



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Hidrogel Estabilizado de Pañales Desechables Para la Retención
de Agua en el Cultivo de Rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR:

Valverde Miranda, Luz Mayra (ORCID: 0000-0002-4986-6521)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios que es mi padre celestial, por ser la luz, la sabiduría, la fortaleza, la fuerza, la ayuda y la paz en mi vida. (Encomienda a Jehová tus obras y tus pensamientos serán afirmados. Proverbios: 16: 3).

A mis padres por ser los pilares en mi formación. A mi mamá Caridad Miranda, por su gran amor, sus palabras que reconfortan el alma y su apoyo incondicional. A mi papá Juan Valverde que está en el cielo, siempre le llevo en mi mente, corazón y recuerdo sus enseñanzas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, la salud, la gracia, la fortaleza, la paz que me brindó en aquellos momentos desesperantes, la ayuda y victoria en cada uno de mis pasos y especialmente en esta investigación. (Mas gracias sean dadas a Dios, que nos da la victoria por medio de nuestro Señor Jesucristo, 1 Corintios: 15: 57).

A mi mamá y a mi hermano por su apoyo incondicional, sus mensajes alentadores, su motivación constante y su paciencia.

Al Dr. Víctor Meza Contreras de la UNALM, por su asesoramiento, conocimientos, valiosa orientación, paciencia, apoyo incondicional, moral y brindarme el espacio, materiales y equipos para el desarrollo y culminación exitosa de la tesis y por la validación. Maestro su viaje al cielo fue inesperado, nunca olvidaré sus enseñanzas, su impulso en incentivar la investigación e innovación, su buena disposición de ayudar, le recuerdo con nostalgia y gratitud.

Al MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco, por su asesoramiento, su paciencia y el soporte de la tesis para que concluya de manera exitosa.

Al Ing. Erick Córdova, al MSc. Wilfredo Baldeón de la UNALM, por su apoyo incondicional, sus sugerencias, sus conocimientos y por la validación.

Al Dr. Alfredo Rodríguez, MSc. Juan Jaulis e Ing. Antonio Vilchez de la UNALM, por su apoyo incondicional, sus sugerencias y conocimientos.

Al Sr. Luciano, Sr. Antonio, Sr. Isaac, Sr. Luis, Ariel, Luciana y Sra. Fortunata, por el apoyo y facilitarme los materiales para el desarrollo de la tesis.

A mis amigos Benigno, Julie Yzaguirre, Dr. Nazario Montenegro por su apoyo incondicional y motivación constante; a la Dra. Lady Salas de UNICAMP por sus palabras de ánimo y al Blgo. Guido Gerónimo por sus sugerencias.

