación celular, también causan la reducción del potencial hídrico entre la semilla y el medio externo (Hernández 2021).

La biodegradabilidad de los detergentes domésticos es variable, dependiendo de su estructura química, pueden ser fácilmente descompuestos o difíciles de ser utilizados por las bacterias (Temara *et al.* 2001).

Tabla 1. Biodegradación de sulfonato de alquilbenceno lineal (LAB)

Condiciones Ambientales	Mineralización a CO ₂	
	%	Tiempo
Aeróbicas	14	Después de 5 días
	41	Después de 42 días de la concentración
	7.5	inicial permanece luego de 42 días
Anaeróbicas	26	Después de 5 días
	52	Después de 42 días de la concentración
	20	inicial permanece luego de 42 días

Fuente: Tomado de Visitación 2005

Sin embargo, algunos factores modifican el potencial tóxico de los surfactantes, entre ellos, su estructura molecular, la dureza del agua, la temperatura, concentración de oxígeno disuelto, el pH (Jurado *et al.* 2018).

2.2.2. Clasificación de los surfactantes

Los detergentes sintéticos emplean como agente tensoactivo el sulfonato de alquilbenceno, ABS, una estructura orgánica molecular ramificada y con presencia de un anillo bencénico, el cual no es biodegradable (Ramirez 2006). La mayoría de los detergentes sintéticos son contaminantes persistentes debido a que no son descompuestos fácilmente por la acción bacteriana. A los detergentes que no son biodegradables se les llama detergentes duros y a los degradables, detergentes blandos (Parra 2019).

A partir del año 1965, los cuestionamientos ambientales basados en la persistencia de los detergentes sintéticos en el ambiente acuático hicieron que se buscaran alternativas biodegradables desarrollando así los detergentes orgánicos, considerando las formulaciones basadas en sulfonatos de alquilo lineales (LAS), en sustitución de los ABS. Este nuevo ingrediente activo, sin la presencia del anillo bencénico en la estructura molecular y de

cadena orgánica lineal, permiten el ataque de los microorganismos descomponedores al eliminarse el impedimento estérico del grupo bencénico. Sobre los ABS no hay evidencia de su toxicidad o como productor de consecuencias fisiológicas indeseables (Ramirez 2006).

Asimismo, los detergentes se clasifican en los siguientes: **a) surfactantes catiónicos**, compuestos cuaternarios de amonio, compatibles con los tensioactivos no iónicos y anfotéricos e incompatibles con los tensioactivos aniónicos, su capacidad de limpiar y su biodegradabilidad es baja, su costo económico es más elevado que los surfactantes aniónicos y no iónicos. Se suelen usar como agentes emulsionantes a pH inferiores a 7, presentan propiedades suavizantes y desinfectantes. Los surfactantes catiónicos, no se utilizan como detergentes para el lavado de ropa, sus cationes se fijan sobre la superficie a la que está adherida.

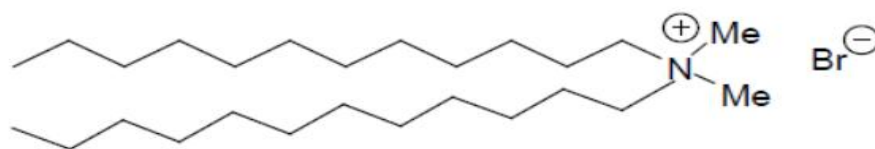


Figura 1. Estructura de los surfactantes catiónicos. (Fuente: Solé 2014: 146)

b) surfactantes aniónicos, contienen grupos solubles, sulfatos y sulfonatos de sodio se utilizan en los detergentes en polvo; para lavado de ropa y en productos líquidos para uso en lavavajillas, en este tipo de surfactantes se encuentran los Arilbencensulfonatos de Sodio (ABS) de cadena ramificada, que no pueden ser biodegradados por presentar átomos de carbono terciarios, los detergentes con base Lauril Sulfato de Sodio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) (SLS) son biodegradables, pero de poco uso comercial por su elevado costo (Gonzales y Quijano 2009), y los surfactantes aniónicos lineales (LAS), que está compuesto por 12 átomos de carbono, presenta propiedades físicas, químicas y toxicológicas intermedias entre los componentes de la cadena corta C_{10} , C_{11} y larga C_{13} y C_{14} , la cabeza se encuentra cargada negativamente y se disocia en un anión anfífilo y un catión, reacciona en aguas de alta dureza

cargadas de iones Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) indicando una desactivación parcial de las cargas (Parra 2019).

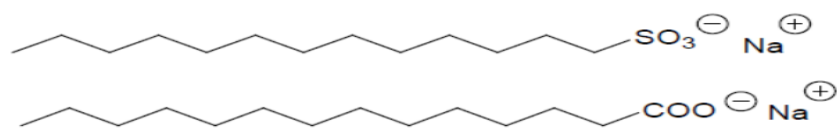


Figura 2. Estructura del surfactante aniónico (Fuente: Adalid 2011: 89)

c) Surfactantes no iónicos, están constituidos por una cadena alquílica larga y en el extremo polar un grupo neutro, la solubilidad de estos surfactantes depende de la cantidad de grupos polares que estén presentes en la molécula. Generalmente son derivados de los óxidos de etileno y de propileno, llegando a tener propiedades humectante y antiespumante, son más estables a los agentes químicos que los aniónicos y los catiónicos, presentan bajo poder espumante y suelen ser productos líquidos o pastosos (Rusina 2018).

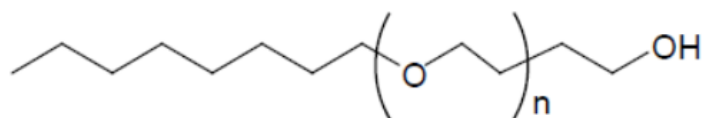


Figura 3. Estructura de los surfactantes no iónicos. (Fuente: Salager 2002: 3)

d) Surfactantes anfóteros, contienen una cabeza dipolar, con carga positiva y negativa, se comportan como tensioactivos aniónicos, catiónicos o neutros, en función del pH, actúan como ácido o base dependiendo con qué molécula se encuentren. No se utilizan como materia prima para detergentes, pero al tener una excelente espumación y bajo nivel de irritabilidad cutánea y ocular, son apropiados en las formulaciones de champú. Dentro de este grupo encontramos anfoacetato con contenido en sal y anfopropionato sin contenido en sal (Adalid 2011).

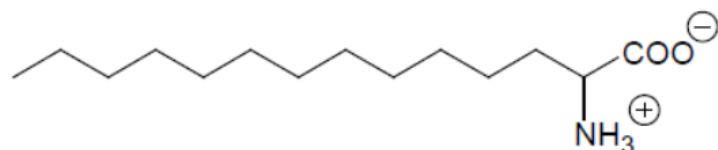


Figura 4. Estructura de los surfactantes anfóteros. (Fuente: Solé 2014: 147)

2.2.3. Composición química de los detergentes

Los productos de limpieza líquidos y sólidos, son mezclas de químicos o varios tensioactivos que favorecen la acción detergente más aditivos, coadyuvantes y compuestos auxiliares (Adalid 2011).

Los detergentes en polvo contienen surfactantes aniónicos lineales (LAS), alquilbenceno sulfonados o alcohol sulfatos, sulfatos de sodio y surfactantes no-iónicos; estos en el proceso de limpieza tienden a concentrarse en las regiones interfaciales; entre aire-agua; aceite-agua; en la interfase sólido-líquido, permitiendo la remoción de la suciedad (Salager 2002).

El agregar un detergente al agua hace que disminuyan las fuerzas de cohesión de esta. Las moléculas de agua se entrelazan entre sí, dando lugar a grandes gotas. Las moléculas de detergente se posicionan entre las moléculas de agua. La parte hidrofílica del detergente se mantiene atraída por el agua. Cuando la ropa se lava con agua y jabón, la parte hidrofóbica atrae las gotas de aceite hacia afuera de la tela. Las moléculas del detergente, evitan que el agua forme gotas grandes y las convierten en gotas más pequeñas que son llevadas por el aceite. El detergente ayuda a que se mezclen el aceite y el agua, a pesar de que normalmente no se mezclan (Alice 2014).

Su actividad superficial deriva de su estructura anfipática, actuando como compuesto polar y apolar (Díaz 2007); es decir, el tensioactivo es una molécula anfipática, tiene dos partes; denominada hidrófila polar que tiene la propiedad de interactuar fuertemente con las moléculas de agua, y otra hidrófoba o lipófila que corresponde a la cadena apolar de hidrocarburo, y que interactúa débilmente con las moléculas de agua, esta última tiene de 12 y 20 átomos de carbono, pudiendo ser hidrogenada o fluorada, lineal o ramificada, teniendo o no doble enlace. Los grupos hidrófilos, pueden diferir bastante en su naturaleza química, pudiendo ser no iónicos, catiónicos, aniónicos o anfóteros (Regla *et al.* 2014).

La propiedad anfipática que posee el surfactante, disminuye las tensiones interfaciales generadas entre la suciedad del sustrato y el agua; emulsionando y solubilizando la suciedad, generándose el poder limpiador del detergente (Riojas *et al.* 2010).

Tabla 2. Composición de algunos detergentes comerciales en el Perú.