Al Ing. David Díaz, Ing. Ramón Silva y docentes de la UAP, por sus enseñanzas, a la Universidad Alas Peruanas por contribuir en la formación de mi carrera profesional, a la Universidad Cesar Vallejo por abrirme sus puertas para la titulación. A todas las personas que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo y la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos	33
3.7. Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayo preliminar de distribución del hidrogel estabilizado	29
Tabla 2. Datos climatológicos de la estación Davis Vantage Pro2	30
Tabla 3. Distribución de los tratamientos según porcentaje del hidrogel estabilizado para el crecimiento de rabanito (<i>Raphanus sativus</i>)	32
Tabla 4. Distribución de los tratamientos según volumen del hidrogel estabilizado para el crecimiento de rabanito (<i>Raphanus sativus</i>).....	32
Tabla 5. Comparación del peso promedio de las diferentes marcas de pañales desechables limpios y sus componentes	35
Tabla 6. Resultados de la caracterización del pañal usado y pañal con hidrogel estabilizado.....	36
Tabla 7. Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos en el tratamiento de pañales usados con microorganismos benéficos (20%).	38
Tabla 8. Resultados de los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado. .	39
Tabla 9. Resultados de análisis de los parámetros microbiológicos	40
Tabla 10. Porcentaje de humedad de la mezcla de hidrogel estabilizado y tierra de preparada del ensayo preliminar	41
Tabla 11. Peso fresco aéreo (hojas y tallo) del rabanito.....	44
Tabla 12. Peso fresco radicular del rabanito	45
Tabla 13. Peso seco aéreo (hojas y tallo) del rabanito	46
Tabla 14. Peso seco radicular del rabanito	47
Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada para la retención de agua en el cultivo de rabanito.....	48
Tabla 16. Consumo de agua en la planta de rabanito	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Composición del pañal desechable	14
Figura 2. Lugar de desarrollo de la investigación	23
Figura 3. CEMTRAR – UNALM	23
Figura 4. Recolección de pañales.....	25
Figura 5. Acondicionamiento del pañal.....	26
Figura 6. Agregar MB's (20%)	26
Figura 7. Los MB's a los 20 días.....	27
Figura 8. Extracción del hidrogel estabilizado	27
Figura 9. Hidrogel estabilizado	28
Figura 10. Ensayos preliminares de la retención de agua.....	29
Figura 11. Estación Meteorológica (Davis vantage Pro2) del Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral.....	30
Figura 12. Muestras de la mezcla de hidrogel y tierra preparada en la estufa	31
Figura 13. Peso promedio de pañales desechables limpios de diferentes marcas	35
Figura 14. Poliacrilato de sodio estabilizado.....	37
Figura 15. Poliacrilato de sodio de un pañal limpio	37
Figura 16. Celulosa de un pañal limpio.....	37
Figura 17. Celulosa estabilizada.....	37
Figura 18. Parámetros fisicoquímicos del tratamiento de los pañales desechables usados con los microorganismos benéficos (20%).....	38
Figura 19. Parámetros microbiológicos inicial y final del hidrogel de pañales desechables.....	40
Figura 20. Humedad promedio al día 1, día 4 y día 8 mezcla de hidrogel estabilizado y tierra preparada del ensayo preliminar	42
Figura 21. Promedio del peso fresco aéreo (hojas y tallo)	44
Figura 22. Promedio del peso fresco radicular	45
Figura 23. Promedio del peso seco fresco aéreo (hojas y tallo).....	46
Figura 24. Promedio del peso seco radicular	47
Figura 25. pH inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada para la retención de agua en el cultivo de rabanito.....	49
Figura 26. Conductividad inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada para la retención de agua en el cultivo de rabanito.....	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la concentración óptima del hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. El enfoque es cuantitativo, el diseño es experimental, de tipo aplicada con un nivel explicativo. La muestra fue de 73 pañales (con orina y heces) usados. Los pañales fueron estabilizados con microorganismos benéficos (20%) para obtener hidrogel tratado (celulosa y poliacrilato). Los resultados mostraron que la humedad del hidrogel incrementó en un 640.74 % (6.4 veces más), con un pH de 4.87 y una conductividad de 4.75 mS/cm, con un peso promedio de 230.14 g. En los parámetros microbiológicos se determinó que los coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* estuvieron en un valor menor de tres como número más probable (< 3 NMP). En la aplicación del hidrogel para el producción de rabanito, resultó significativo ($p < 0.05$) para todas las variables evaluadas y determinándose a través de la prueba de Tukey que el tratamiento T2 tuvo mayor peso fresco promedio radicular con 17.41 g. Se concluye que el hidrogel estabilizado de pañales desechables usados ayudó en la retención de agua para el cultivo de rabanito.

Palabras Clave: Microorganismos benéficos, poliacrilato, celulosa, pañales desechables.

ABSTRACT

The objective of this research work is to evaluate the optimal concentration of the stabilized hydrogel of disposable diapers for water retention in radish (*Raphanos sativus*) cultivation - Lima 2020. The approach is quantitative; the design is experimental, applied with an explanatory level. The sample was 73 diapers (with urine and feces) used. The diapers were stabilized with beneficial microorganisms (20%) to obtain treated hydrogel (cellulose and polyacrylate). The results showed that the humidity of the hydrogel increased by 640.74% (6.4 times more), with a pH of 4.87 and a conductivity of 4.75 mS / cm, with an average weight of 230.14 g. In the microbiological parameters, it was determined that total coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli* were less than three as the most probable number (<3 MPN). In the application of the hydrogel for the production of radish, it was significant ($p < 0.05$) for all the variables evaluated and it was determined through the Tukey test that the T2 treatment had a higher average root fresh weight with 17.41 g. It is concluded that the stabilized hydrogel of used disposable diapers helped in the retention of water for the radish culture.

Keywords: Beneficial microorganisms, polyacrylate, cellulose, disposable diapers.

I. INTRODUCCIÓN

La eliminación de pañales usados es un problema eco-tecnológico crítico agravado por el aumento exponencial de la tasa de consumo global cada año. La producción mundial de pañales usados desechables aumenta exponencialmente. Se reveló que alrededor de 20'000,000'000,000.00 (20 billones) de pañales usados se tiraban a los vertederos cada año, lo que generaba más de 3.5 millones de toneladas de desperdicio de pañales que requieren casi 500 años para descomponerse por completo; la producción y eliminación de desechos de pañales usados, ha dado lugar a muchos problemas ambientales y representa una amenaza para la salud pública (Ching Khooa, Phang , Ng, Lim, Lam, & Ma, 2018).

Se ha considerado que entre los niños usuarios, de los 0 a los 12 meses de edad, se realizan 7 cambios diarios de pañales (Puig & Mestre, 2011), lo que al año daría un total de 2,555 pañales usados por bebé; se dice que un pañal ya usado tiene un peso de 0,21 kg (Puig & Mestre, 2011) generando aproximadamente al año 537 kg por bebé, los cuales serán depositados en un botadero o en un relleno sanitario, provocando gran acumulación de este material.

Ferronato, Nova, & Torretta (2020), mencionan que en los países en desarrollo, normalmente se eliminan en rellenos sanitarios o en vertederos abiertos, aunque estos residuos tienen potencial para ser recuperados ya que los pañales desechables contienen polímeros sintéticos, es decir, polímero súper absorbente y naturales; el componente principal es la pulpa de celulosa y el poliacrilato.

Según el Censo Nacional del 2017, INEI menciona que en nuestro país los Nacimientos Registrados fueron un total de 610,316.00 en todo el territorio peruano y en el departamento de Lima fueron 165,526.00 bebés, si se estima que cada niño utiliza en promedio 4 pañales al día (Flores & Romero, 2019); entonces solo en Lima, se generaría alrededor de 241'667,960.00 pañales usados al año, solo por aquellos bebés que nacieron en el 2017; lo que significa aproximadamente unos 50,750.00 toneladas de residuos de pañales desechables al año.

En el Plan de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos del distrito de La Molina del 2017, clasificaron la composición promedio de sus residuos sólidos por estrato socioeconómico (alto, medio alto, medio, medio bajo), para el caso de pañales desechables fueron alto: 4.23%, medio alto: 3.65%, medio: 10.37% y medio bajo: 5.46%; dando como promedio total de 5.92% de pañales desechables generados en el distrito, los cuales son depositados en un relleno sanitario, aumentando el volumen de residuos sólidos y generando un foco infeccioso para la salud y el medio ambiente (Ching Khooa, Phang , Ng, Lim, Lam, & Ma, 2018).

Ferronato, Nova, & Torretta (2020), mencionan que para la recuperación de los pañales desechables usados, se debe proceder a una recolección separada y las tecnologías de tratamiento adecuadas pueden contribuir al aumento de la tasa de reciclaje y la reducción de los residuos que se desechan en los rellenos sanitarios. En los países desarrollados, estas prácticas se pueden implementar, mientras que los países en desarrollo adolecen de una falta de tecnologías y soluciones confiables para su aplicación. Por lo que dicen que el reciclaje de pañales para bebés puede tener un gran potencial para conservar la humedad del suelo, en suelos ligeros utilizando agua de buena calidad (Zekry, Nassa, Salim , & Abdallah, 2020).