Detergente	Surfactantes		Carbonato de Sodio (Na ₂ CO ₃)	Sulfato de sodio (Na ₂ SO ₄)	Blanqueado óptico
	aniónicos lineales (LAB)	Con surfactante			
Ña Pancha	X	X	X		X
Sapallo Lavavajillas	X		X		X
Ariel	X	X		X	X
Ace	X	X			X
Opal	X	X	X	X	X
Bold-3	X				X
Magia Blanca	X	X		X	X
Ariel con Blanqueador	X	X		X	X
Patito	X	X	X	X	X
Blanca nieve	X		X	X	X

x Declarado en avance del producto

Fuente: Visitación 2005

a) Composición del detergente doméstico Patito

La composición química del detergente Patito, es Alkyl Aril Sulfonato de Sodio, Tripolifosfato de Sodio, Carbonato de Sodio (Na₂CO₃), Poliacrilato de Sodio y fragancia (Dario 2020).

El detergente doméstico comercializado como Patito, forma parte de los surfactantes aniónicos lineales (LAS), su cadena alquilo es lineal, son fácilmente biodegradables y considerados como detergentes suaves; en su composición se encuentra carbonato de sodio (Na₂CO₃) y sulfato de sodio (Na₂SO₄), que les permite tolerar con mayor facilidad el agua dura, estos agentes precipitantes modifican el pH del agua, convirtiéndolo en moderadamente alcalino, favoreciendo la eliminación de las grasas. Además, contiene agente blanqueador que son utilizados como complemento de los agentes detergentes y cumplen la función de proporcionar un adecuado grado de blancura a los tejidos (Riojas *et al.* 2010)

b) Composición del detergente doméstico Ace

Químicamente está compuesto por: Hipoclorito de sodio, Carbonato de sodio (Na_2CO_3) e Hidróxido de sodio (NaOH), pertenece a los de tipos de surfactantes aniónicos de cadena lineal larga, lo que permite reducir la dureza superficial del agua y que las moléculas sean resbaladizas, evitando que se adhieran entre sí y actuando sobre la grasa o las manchas que contienen los tejidos; este detergente contiene blanqueantes ópticos que son compuestos orgánicos incoloros capaces de absorber la luz ultravioleta y emitir una luz en la región azul del espectro visible sobre los tejidos como un color ligeramente amarillento produciendo un efecto óptico de blancura, este complemento son los derivados del estilbeno ($\text{C}_{14}\text{H}_{12}$), que es un hidrocarburo aromático (Brand 2019).

c) Composición del detergente doméstico Ariel

Su composición química es el siguiente: Alquil aril sulfonato de sodio (LAS), Dioxido de silicio (SiO_2), Oxido de sodio (Na_2O), Tripolifosfato de sodio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), Ftalocianina de zinc ($\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_8\text{Zn}$), Sulfato de sodio (Na_2SO_4), Carbonato de sodio (Na_2CO_3), Perfume y Agua. Se caracteriza por generar burbujas, por el surfactante presente en su composición (LAS), produce estructuras poliméricas de asociación llamadas micelas, que le genera el poder limpiador, ocurre en la interfase o la disminución de la tensión superficial entre la materia que se está lavando y el agua, extrayendo la grasa de la superficie a la que está adherida y emulsionándola en agua, mediante el proceso de agitación, vibración y frotamiento. Además, este detergente contiene sulfato de sodio (Na_2SO_4) y blanqueador óptico (Solé 2014).

2.2.4. Cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

El trigo, gramínea considerada como uno de los tres principales cereales del mundo, es consumido por el hombre desde la antigüedad, en las civilizaciones occidentales (Gutiérrez *et al.* 2005). Se cultivan en todos los continentes; en Sur América prospera mejor en zona quechua y jalca templadas, ocupando una extensión considerable del área agrícola en la sierra norte del Perú” (Muro 2013).

Taxonomícamente pertenece al reino Plantae, división: Magnoliophyta, clase: Liliopsida, orden: Poales, familia: Poaceae, género: *Triticum*, especie: *aestivum*, nombre científico: *Triticum aestivum* L. (Tejada 2008).

2.2.4.1. Morfología de la planta trigo

a. Tiene raíz fascicular, formado por raíces primarias o seminales, estos aparecen con la germinación de la semilla hasta el comienzo del ahijado, las secundarias o adventicias, se forman cuando las plantas emiten sus tallos sustituyen a las seminales de forma progresiva; nacen del primer nudo del tallo principal seguido del primer nudo de los tallos secundarios o ahijamiento (Mendoza 2018).

b. Plúmula o hipocótilo; ocupa el espacio entre el cotiledon y la radícula. El embrión está formado por la radícula dirigida hacia el micrópilo; el hipocótilo está constituido por el eje caulinar y algunos primordios foliares (Azul 2013).

c. El tallo, es una caña recta, cilíndrica y hueca formada por nudos y entrenudos; varía de 50 a 150 cm de alto según variedad, clima y suelo; la cantidad de esclerénquima, y el número de haces vasculares, condiciona la resistencia a alguna alteración fisiológica; la altura y solidez determinan la resistencia del encañado (Mendoza 2018).

d. Las hojas son lanceoladas y presentan vaina tubular que envuelve al tallo; a partir de la lígula, se forma la lámina foliar membranosa, con pequeñas proyecciones filiformes, o aurículas (Loayza 2014).

e. La inflorescencia corresponde una espiga terminal, compuesta por 15 a 25 espiguillas; sésiles dispuestos en el raquis. Cada espiguilla presenta externamente dos brácteas denominadas glumas y envuelven de 3 a 5 antecios dispuestos sobre una raquilla (Loayza 2014).

f. El fruto llamado cariósipide se desarrolla después de la polinización y alcanzando su tamaño normal entre 30 a 45 días; son ovalados con un pliegue ventral, está cubierto por el pericarpio, consta de tres partes, el embrión, contiene endosperma formado por la capa aleurónica externa, y la envoltura son células del pericarpio y del espodermo, actúa como protector de la semilla, representa el 5 – 7% del peso del grano (Villarreal 2000).

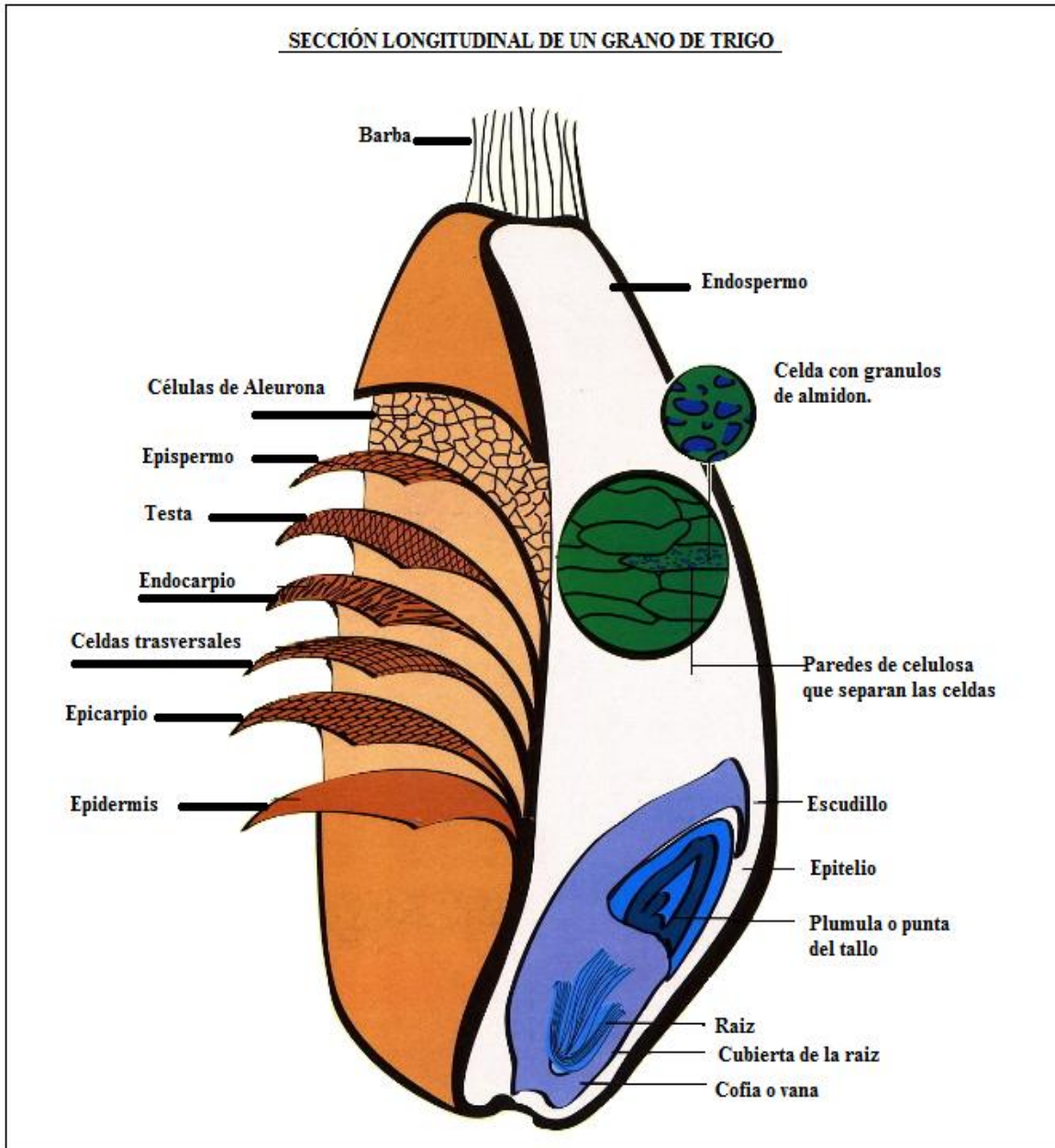


Figura 5. Sección longitudinal de un grano de trigo. (Fuente: Polo 2010; Adaptado por Cercado 2023).