En el Perú, según el Listado de Rellenos Sanitarios y de Seguridad del MINAM (2020), existen 55 rellenos sanitarios, 6 rellenos de seguridad y 2 celdas transitorias, de las cuales, 4 rellenos sanitarios y 1 relleno de seguridad se encuentran en la región de Lima. En el 2018 OEFA identificó 1,585 botaderos a nivel nacional, mediante el Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales. Es por ello que el MINAM en el 2019, menciona que el 19% de los residuos no aprovechables son: restos de comida, papel higiénico, pañales desechables, paños húmedos, entre otros, que son llevados por los camiones municipales y son destinados en los rellenos sanitarios. Por lo que otros autores mencionan que los pañales desechables representan el 2% de los residuos sólidos domésticos destinados a rellenos sanitarios; los pañales tienen una composición heterogénea por lo que no permite una degradación

adecuada siendo considerados como desechos peligrosos y no degradables (Pariguana & Gonzales, 2019).

En el país la acumulación de pañales desechables usados, son depositados en los rellenos sanitarios o botaderos, reduciendo la vida útil y siendo un foco infeccioso a la salud y al medio ambiente. Es por ello que para valorizar la celulosa y poliacrilato del pañal, surge esta investigación de realizar un tratamiento de los pañales desechables usados con microorganismos benéficos (MBs) con la finalidad de estabilizar la carga patógena y obtener un poliacrilato y celulosa (hidrogel) libre de coliformes totales, fecales y *E. coli* y aprovechar este hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*).

El problema general de la investigación es: ¿Cuál será la concentración óptima de hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020? Los problemas específicos son: ¿Cómo será la caracterización del hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020?, ¿Cuáles serán los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020?, ¿Cuáles serán los parámetros microbiológicos del hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020?, ¿Cuál será la cantidad de hidrogel estabilizado óptimo en el suelo para el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020?,

El objetivo general de la investigación es evaluar la concentración óptima del hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. Los objetivos específicos son: caracterizar el hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. Evaluar los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. Evaluar los parámetros microbiológicos del hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de

rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. Determinar la cantidad de hidrogel estabilizado óptimo en el suelo para el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020.

La hipótesis general es la concentración óptima de hidrogel estabilizado influye significativamente en la retención de agua en el cultivo de (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. Las hipótesis específicas son: La caracterización del hidrogel estabilizado influye significativamente en la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. Los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado influyen significativamente en la retención de agua en el cultivo de (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. Los parámetros microbiológicos del hidrogel estabilizado influyen significativamente en la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020. La determinación de la cantidad de hidrogel estabilizado óptimo en el suelo influye significativamente en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) - Lima 2020

La justificación indica que la investigación es conveniente y tiene implicación práctica porque ayuda a resolver el problema de acumulación de residuo de pañales desde la fuente a fin de evitar que sean depositados en los rellenos sanitarios y botaderos, incrementado su vida útil. Se trató los pañales desechables usados con microorganismos benéficos para aprovechar el material súper absorbente y la celulosa de los pañales, por lo que se obtuvo un hidrogel estabilizado libre de coliformes totales, fecales y *E. coli* para la retención del agua en el suelo, lo cual redujo el consumo de agua y mantuvo la humedad en las plantas. Este hidrogel se puede usar en zonas áridas y en lugares donde hay escasez de agua. El único residuo que se desechó fue el plástico del pañal y estaba estabilizado, libre de patógenos, por ello se puede decir, que se minimiza la cantidad, volumen y el peso de este tipo de residuos que son generados por los bebés. La investigación tiene relevancia social porque durante los días de recolección, la guardería no generó residuo de pañales desechables que fueran llevados y almacenados directamente en un relleno sanitario o botero, sino que fueron recolectados para el experimento; por ello, el personal de recolección de la guardería no tuvo contacto con estos residuos que puedan afectar a su salud e integridad física por la carga

microbiana que posee; ya que a veces el personal no cuenta con los equipos de protección personal apropiados para la manipulación y el adecuado manejo. El hidrogel estabilizado también sería beneficioso a la población y a las municipalidades para usarlo en sus jardines y áreas verdes de la ciudad, generando belleza paisajística, ahorrando el costo de agua por la reducción del consumo y la frecuencia de riego. El valor teórico de la investigación es que ayudará a las futuras investigaciones en sus antecedentes de estudio, ya que tendrán acceso a la metodología, procedimientos, resultados, conclusiones y recomendaciones; por ende podrán reforzar ideas o hipótesis de sus investigaciones. La utilidad metodológica que se le puede dar a la investigación, es la contribución y complementación a otras investigaciones referente al tema de hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*).

La presente investigación es importante porque los pañales desechables usados fueron tratados con microorganismos benéficos (MB's), que permitió estabilizar la carga microbiana de los pañales, por consiguiente se obtuvo un hidrogel (celulosa y poliacrilato) estabilizado, libre coliformes totales, fecales y *E. coli*, para la retención de agua, reduce el consumo de agua y mantiene el suelo húmedo, es por ello que se aplicó en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*) por ser una planta de periodo vegetativo corto y fue a nivel de macetas.

II. MARCO TEÓRICO

Zekry, Nassa, Salim , & Abdallah (2020), señalan que su objetivo fue evaluar el potencial de los polímeros súper absorbentes (SAP) recuperados de los pañales desechables de bebés para conservar la humedad en suelos de textura ligera, su metodología consistió en recolectar pañales desechables usados que solo contenían orina de una guardería en Damanhur, Egipto, lo esterilizaron en una autoclave a 125 °C durante 15 minutos para eliminar patógenos, luego cortaron en trozos y separaron en dos partes: celulosa y plástico, secaron en horno a 60 °C durante 24 h; luego, se molió, se tamizó y se obtuvo el polvo de polímero súper absorbente, el suelo utilizado fue franco arcillo-arenosa. Los resultados que obtuvieron es que después de 6 meses la capacidad de retención de agua (WHC) promedio del suelo disminuyó en un 14% en comparación con el humedecimiento inicial. Concluye que los polímeros súper absorbentes recuperados aún eran funcionales y capaces de conservar una cantidad significativa de agua en comparación con el suelo de control, los SAP de pañales usados son recomendados para diferentes aplicaciones agrícolas concomitantes con el uso de agua de buena calidad.

Al-Jabari, Ghyadah, & Alokely (2019), señalan que su objetivo fue recuperar el hidrogel de desechos de pañales para bebés y su aplicación para mejorar la gestión del riego del suelo. Su metodología fue la separación, recuperación y limpieza del hidrogel reciclado, se realizó un estudio paramétrico experimental; utilizó muestras de pañales de desecho que solo contenían orina; la esterilización se realizó colocando la muestra del polímero súper absorbente en un horno a 125 °C durante 15 min. Los resultados muestran que la capacidad de hinchamiento aumenta con el tiempo, hasta que se acerca a un estado de equilibrio aproximadamente 100 min y alcanzó un valor de equilibrio de 235 g de agua/g de hidrogel, esta capacidad de hinchamiento aumenta con la temperatura, mientras que disminuye al aumentar el pH o la concentración de sal. Concluye que los hidrogeles de los pañales desechables se pueden recuperar y utilizar como material absorbente de agua en la agricultura para una mejor gestión del riego, mejoran la retención de agua en el suelo y mejoran la eficiencia del riego. La adición del hidrogel recuperado al suelo disminuye la pérdida de agua por infiltración y mejora el crecimiento de las plantas. La

cantidad del agua total necesaria para el riego se puede reducir entre un 15 y un 50 % con suelo modificado con hidrogel de SAP.