2.2.4.2. Germinación de semillas

Los siguientes procesos físicos conducen a la germinación: **a)** La absorción en semillas secas es la absorción del agua necesaria para la rehidratación de proteínas y organelos celulares, así como también para el transporte de solutos y para que ocurra las reacciones hidrolíticas. **b)** Ocurre activación enzimática, en diferentes procesos metabólicos como la síntesis de ácidos

nucleicos, proteínas y cuando esta actividad se incrementa ocurre degradación de las reservas. **c)** El crecimiento del embrión se realiza, cuando las reservas de la semilla se movilizan a formas derivadas trasportables o metabolizables (Herrera 2016). **d)** La ruptura de la testa aparece con fisuras en varias partes lo que permite el ingreso del agua y ocurre la germinación (Azul, 2013). **e)** La emergencia de la raíz, es proceso por el cual la radícula atraviesa los tejidos envolventes marcando el fin de la germinación y el comienzo del crecimiento de la plúmula (Cervantes, 2006), actividad por el cual el embrión conduce a la diferenciación de la radícula (Kadkhodaie y Bagheri, 2011).

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 de germinación no se activan de acuerdo a lo mencionado por (Bidwell 1989).

Los exudados radiculares favorecen la asociación de la planta con microorganismos del suelo, éstos a su vez liberan en el espacio la rizosfera auxinas y citocinas que son promotoras del crecimiento (Layne 2007). Sin embargo, los surfactantes al contener presencia de sulfonatos, acidifica el suelo afectando el crecimiento de la raíz y la plúmula (Román 2000), este es un factor que impide el desarrollo de la planta de trigo, que se encuentra estrechamente relacionado entre el agua, suelo, planta y microorganismos, al agregar el surfactante en el agua, altera esta relación y modifica las propiedades físico-químicas de la rizosfera y el pH de la solución del suelo que también interviene en la germinación de semillas. Los iones cloruros del surfactante inhiben la germinación y síntesis de proteínas del trigo (De Mendonca *et al.* 2005).

El uso de aguas contaminadas con compuestos salinos y fertilizantes químicos ocasionan efectos en las plantas, causando dificultad en la absorción de agua, toxicidad y perturbando de esta manera los procesos fisiológicos reduciendo el crecimiento y la producción de cultivos (Rivera 2015).

Román (2000), menciona que la presencia de los surfactantes polvo-líquido, facilita la adhesión bacteriana en las semillas en germinación, alterando el crecimiento de las plantas.

2.2.5. Patógenos radiculares

Los patógenos de las plantas, suelen atrofiar el crecimiento de éstas, causando lesiones al ras del suelo. Otros causan pudriciones radiculares, siendo los más comunes: *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. y *Rhizoctonia* spp. (García 2006). *Fusarium* spp; *Verticillium* spp; *Cladosporium* spp. (Roncal 2004). En la sierra norte del Perú, es común encontrar hongos dañando espigas y tallos de trigo y cebada; causando síntomas característicos, como la formación de una masa negra sobre los granos, glumas y hojas al final del período vegetativo, estas causas están representados por *C. macrocarpum*, *C. herbarum*, *C. fulvum* (Roncal 1993). Si el clima es favorable, el ataque se generaliza en toda la planta (Romero 1988), los frutos de algunos cereales afectados tienen sabor amargo debido a las toxinas del hongo (Roncal 2004).

Las infecciones radiculares repercuten en la parte aérea de la planta; cuyos síntomas son crecimiento pobre del follaje y de color amarillento, pérdida prematura de hojas, marchitamiento y muerte (Cano 2011). Las raíces infectadas usualmente tienen un color pardo, con tejido suave y podrido. Algunos patógenos invaden la parte inferior del tallo desarrollando canchales secos de color pardo y pudriciones, acuosas de color café oscuro (Finlay 2004). El proceso de patogénesis de estos organismos, es semejante en los diferentes órganos de la planta, la mayoría ingresa al tejido del hospedero por las aperturas naturales, o por heridas provocados por insectos y por el hombre durante las labores culturales; son pocos los que tienen la capacidad de roturar las barreras naturales del hospedero (Roncal 2004).

El género *Fusarium*, categorizado en la sección Liseola, es la causa principal de la pudrición de raíces, tallos y hasta la mazorca del maíz (Roncal 2004).

2.2.6. Propiedades físicas y químicas del suelo para cultivos de trigo.

El cultivo de trigo requiere de suelos sueltos con buen drenaje y con un pH de entre 5.5 a 7, no soporta los terrenos arenosos o turbosos con acidez elevada. La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C y se necesita de 450 a 550 litros de agua para producir 1 kilo de materia seca (Mojid 2020).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La investigación se realizó en un invernadero temporal casero instalado en un huerto familiar en la ciudad de Celendín, región Cajamarca, a una altitud de 2650 msnm y en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.



Figura 6. Ubicación del trabajo de investigación

3.2. Materiales

3.2.1. Material experimental

- . Semillas de trigo (*Tritium aestivum* L.) y cepas de hongos
- . Detergentes: Patito, Ace, Ariel

3.2.2. Materiales de campo

- . Carretilla tipo buggy.
- . Suelo agrícola, arena y compost.
- . Envases de plástico de tres litros.
- . Cinta métrica.
- . Cinta masking tape.
- . Tablero de madera.
- . Libreta de apuntes.

3.2.3. Materiales de escritorio

- . Laptop.
- . Papel bond A4.
- . Lapiceros.
- . Regla.
- . Folder.

3.2.4. Materiales y equipo de laboratorio

- . **Equipos de protección**, mascarilla, mandil.
- . **Desinfectantes**, alcohol de 90°, hipoclorito de sodio al 2%.
- . **Materiales de vidrio**, placas Petri, vasos, matraz Erlenmeyer y tubo de ensayo de diferentes capacidades, incubadora de cristal, laminas porta y cubre objetos, embudo, agitador, pipeta.
- . **Medios de cultivo**, (PDA) papa, dextrosa, agar.
- . **Equipos de esterilización**, autoclave, estufa, cocina eléctrica, cámara de flujo laminar.
- . **Equipos ópticos**, estereoscopio, microscopio y cámara fotográfica.
- . **Otros materiales**, papel filtro, papel higiénico, aguja MRO (creada por Roncal), agujas hipodérmicas N° 25, cinta scotch, sorbetes de plástico, taper descartables de 250 cc, algodón, balanza electrónica, mechero.

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo en invernadero

- a. El sustrato para el crecimiento y desarrollo de platas de trigo: está compuesto por 03 partes de suelo agrícola, 02 de arena y 01 de compost.
- b. Preparación de las macetas; se utilizó botellas descartables de bebidas gaseosas de tres litros de capacidad, estas fueron acondicionadas para ser utilizadas como macetas; se seccionaron en dos partes; la base cilíndrica de 16 cm a partir de la base, sirvió para recepcionar el agua de riego y la parte superior en forma de embudo se utilizó para disponer 1 kg de sustrato en donde se realizó la siembra de las semillas de trigo.
- c. Siembra de semillas de trigo; en cada maceta se dispuso cinco semillas de trigo equitativamente distribuidos a 1 cm de profundidad.
- d. Preparación de la solución de agua con detergente: se tuvo en cuenta el uso común para el lavado de ropa; comúnmente para lavar 1 kg de ropa se utiliza 150g de detergente en 6 litros de agua; para obtener la proporción de la solución, para la investigación se utilizó 25 g de detergente Ariel, Ace y Patito para un 1 litro de agua, las cuales se prepararon por separado.
- e. Riego frecuente con la solución de agua con detergente; teniendo en cuenta mantener la capacidad de campo del sustrato.
- f. Verificación del crecimiento de las plantas de trigo; fueron evaluadas utilizando una regla graduada en cm, midiendo desde el nivel del suelo, hasta el ápice de la hoja de mayor tamaño y cuando las plantas estaban en espiga, se midió hasta el ápice de ésta. Las evaluaciones se realizaron cada 15 días.

3.3.2. Niveles de concentración de detergente

- . Factor de estudio: cantidad de detergente.
- . Niveles de estudio: cuatro unidades experimentales

Tabla 3. Tratamientos

Nº	Código	Producto	Concentración
1	T1	Patito	
2	T2	Ace	5g/200ml Agua
3	T3	Ariel	
4	T4	Testigo	---

3.3.2.1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente aleatorio con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

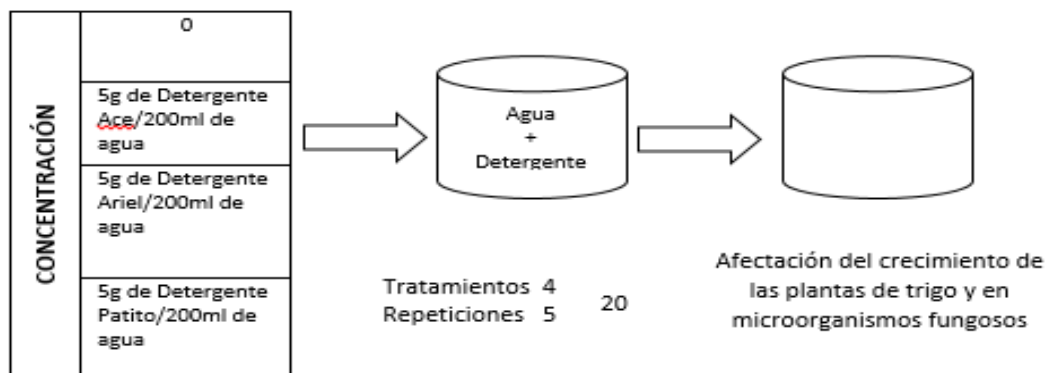


Figura 7. Relación entre el tratamiento y la afectación en el crecimiento de la planta de trigo.

Tabla 4. Análisis de varianza para el efecto del agua con detergente en el crecimiento de las plantas de trigo

FUENTE	GL	SC	CM	F ₀	F tabulado
Tratamientos (T)	T - 1 = 3	SC _E	T	T/E	F
Error experimental	T(r-1) = 16	SC _{Error}	E		
Total	N - 1 = 19	SC _{Total}			

C.V.

3.3.3. Trabajo en laboratorio

a. Acondicionamiento de cámaras húmedas; se utilizó embaces descartables de 250 cc, en donde se colocó un trozo de papel toalla recortando en forma circular, los cuales fueron humedecidos con agua destilada estéril.

b. Evaluación de germinación de semillas remojadas en las soluciones de los detergentes en estudio, de una a 12 horas; para lo cual se midió el pH de cada solución: Ace 11.93 de pH, Ariel 11.63 y Patito 11.49. Para el ensayo se utilizaron 50 semillas remojadas en las soluciones de los respectivos tratamientos, utilizando cinco cámaras por cada tiempo de remojo de semillas, incluyendo la muestra testigo; la evaluación de la germinación se realizó cada 24 horas.

- c.** Se preparó medio de cultivo; papa, dextrosa y agar (PDA); para ser utilizado en la obtención de cepas fungosas.
- d.** Aislamiento purificación e identificación de hongos en el sustrato suelo regado con los detergentes en estudio.
- e.** para determinar la presencia de cepas de hongos en el sustrato suelo, donde se cultivó trigo, regados con las soluciones de detergentes; de recurrió a sacar muestras del sustrato. Método que consistió en obtener de cada maceta de los tratamientos respectivos, 10g de sustrato; por tanto, de cada tratamiento se obtuvo 50g; los que se mezclaron uniformemente; de esta mezcla se separó un gramo; el que diluyo en 9 cc de agua destilada estéril; usando el agitador eléctrico; de esta manera se obtuvo una solución con inóculo de hongos en suspensión.
- f.** En las placas de Petri con medio PDA, se depositó una alícuota de la solución del sustrato suelo en suspensión cuyo valor de pH fue 8.6.
- g.** Las placas sembradas, se incubaron entre 18-20 °C; realizando la observación cada 24 horas.
- h.** Las cepas desarrolladas en cada caja Petri, se replicaron en otras cajas con PDA; también se incubaron entre 18-20 °C; esta siembra se realizó con la finalidad de obtener cepas puras.
- i.** Para la identificación del género del hongo, de esta última siembra, se tuvo que hacer una nueva siembra; denominada siembras monosporica, porque se utiliza como inóculo a uno o dos conidios del hongo.
- j.** Para la siembra monosporica, se usó la aguja MRO.
- k.** Con ayuda del estereoscopio, la punta de la guja MRO empapada con agua destilada estéril, se acerca con cuidado a la porción del micelio donde se aprecia la zona esporifica del hongo; de esta manera se obtiene inóculo constituido por uno o dos conidios.
- m.** El conidio o máximo tres de ellos, se siembran en una gota de medio PDA, dispuesta en una porta objetos. El porta objeto que contiene el micro cultivo, se dispone en un triángulo de sorbete que se ha colocado en la caja base de la placa Petri; que contiene 5 cc de agua destilada estéril. Luego a la caja Petri se tapa, y se incuba entre 18-20°C. Los datos del microcultivo se registran cada 24 horas; haciendo uso del microscopio.
- n.** En el microcultivo se aprecia el proceso de germinación del conidio, cuyo tuvo germinativo con el crecimiento, da origen a la hifa; de esta se diferencia los conidióforos y de éstos los

conidios. Estructuras que sirvieron para determinar el género del hongo, haciendo uso de las claves de identificación de Barnett y Hunter de 1998.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efectos del agua con detergentes Patito, Ace y Ariel en el proceso de crecimiento de las plantas de trigo

Estadísticamente el agua de riego con detergente afecta el crecimiento de las plantas de trigo, los resultados se evidencian en la Tabla 5 y Figura 8

Tabla 5. Efecto de los surfactante de Ace, Ariel y Patito en el crecimiento de las plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en cm.

Repeticiones	Testigo Cm	Ace Cm	Ariel cm	Patito cm
R 1	39.75	5.99	6.55	10.77
R 2	30.70	8.85	1.22	13.41
R 3	38.70	0.60	1.64	20.83
R 4	39.78	4.55	7.12	14.02
R 5	37.33	5.08	0.00	18.78
Promedios	37.2	5.01	3.3	15.5

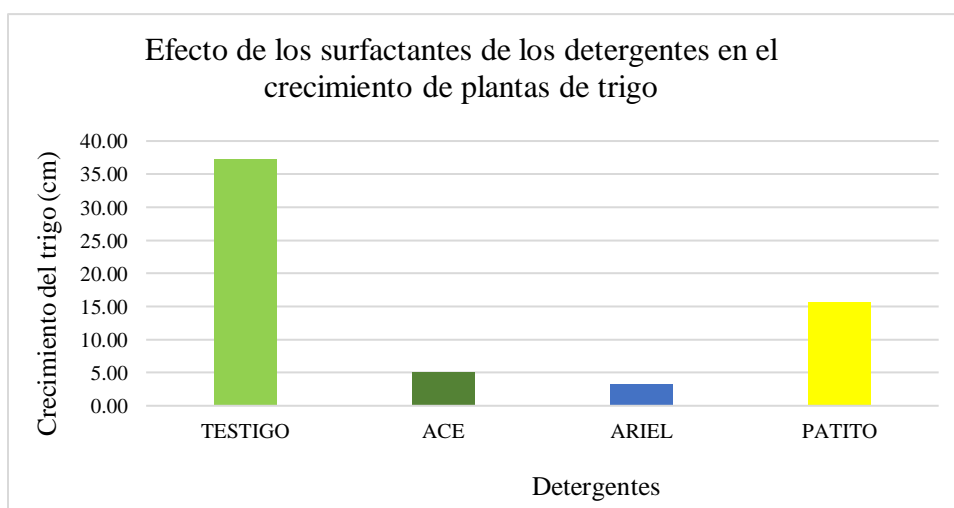


Figura 8. Efectos de los surfactantes de detergentes Ace, Ariel y Patito en el crecimiento de las plantas de trigo.

Los surfactantes de los detergentes en las plantas de trigo, afectan el crecimiento y desarrollo, en comparación con las plantas testigo que llegaron a fructificar; siendo los más tóxicos Ariel y

Ace; ambas soluciones alcalinizaron el sustrato suelo; con Ace el pH fue 10.12 y con Ariel 10.10, este es un factor que impide el desarrollo de las plantas de trigo como lo menciona Mendonca *et al.* (2005)., debido a que el crecimiento de la raíz y la plúmula son significativamente afectadas (Román 2000). Cada vez que se regaba con agua con detergente la solución suelo se alcaliniza, alterando la fisiología de utilización de nutrientes por las plantas con repercusión en la reducción del tamaño de tallo y sistema radicular del trigo. Reporte idéntico al encontrado por Bidwell (1989); quien afirma que las células de la plántula que luego se convirtieran en tallo y hojas no se diferencian, por mostrar sensibilidad a la toxicidad.

Con Patito el sustrato tuvo 10.04 de pH; valor que permitió que en cada una de las unidades experimentales logren mayor crecimiento de las plantas además no existió fructificación; este detergente en su composición química, especulamos posee menos porcentaje de productos alcalinizadores, en comparación con los detergentes Ace y Ariel.

En la Tabla 6 se muestra el análisis estadístico del efecto de los detergentes en las plántulas de trigo, obteniendo una alta significancia de efecto del contaminante sobre la unidad de análisis ($F_0 > F_t$).

Tabla 6. Análisis de varianza para los efectos de los surfactantes de Ace, Ariel y Patito en el crecimiento de las plantas de trigo.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	Significancia
Crecimiento del trigo	469.92	2	234.96	20.42	0.00	4.26	**
Error experimental	103.53	9	11.50				
Total	573.44	11					

$$C.V = 22$$

4.2. Efectos del agua con detergentes Patito, Ace y Ariel en la germinación de semillas trigo (*Triticum aestivum* L.)

Tabla 7. Diferenciación en tamaño de plúmula y radícula de las semillas germinadas de trigo (*Triticum aestivum* L.); después de estar sumergidas entre una a doce horas en agua con detergente Patito, Ace y Ariel.