Sánchez, Timoteo, Torres, & Ureña (2017), indican que el objetivo fue evaluar el potencial de los polímeros súper absorbentes (SAP) de los pañales desechables usados como retenedores de humedad del suelo. Recolectaron los pañales que solo contenían orina de una guardería en México, se esterilizó en una autoclave y se secó en un horno a 60°C por 24 horas. Se estudió el comportamiento de hinchamiento del hidrogel frente a los estímulos externos como: soluciones salinas, temperatura y pH; además, se realizaron experimentos de laboratorio para evaluar los efectos del hidrogel sobre la germinación de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y calabaza (*C. pepo*). Los resultados indican que el SAP tuvo una capacidad máxima de hinchamiento de 189 g.g⁻¹ de gel seco; el hidrogel puede promover una alta capacidad de hinchamiento a pH <10; cabe señalar que al aumentar la temperatura de 25 a 50 °C, la capacidad de absorción de agua aumenta significativamente y en concentración de sales disminuyó significativamente en comparación con los valores medidos en agua destilada. La germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas se vieron notablemente influenciados por la aplicación de 0.5, 1.0 y 2.0 p/p% de SAP en comparación con el suelo sin tratar. Concluye que el uso del SAP de los pañales desechables mejoró notablemente la capacidad de retención de agua en comparación con su muestra de control, demostrando que tiene potencial para aplicaciones agrícolas.

Dehkordi & Shamsnia (2020), indican que el objetivo fue investigar los impactos de la densidad de la sal, la temperatura y el pH sobre la capacidad de hinchamiento y la capacidad de retención de agua en suelos francos tratados con hidrogel regenerado. En los ensayos dinámicos de hinchamiento, se aplica una muestra de hidrogel regenerado (0,15 g). La bolsa (con polímero) se sumerge en 110 mL de agua destilada en un recipiente a temperatura de laboratorio. La influencia de la temperatura se evalúa realizando pruebas dinámicas a 70 °C. La influencia del pH en la capacidad de hinchamiento se evalúa proporcionando soluciones con diferentes valores de pH. Los resultados

muestran que el hidrogel recuperado tiene una gran capacidad para absorber y almacenar humedad y es adecuado para uso agrícola. Es técnicamente factible aumentar la capacidad de retención de agua del suelo, por lo tanto, va a reducir el costo de riego. Además, la capacidad de hinchamiento aumenta con la temperatura, mientras que disminuye con el aumento de la densidad de la sal o del pH. Concluye que el poliacrilato de sodio obtenido a partir de pañales usados puede recuperarse y aplicarse como sustancia absorbente de humedad en la agricultura para una administración de riego superior.

Satriani, Catalano, & Scalcione (2018), su objetivo fue investigar el papel de los polímeros súper absorbentes a base de celulosa biodegradables en el manejo de sistemas de riego de agua en cultivos de frijol en áreas afectadas por la escasez de agua. El trabajo centró la atención en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivado en la región mediterránea durante las temporadas de verano, caracterizadas por condiciones térmicas óptimas, pero con una ausencia sistemática de agua para riego debido al bajo nivel de precipitaciones. Los tratamientos de riego total y deficitario recibieron el 100, 70 y 50% de la demanda de evapotranspiración, se agregaron 0,5 y 10 g de polímero súper absorbente (SAP) al suelo, se mezclaron y se usaron para tratamientos de riego completo y deficitario. Los resultados muestran el tratamiento del suelo con SAP, en condición de riego deficitario moderado, permitió alcanzar la misma producción del grano de frejol que el tratamiento bien regado (100% de la demanda de evapotranspiración del cultivo). Esto podría depender del hecho de que SAP puede almacenar agua y liberarla en condiciones de estrés por sequía, restableciendo las condiciones óptimas de humedad de los suelos, útiles para el crecimiento de las plantas. Concluye que la aplicación de SAP para las plantas de una población local de frijoles sujetos a estrés por sequía mantuvo un buen potencial hídrico del suelo, conservando la humedad, manteniendo la producción y reduciendo la cantidad de agua de riego.