Horas	Testigo			Patito			Ace			Ariel		
	Porcentaje de germinación	Tamaño de raíz Cm	Tamaño de plúmula Cm	Porcentaje de germinación	Tamaño de raíz Cm	Tamaño de plúmula Cm	Porcentaje de germinación	tamaño de raíz cm	Tamaño de plúmula cm	Porcentaje de germinación	Tamaño de raíz Cm	Tamaño de plúmula cm
1	86	1.6	0.9	85	0.9	0.5	76	0.9	0.5	82	0.8	0.5
2	85	2.2	0.9	72	0.8	0.4	74	0.8	0.5	80	0.7	0.5
3	78	1.6	0.8	72	0.8	0.4	72	0.9	0.4	78	0.7	0.4
4	76	1.9	0.9	64	0.7	0.4	70	0.7	0.4	62	0.6	0.3
5	80	2.3	0.9	66	0.7	0.3	70	0.7	0.4	58	0.5	0.3
6	90	2.1	1.2	64	0.7	0.3	68	0.5	0.3	56	0.5	0.3
7	92	2.6	1.2	64	0.6	0.3	58	0.6	0.3	54	0.4	0.2
8	82	2.6	1.2	62	0.6	0.3	54	0.5	0.3	50	0.5	0.2
9	92	2.5	1.3	60	0.5	0.3	54	0.5	0.3	44	0.5	0.2
10	92	2.9	1.3	54	0.5	0.3	50	0.5	0.3	32	0.3	0.2
11	92	2.8	1.4	46	0.5	0.3	30	0.3	0.2	28	0.3	0.2
12	94	3.8	1.5	20	0.4	0.2	0	0.3	0.2	0	0.2	0.1
Des. Estan.	6.30	0.61	0.23	9.63	0.15	0.08	13.79	0.20	0.10	19.93	0.18	0.13
C.V.	0.07	0.25	0.21	0.15	0.23	0.23	0.22	0.34	0.29	0.35	0.36	0.45

De los resultados obtenidos, (Tabla 7), se determina que son significativamente heterogéneos, indicando que cada contaminante afecta de manera diferente. Con la solución Ace las semillas expuestas en 1 hora; germinaron el 76 %; Ariel el 82 % y Patito el 85 %, este porcentaje disminuye; a mayor tiempo de remojo existe mayor contaminación siendo así que a las 6 horas con Ace se tiene un 68 % de germinación, con Ariel 58 % y con Patito 64 %; a las 12 horas las semillas remojadas en la solución de Ace y Ariel, pierden en su totalidad el poder germinativo y con el surfactante Patito solo germinó un 20 % ; a diferencia del testigo que en 1 hora germinó el 86% a las 6 horas el 90 % y a las 12 horas el 94 %; esto muestra que los contaminantes no permiten que las semillas germinen de manera uniforme; datos que son corroborados con Lechuga (2005), quien menciona que los detergentes, cuando son utilizados en grandes concentraciones, elevan la alcalinidad del agua (pH superior a 12) impidiendo la germinación de las semillas de trigo.

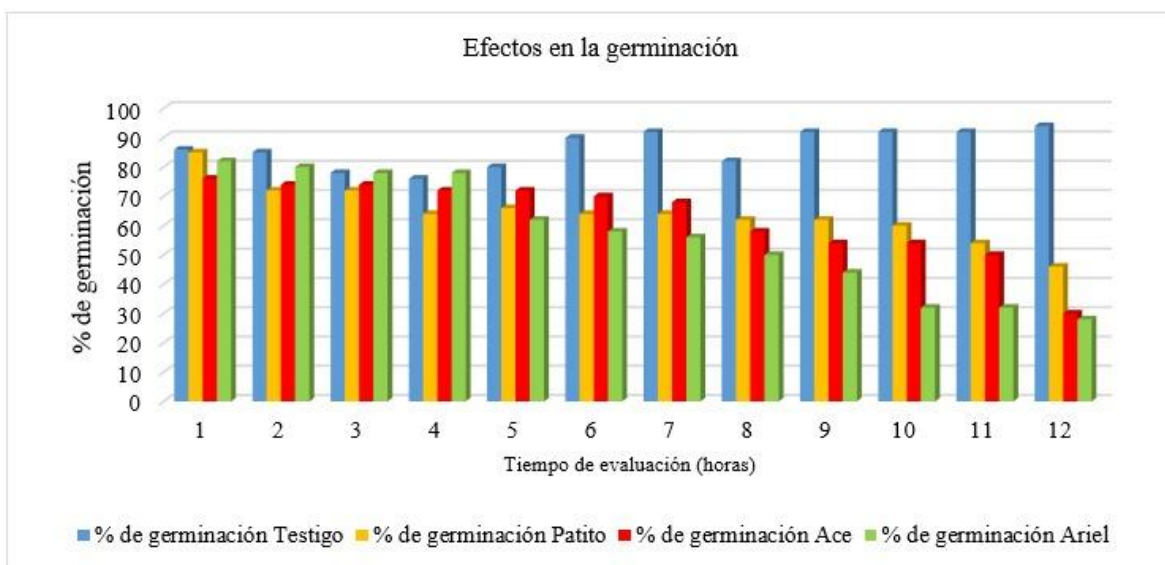


Figura 9. Efectos del detergente en la germinación de semillas de trigo.

En la figura 9 se aprecia el porcentaje de semillas germinadas, remojadas en soluciones de detergentes, determinando que los surfactantes de estos ejercen toxicidad a medida que dura el tiempo de remojo; de una a doce horas, las semillas expuestas a partir de las 12 horas, perdieron totalmente el poder germinativo. Los iones cloruro del surfactante inhiben la germinación y síntesis de proteínas como lo reporta De Mendoza *et al* (2005).

El sustrato alcalino no permite que en las semillas se activen el efecto de las citocininas y giberelinas, de tal manera la multiplicación y crecimiento de células se inhiben. Las fitohormonas son importantes porque contrarrestan los inhibidores del crecimiento

natural; debido a la reducción del potencial hídrico, de la semilla y el medio externo y en este caso por la presencia de las soluciones de los detergentes utilizados; este resultado también lo precisa, Hernández (2021).

La imbibición de la germinación se afecta por la concentración de sales en el agua (Besnier 1989). Considerando que la absorción de agua es el inicio del proceso fisiológico de germinación de semillas, debido a que se activan enzimas, iniciando de esta manera el metabolismo fisiológico de formación de una nueva planta normal. Pero por el efecto tóxico que ejerce el pH alcalino de las soluciones de los detergentes; en el embrión se alteran diferentes funciones, deteniéndose el crecimiento de la raíz como lo menciona Hernández (2021). Por otro lado se inactivan los procesos de respiración y fermentación debido a que las reservas de inulina y almidón no se descomponen por que se han inactivado las enzimas degradadoras de estos compuestos y por lo tanto, no se forma ni glucosa y fructosa, que debe ser utilizada para la normal fisiología del embrión (Ronco 2011).

Teniendo en consideración los resultados de la germinación de las semillas de trigo, se realizó el análisis de variancia, de diferenciación de tamaño entre plúmula y radícula, encontrando un coeficiente de variabilidad (CV) de 8%, que señala la homogeneidad en los resultados del experimento. El análisis estadístico ($P < 0.05$) determinan que los componentes de los surfactantes de los detergentes utilizados, alteran considerablemente los procesos de semillas de trigo.

Tabla 8. Análisis de varianza del efecto de los surfactantes de Ace, Ariel y Patito en la germinación de las semillas de trigo.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F ₀	Probabilidad (p)	Valor crítico para F	Sig.
Germinación	469.92	3	234.96	20.42	0.00	4.26	**
Error experimental	7918.5	44	179.965909				
Total	14103.9167	47					

C.V. = 8

Para determinar cuál de los contaminantes tienen mayor significancia en la germinación de las semillas se realizó la prueba múltiple de Duncan.

Tabla 9. Prueba de rango múltiple de Duncan para la germinación de las semillas de trigo remojadas en solución con detergentes.

Contaminante	Media		Duncan agrupamiento
	% de germinación cm	N	
Ariel	57	4	A
Ace	63	4	B
Patito	65	4	C
Testigo	87	4	D

* Medidas con diferente letra son significativamente diferente

En la prueba múltiple de Duncan para los efectos de los surfactantes en la germinación de las semillas de trigo (Tabla 9), se verificó que en el porcentaje promedio de germinación, con la solución de detergente Ariel, logra el menor porcentaje de germinación con 57%, seguido del detergente Ace con 63% y Patito con 65%, el testigo obtiene un 87%, El porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación son afectados por el sulfonato de sodio, un compuesto de los surfactantes. La toxicidad del sodio impide la germinación uniforme de las semillas, afectando la diferenciación de la plúmula y radícula, datos que coinciden con los reportes de Rivera (2015). La inhibición de la germinación debido a la presencia de tensioactivos se debe a que se destruye lentamente las membranas celulares que están construidas por lípidos y proteínas hecho que lo precisa Sánchez (2012).

4.3. Aislamiento de microorganismos fungosos de los sustratos regados con soluciones de los detergentes Patito, Ace y Ariel.

La tabla 10. Muestra los microorganismos encontrados en las muestras contaminados con agua con detergente y en el testigo.

Tabla 10. Patógenos radiculares encontrados en el suelo agrícola contaminado con detergentes.

Tratamiento	Agua con detergente	Microorganismo
1	Patito	<i>Drechslera</i> sp
		<i>Sepedonium</i> sp
		<i>Fusarium</i> sp.
2	Ariel	<i>Nigrospora</i> sp
		<i>Cladosporium</i> sp
3	Ace	<i>Drechslera</i> sp.
		<i>Cladosporium</i> sp
4	Testigo	<i>Alternaria</i> sp.
		<i>Trichothecium</i> sp.
		<i>Penicillium</i> sp.

4.3.1. Tipos de hongos encontrados en el análisis de la población microbiana de los sustratos suelos; contaminados con agua de riego con soluciones de detergentes Ace, Ariel y Patito

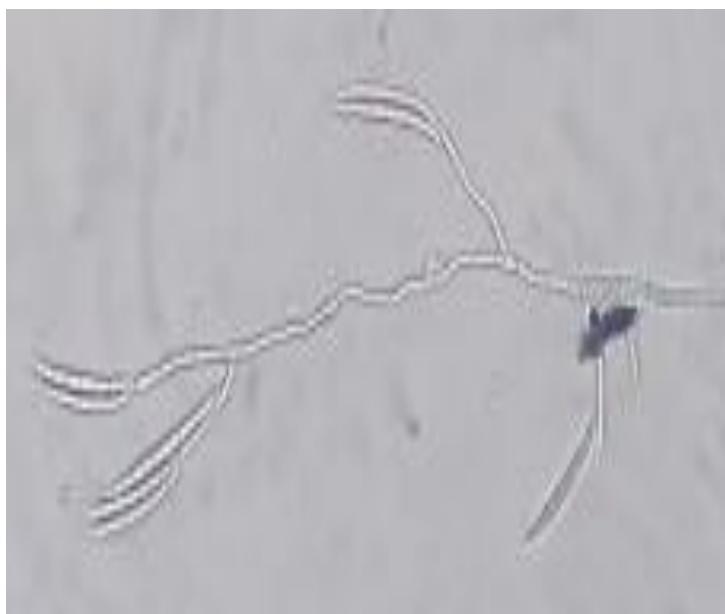


Figura 10. Hifas, conidióforo (fiálides) y macroconidios de *Fusarium* sp



Figura 11. Hifas, conidióforo y conidios unicelulares - bicelulares del *Cladosporium* sp.



Figura 12. Hifas, conidióforo y conidios multicelulares fusiformes de *Drechslera* sp.



Figura 13. Hifas, conidióforos, fiálides y conidios unicelulares catenulados del *Penicillium* sp

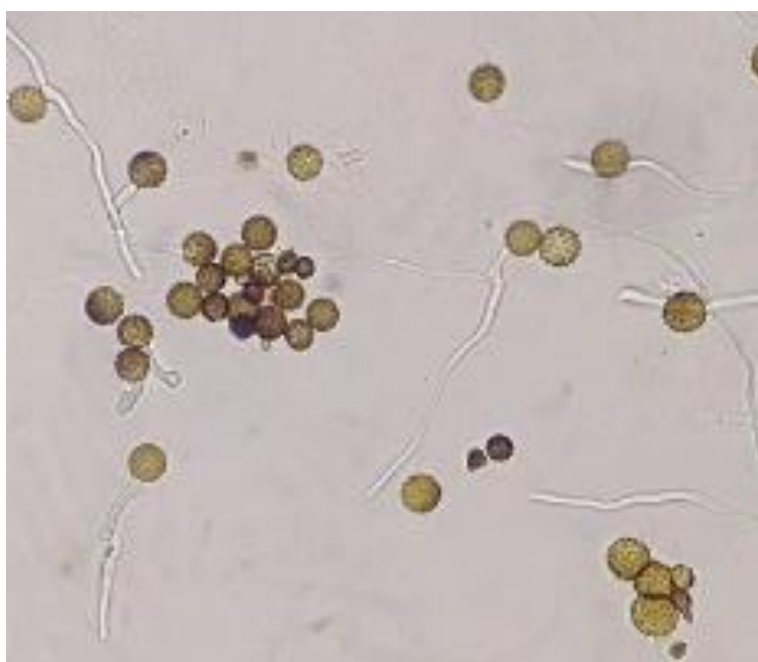


Figura 14. Hifas, conidióforos, conidios, (fialoconidios aleurioconidios) de *Sepedonium* sp.

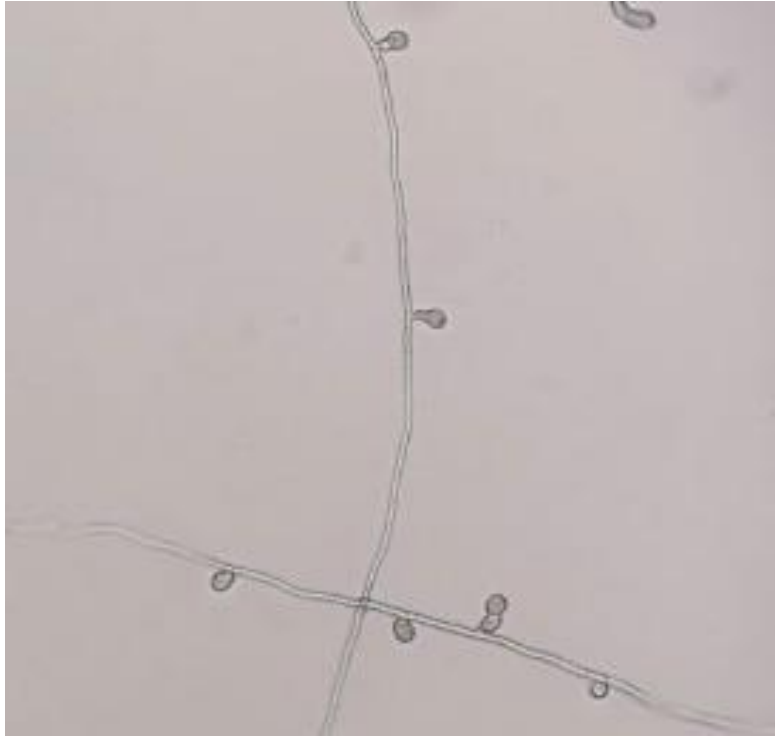


Figura 15. Hifas, conidióforos y conidios del *Nigrospora* sp.



Figura 16. Hifas, conidióforos, conidios de *Trichothecium* sp.

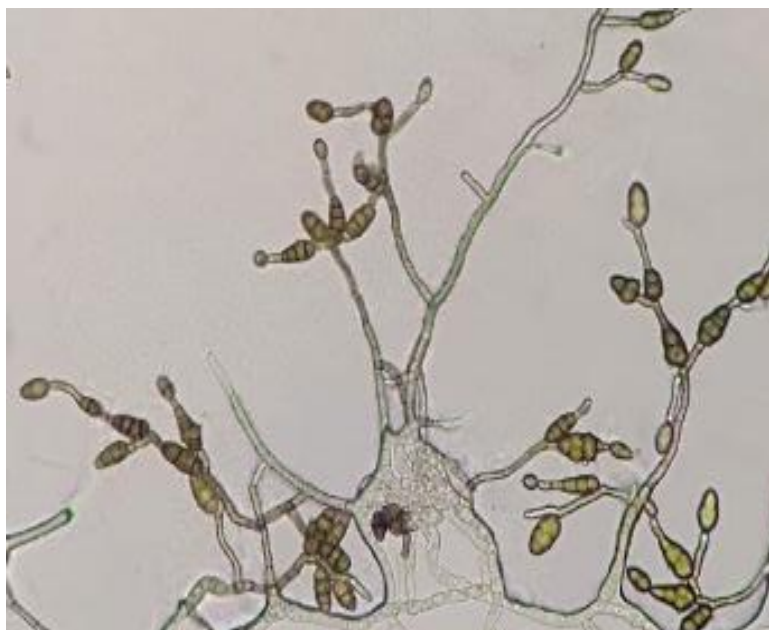


Figura 17. Hifas, conidióforos y conidios multicelulares catenulados de *Alternaria* sp.

En la muestra del sustrato suelo contaminada con agua con detergente Patito se identificó los hongos *Drechslera* sp., *Sepedonium* sp., *Fusarium* sp. Con detergente Ariel, se identificaron *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp., con Ace, se encontró *Drechslera* sp.; *Cladosporium* sp.

Ames (1997) menciona que estos hongos se desarrollan en materia orgánica en descomposición, en pH alcalinos. En el testigo se encontró hongos fitopatógenos, como *Alternaria* sp., *Trichothecium* sp., y *Penicillium* sp.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Las plantas de trigo regadas con la solución de agua con detergentes muestran sensibilidad a la toxicidad de los surfactantes de Ace, Ariel y Patito.

5.2. Referente a la germinación de semillas expuestas en agua con detergente, por espacio de 1 a 12 horas, con Ace en 1 hora germinaron el 76 %, Ariel el 82 % y Patito el 85 %, este porcentaje disminuye; a mayor tiempo de remojo existe mayor contaminación siendo así que a las 6 horas con Ace se tiene un 68 % de germinación, con Ariel 58 % y con Patito 64 %. A las 12 horas las semillas remojadas en las soluciones de Ace y Ariel pierden la totalidad el poder germinativo y con el surfactante Patito germinaron 20 %, a diferencia del testigo que en 1 hora germino el 86% a las 6 horas el 90 % y a las 12 horas el 94 %.

5.3. Los surfactantes de los tres detergentes no tienen comportamiento fungicida por que dejan prosperar hongos: en el sustrato regado con solución de Patito se encontró *Fusarium* sp., *Drechslera* sp., *Sepedonium* sp., en el sustrato regado con Ariel se encontró *Cladosporium* sp., *Nigrospora* sp. En Ace *Drechslera* sp., *Cladosporium* sp., y en el testigo *Penicillium* sp. *Alternaria* sp., *Trichothecium* sp.

5.4. Repetir este tipo de investigación con otros cultivos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Adalid, N. 2011. Fabricación de detergente en polvo. (en línea). Tesis Ing. Ambiental, Barcelona, UPC. Consultado en 13 ene. del 2021. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13097>
- Alice, P.T. 2014. Desnitrificación en suelos cultivables en relación con sus propiedades fisicoquímicas y prácticas de fertilización. *Biol. del suelo Bioquímica* 32, 101-110.
- Ames, T. 1997. Enfermedades Fungosas y Bacterianas de Raíces y Tubérculos Andinos. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa, 1997. 183 p.
- Aparicio, R. 2012. Eutrofización: causas y efectos. *Revista TRIPLENLACE*.
- Arteaga, L.A; Godínez, YA; Ruiz, AL; Tapia, ME. 2018. Efecto de los detergentes en cultivo de rábanos. Centro Universitario Anglo Mexicano de Morelos, S. C. 4p. Consultado el 25 ene. 2021. Disponible en <http://jabones y detergentes.tripod.com/index.html>.
- Azul, C. Courtis, P. 2013. Cátedra de Fisiología Vegetal (en línea) Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional del Nordeste. 22p. Consultado el 15 de octubre del 2020. Disponible en <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion>.
- Bais, H.P; Weir, T.L; Perry, L.G; Gilroy, S; Vivanco, J.M. 2006. El papel de los exudados de las raíces en las interacciones de la rizosfera con plantas y otros organismos. *Annu. Rev. Planta Biol.* 57: 233-266 pp.
- Bidwell, R. 1990. Fisiología Vegetal. Tera Ed, AGT Editor, S.A México DF. 804p.
- Brand, D.L. 2019. Efectos de los tensoactivos en el medio ambiente (en línea). Tesis Doc. Universidad Santiago de Cali, Chile. Consultado el 19 ene. del 2021. Disponible en <https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/623/1/EFFECTOS%20DE%20LOS%20TENSOACTIVOS.pdf>

- Can, Á; Cruz, E; Ortega, HM; Sánchez, EI; Madueño, A; Bojórquez, JI; Mancilla, ÓR. 2017. Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la salinidad generada por NaCl, Na₂SO₄ y NaHCO₃. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(6), 1287-1300.
- Cano, M. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 14 (2): 15 – 31
- Calvo, A.R. 2016. Toxicidad y biodegradabilidad de detergentes comerciales y de su tensioactivo base. México. Universidad Autónoma Metropolitana. 138 p.
- Cervantes, E. 2006. Etileno en la Germinación de Semillas y Desarrollo Radicular Temprano. *Floricultura, biotecnología ornamental y vegetal*, 1, 429-438.
- López, D; López, MO. 2004. Influencia del pH y de los medios de cultivo en la expresión de los caracteres de valor diagnóstico de las especies del género *Fusarium* en Cuba. *Fitosanidad*, 8, pp. 7-11 pp.
- Dario, I. 2020. Ficha Técnica. Líderes en Calidad Cumplimiento y Servicio. Distribuidora de químicos industriales, 1: 1-5 pp.
- De Mendonca, R.J; Cambraia, J; Oliva, MA; Alves, OJ. 2005. Capacidade de cultivares de arroz de modificar o pH de soluciones nutritivas la presencia de aluminio. *Pesq. Agropec. Bras*, 40:447-452 pp.
- Delgado, V.H; Hernández, HA; Kuk, JG. 2011. Distribución espacial y temporal de poliquetos (Polychaeta: Annelida) de la bahía de Chetumal, Quintana Roo. En: *Avances de ciencia y tecnología en Quintana Roo*. Plaza y Valdez, México, 71-103 pp.
- Díaz, T. 2007. Estudios del sistema suelo-surfactante plaguicida en los procesos de adsorción y desorción de Atrazina, MBT y Clorpirifos (en línea). Tesis doc. Chile, Universidad de Chile. Consultado el 11 ene. del 2021. Disponible en http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/diaz_m/sources/diaz_m.pdf
- Finlay, R.D. 2004. Hongos micorrízicos y sus roles multifuncionales. *Micólogo*. 18:91-96.

- García, A.H. 2019. Conocimiento tradicional de plantas utilizadas como jabón en los municipios de Isidro Fabela y Jocotitlán, Estado de México. UAE, México.
- García, R; Riera, R; Zambrano, C; Gutiérrez. L. 2006. Desarrollo de un fungicida biológico a base de una cepa del hongo *Trichoderma harzianum* proveniente de la región andina venezolana. Fitosanidad. 10(2):115-121.
- Gonzales, A.M; Quijano, JD. 2009. Determinación de propiedades físico-químicas de un detergente líquido formulado con Metil Ester Sulfonado – MES- proveniente de aceites de palma africana como principio activo (Tesis). Colombia, UNIADES.
- Guarguati, J; y Ramirez, F. 2008. Evaluación toxicológica de la influencia de los detergentes provenientes del efluente del rap de la upb, sobre el crecimiento y desarrollo de *Spirodella sp*, Tesis de grado, UPB, Bucaramanga. Disponible en https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/211/digital_16418.pdf?sequence=1
- Hernández, E. 2021. Análisis en lenteja (*Lens culinaris* MEDIK). Grado en biotecnología. España. Facultad de Ciencias biológicas y ambientales. Universidad de León. 36 p
- Herrera, T. 2016. Influencia del proceso de germinación en el contenido y biodisponibilidad de melatonina en semillas de legumbres (en línea). Tesis Doc. Madrid, UAM. 216p. Consultado 15 oct. 2020. Disponible en <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Detergentes%20org%C3%A1nicos%20sint%C3%A9ticos%20y%20ambiente.pdf>
- Insua, A; García, C; Monteagudo, A; Vásquez, Z; Marcel, AM. 2010. Evaluación ecotoxicológica de detergentes comerciales y naturales, como criterio de contaminación ambiental. REDVET. 17(3):29 p.
- Jurado, F; Domingo, S; Benavides, C. 2018. Riesgos del uso de detergentes domésticos en la calidad del agua en poblaciones en transición de lo rural a lo urbano: Churín 2017. Artículo de Investigación. 19 p.

- Kadkhodaie, A; Bagheri, M. 2011. Tratamiento de semillas durante la germinación en semillas de lino para superar el estrés por sal y sequía (*Linum usitatissimum* L.). *Academia Mundial de Ciencias, Ingeniería y Tecnología*, 73(1), 373-377.
- Kalán, S; Loayza, D. 2014. Complejo de Shelterin en la protección de los telómeros: co'nocimientos recientes y significado patológico. *Salud celular y citoesqueleto*, 6(11).
- Layne, J.A; Méndez, JR; Mayz, FJ. 2007. Efecto de la salinidad del suelo sobre la germinación de semillas de maíz de diferentes pesos en el oriente venezolano. *Temas Agrarios*, 12:62-73 pp.
- Lechuga, M.M. 2005. Biodegradación y toxicidad de tensioactivos comerciales. Tesis Doc. España, Barcelona, UB-FC. 461 pp.
- León, M. 2006. Efecto ecotoxicológico de los detergentes biodegradables en la trucha Arco iris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), en el centro piscícola El Ingenio - Huancayo. Tesis Blgo. Huancayo, Perú, UNMSM. 42 p.
- Loayza, R.R. 2014. Comportamiento agronómico y calidad comercial de tres cultivares de trigo harinero (*Triticum Aestivum* L.), bajo las condiciones de valle costero. Tesis Ing. Agro. Arequipa, Perú, UNAS-A. 116p.
- Flórez, M. 2005. Actividad de α -amilasas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* cultivado en medio líquido". *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 31, pp. 123-126, 2005
- Ma, L.J; Geiser, D.M; Proctor, R.H; Rooney, A.P; Donnell, K; Trail, F; Kazan, K. 2013. Patogenómica de *Fusarium*. *Revisión anual de microbiología*, 67, 399-416.
- Mendoza, M.M; Chuquicahua, M. 2018. Evaluación del comportamiento de 41 líneas genéticas y un testigo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el distrito de Cutervo - región Cajamarca (en línea). Tesis Ing. Agro. Lambayeque, Perú, UNPRG-FA. 89p. Consultado 12 oct. 2020. Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2885/BC-TES-TMP-1706.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mojid, M.A; Mousumi, K.A; Ahmed, T. 2020. Comportamiento del Trigo en Cinco Suelos de Diferentes Texturas Bajo Riego Con Agua Dulce y Aguas Residuales. *Ciencias Agrícolas*, 2(2), 89p
- Muro, V. 2013. Trigo. Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Dirección de Información Agraria. Centros de Documentación Agraria – CENDOC. Lima, Perú. 28p.
- Parra, D. 2019. Determinación de biodegradabilidad de detergentes comerciales mediante tratamientos biológicos. (Tesis). Ingeniería Ambiental, Universidad internacional SEK.
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3525/1/documento%20final%20Dayana%20Parra%20tesis.pdf>
- Polo, I. 2010. Evaluación de variedades de triticale para distintos aprovechamientos: grano, forraje y biomasa energética y estudio comparativo con variedades de trigo (en línea). Tesis Ing. Tec. Agri. Navarra, UPN. 105p. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/2266>
- Ramírez, J. 2006. Detergentes Orgánicos sintéticos y ambientes. *Hidrogénesis*, (en línea). *Revistas Hidrogénesis*, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados 4(1), 22-27. Consultado 15 feb. 2021 Disponible en <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Detergentes%20org%C3%A1nicos%20sint%C3%A9ticos%20y%20ambiente.pdf>
- Ramírez, J.R. 2009. Detergentes LTDA: funciones de almacenaje y distribución física. *Grafías Disciplinarias de la UCPR*, (8), 41-56.
- Regla, I; Vázquez, E; Cuervo, DH; Neri, AC. 2014. La química del jabón y algunas aplicaciones. *Revista digital universitaria*. 15(4): 1-15pp.
- Reinoso, J.L; Serrano, CY; Orellana, DF. 2017. Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 35(2), 55–59

- Riojas, G.H; Torres, BL; Mondaca, FI; Balderas, CJ; Gortáres, MP. 2010. Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Química Viva*, 9(3): 120-145 pp.
- Rivera, P. 2015. Determinación del efecto de la salinidad en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de *Capsicum annuum* L. ají panka variedad Papri King. (en línea). Tesis Biólogo, UNAS. 113P. Consultado 10 marz. 2021. file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/M-21649-desbloqueado.pdf
- Román, P.R. 2000. Efecto de iones y otros factores físicos sobre la germinación de semilla. *Chem. Soc.* 44:233-236 pp.
- Romero, S. 1988. Hongos fitopatógenos. Primera edición. Editorial Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco. México. 347 p.
- Romero, B. 2019. Efectos de los tensoactivos en el medio ambiente. *Gerencia Ambiental y Desarrollo Sostenible Empresarial*, 12: 1-15 pp.
- Roncal, M.S. 1993. Taxonomía de Hongos Fitopatógenos Comunes. Primera edición. Editorial Obispo “Martínez Compañón”. Jr. La Mar 484. Cajamarca. Perú. 372 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.
- Rusina, P. 2018. Análisis Químico de Detergentes y sus efectos en el *Phaseolus vulgaris*. *Ciencias ambientales*. 9p.
- Salager, J. 2002. Surfactantes: Tipos y usos. Facultad de Ingeniería. Universidad Los Angeles -Venezuela. Cuaderno FIRP S300 - A. 2 Ed. 53 pp.
- Sánchez A.R; Salgado M; Romero A. 2012. Efecto de contaminantes domiciliarios sobre el crecimiento del poroto común (*Phaseolus vulgaris*). 10 p.
- Solé, C. 2014. Tensioactivos en la industria textil. *3Ciencias Tecnologías*, 3(3): 137-151 pp.

- Tejada, T.N. 2008. El Cultivo de Trigo en la Sierra Norte del Perú (*Triticum aestivum* L. y *Triticum durum* L.) (en línea). Instituto Nacional de Investigación Agraria Dirección de Investigación Agraria (INIA), 49p. Consultado 22 oct. 2020. Disponible en <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/746>
- Temara, A; Carr, G; Webb, S; Versteeg, D; Feijtel, T. 2001. Evaluación de riesgos marinos: Alquilbencenosulfonatos lineales (LAS) en el Mar del Norte. Mar. Pollut. Bu / l. 42:635-642.
- Tolls, J; Haller, M; Sienen, W; Sjim, D.T. 2000. Ciencia y tecnología ambientales. 304-310.
- Villarreal, M. 2000. Efectos de la producción del trigo (*Triticum aestivum* L) en el mundo, México y en la región 5 Manantiales (en línea). Monografía Ing. Agro. Coahuila, México, UAAAN. 86p. Consultado 3 oct. 2020. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1183/EFFECTOS%20DE%20LA%20PRODUCCION%20DEL%20TRIGO%20%28Triticum%20aestivum%20L.%29%20EN%20EL%20MUNDO%2C%20MEXICO%20Y%20EN%20LA%20REGION%205%20MANANTIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Visitación, L. 2005. Degradación fotocatalítica de detergentes en efluentes domésticos. Tesis para optar el Grado de Magister en Química. PUCP. Lima- Perú. 1 -74.

ANEXOS

Datos obtenidos de los análisis del efecto del detergente (ARIEL, ACE y PATITO) en las plantas de trigo.

Nº Unidades experimentales	Tiempo (horas)	Detergente	Crecimiento de plúmula (cm)	Crecimiento de raíz (cm)	% de Germinación
1	1	Testigo	0.9	1.6	86
2	1	Patito	0.5	0.9	85
3	1	Ace	0.5	0.9	76
4	1	Ariel	0.5	0.8	82
5	2	Testigo	0.9	2.2	85
6	2	Patito	0.4	0.8	72
7	2	Ace	0.5	0.8	74
8	2	Ariel	0.5	0.7	80
9	3	Testigo	0.8	1.6	78
10	3	Patito	0.4	0.8	72
11	3	Ace	0.4	0.9	74
12	3	Ariel	0.4	0.7	78
13	4	Testigo	0.9	1.9	76
14	4	Patito	0.4	0.7	64
15	4	Ace	0.4	0.7	72
16	4	Ariel	0.3	0.6	78
17	5	Testigo	0.9	2.3	80
18	5	Patito	0.3	0.7	66
19	5	Ace	0.4	0.7	72
20	5	Ariel	0.3	0.5	62
21	6	Testigo	1.2	2.1	90
22	6	Patito	0.3	0.7	64
23	6	Ace	0.3	0.5	70
24	6	Ariel	0.3	0.5	58
25	7	Testigo	1.2	2.6	92
26	7	Patito	0.3	0.6	64
27	7	Ace	0.3	0.6	68
28	7	Ariel	0.2	0.4	56
29	8	Testigo	1.2	2.6	82
30	8	Patito	0.3	0.6	62
31	8	Ace	0.3	0.5	58
32	8	Ariel	0.2	0.5	50
33	9	Testigo	1.3	2.5	92
34	9	Patito	0.3	0.5	62
35	9	Ace	0.3	0.5	54
36	9	Ariel	0.2	0.5	44
37	10	Testigo	1.3	2.9	92
38	10	Patito	0.3	0.5	60
39	10	Ace	0.3	0.5	54
40	10	Ariel	0.2	0.3	32
41	11	Testigo	1.4	2.8	92
42	11	Patito	0.3	0.5	54
43	11	Ace	0.2	0.3	50
44	11	Ariel	0.2	0.3	32
45	12	Testigo	1.5	3.8	94
46	12	Patito	0.2	0.4	46
47	12	Ace	0.2	0.3	30
48	12	Ariel	0.1	0.2	28

Efecto de los surfactante Ace, Ariel, Patito en el crecimiento de las plantas de trigo.

	Fase vegetativa				Fase productiva				Fase llenado de grano			
	Testigo cm	Ace cm	Ariel cm	Patito cm	Testigo cm	Ace cm	Ariel cm	Patito cm	Testigo cm	Ace Cm	Ariel cm	Patito Cm
T 1	12.96	7.58	6.66	10.49	40.11	10.38	13	21.83	66.18	0	0	9.45
T 2	8.16	11.22	3.66	10.04	31.95	15.32	0	17.55	52.00	0	0	12.65
T 3	11.68	1.79	4.93	10.23	39.45	0.00	0	24.51	64.99	0	0	27.75
T 4	12.14	5.56	8.45	9.05	41.37	8.10	12.92	21.34	65.84	0	0	11.675
T 5	10.87	6.05	0.00	11.23	38.76	9.20	0	23.07	62.36	0	0	22.05
Prom.	11.16	6.44	4.74	10.21	38.33	8.60	5.18	21.66	62.27	0.00	0.00	14.83
Des. Esta.	1.84	3.42	3.21	0.79	3.69	5.54	7.10	2.60	5.93	0.00	0.00	10.65
C.V.	0.17	0.53	0.68	0.08	0.10	0.64	1.37	0.12	0.10	0.00	0.00	0.72



Figura 18. Medición del crecimiento de planta de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de detergentes A = patito, B = Ace, C = Ariel.

Evidencias del proceso de la investigación.



Figura 24. Proceso de germinación de las semillas de trigo



Figura 23. Proceso de crecimiento del trigo en suelo contaminado con surfactante



Figura 22. Midiendo fase vegetativa para los contaminantes



Figura 21. Unidades experimentales



Figura 19. Evidencias del efecto tóxico de los surfactantes en las plantas de trigo.



Figura 20. Efecto tóxico de los surfactantes en las plantas de trigo.



Figura 26. Plantas de trigo obtenidas en los testigos.



Figura 25. Granos de trigo encontrados en el testigo.

GLOSARIO

ABS. Arilbencensulfonatos de Sodio (Gonzales y Quijano 2009:23).

Agua contaminada. Es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua. (Salage 2002).

Anfífilo. Que posee una doble afinidad, que se define desde el punto de vista fisicoquímico como una dualidad polar – apolar (Parra 2019)

Autodepurador de los ríos. Es un conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos, que tiene lugar en el curso de las aguas de modo natural y que provocan la destrucción de materias extrañas incorporadas al flujo (Delgado 2011).

Capacidad detergiva. Refiere que tiene la eficacia, virtud y la capacidad de purificar, lavar o limpiar una ropa o de cualquier objeto (Ramirez 2006).

Contaminación. Es la presencia de materia orgánica, química, radioactiva o biológica en el agua y por lo cual se tiende a degradar su calidad (Chiriboga y Mac Aleese 2005).

Detergente. Son un producto sintético, normalmente derivado del petróleo. Una mezcla de muchas sustancias que, en conjunto, tienen la propiedad de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo (Jurado *et al.* 2018).

Eutrofización. Se da cuando hay un aporte excesivo de nutrientes a un ecosistema acuático, el cual queda severamente afectado. El fósforo y el nitrógeno son los principales causantes de la eutrofización, aunque también es relevantes cualquier otra sustancia que pueda ser limitante para el desarrollo de las diferentes especies como el potasio, el magnesio y diferentes productos orgánicos (Aparicio 2012).

Fosfatos. Son componentes esenciales de los seres vivos y además son nutrientes para las plantas. Tienen aplicaciones industriales diversas y como fertilizantes. Los vertidos de fosfatos a las aguas naturales pueden causar eutrofización (Jurado 2018).

LAS. Sulfanatos de alquilbenceno lineales (Ramirez, 2006)

Tensioactivos aniónicos. Poseen grupos funcionales que se ionizan en disolución acuosa originando iones orgánicos con carga negativa y responsables de la actividad superficial. Contienen comúnmente grupos solubles, sulfatos y sulfonatos de sodio (Tolls, 2000).

Tensioactivos no aniónicos. En disolución acuosa no originan iones. Poseen grupos funcionales con elevada afinidad por el agua, lo que los hace solubles en ésta. Algunos son productos de condensación del óxido de etileno con materiales fenólicos o grasos. Son compatibles con todos los tipos de tensioactivos (Solé 2014).

Tensioactivos. Conocidos como agentes de superficie, constituyen un amplio grupo de compuestos químicos con un gran número de aplicaciones debido a sus propiedades de solubilidad, detergencia, resistencia a la dureza del agua, así como emulsionantes, dispersantes y humectantes (Rusina 2018).