Ferronato, Nova, & Torretta (2020), su objetivo fue evaluar el compostaje de pañales usados para bebés en Bolivia, su metodología consistió en tratar los pañales desechables usados de bebé con el proceso de vermicompostaje. Se evaluó en cinco ensayos, agregando componentes disponibles localmente:

estiércol de vaca, bacterias activadas y lombrices de tierra rojas de California (*Eisenia fetida*), se observó que globalmente se requerían alrededor de 60 días para la descomposición de la biomasa con estiércol de vaca, bacterias activadas y lombrices de tierra, y más de 70 días para el tratamiento del sustrato mezclado solo con estiércol, mientras que el hidrogel del pañal no se degradaba sin estiércol de vaca. Concluye que se demostró que el vermicompostaje se puede implementar para tratar pañales desechables de bebés mezclados con estiércol de vaca dentro de los 60 días posteriores al tratamiento, ya que dio como resultado que el sustrato sin estiércol de vaca no logró descomponer el sustrato y después de 15 días de tratamiento, quedó sumergido por algas y hongos.

Chapilliquen (2018), su objetivo fue evaluar el empleo de polímeros hidroabsorbentes agrícolas e industriales reciclados influyen en la supervivencia de plantaciones de mango (*Mangifera indica* L.), bajo condiciones de estrés hídrico, Morropón, Piura, durante el periodo de mayo a noviembre de 2018. Se emplearon 3 tratamientos: 40 plantas usando polímero agrícola T⁰¹, 40 usando polímero industrial reciclado (pañales descartables) T⁰² y 40 usando solo el testigo (sin polímeros) T⁰³; trabajando cada tratamiento en partes iguales (20-20) en 2 parcelas: parcela con maleza (sin labor cultural) Pr⁰¹ y parcela sin maleza (con labor cultural) Pr⁰². El empleo de los polímeros consistió en colocarlos en las faldas de las raíces de las plantas al trasplante o siembra de las mismas estando estos hidratados, aplicando uniformemente abono, hojarasca y agua en el primer riego. La investigación concluye que las plantas polímero agrícola T⁰¹, han tenido un mejor rendimiento respecto a incremento en crecimiento y vigor, seguidas de las plantas polímero industrial reciclado (pañales descartables) T⁰².

Pariguana & Gonzales (2019), tiene como objetivo realizar un reciclaje químico del polímero súper absorbente de pañales desechables usados, realizado en la ciudad de Arequipa, su metodología consistió en un reciclaje químico, donde los pañales usados fueron separados por procesos físicos y por sus propiedades de densidad y tamaño de partícula; extrajeron el polímero súper absorbente, conocido como poliacrilato de sodio para convertirlo en poliacrilato

de potasio y usarlo como retenedor de agua en la agricultura. Los resultados de la investigación muestran que el poliacrilato de sodio se convirtió en poliacrilato de potasio y tuvo un 90% de absorción de agua; concluye que el proceso de reciclaje químico del poliacrilato de sodio, resulta ser una alternativa muy importante para disminuir los desechos en los rellenos sanitarios y dar valor agregado a productos de desechos.

Díaz (2018), tiene como objetivo encontrar la eficacia de tres dosis de hidrogel en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac. El diseño de Bloques Completamente al Azar, con 8 tratamientos, 3 repeticiones y 24 unidades experimentales, T1, T2, T3 y T4 (dosis de hidrogel 14, 20, 26 y 0 gr/Tratamiento respectivamente y tipo de suelo arenoso franco) y T5, T6, T7 y T8 (dosis de hidrogel 14, 20, 26 y 0 g/tratamiento respectivamente y tipo de suelo franco arenoso) haciendo un total de 24 parcelas distribuidas completamente al azar. Los resultados muestran el mejor rendimiento de peso de tubérculo en (kg) de la papa var. Única en los tratamientos es el T2, con el tipo de suelo areno franco con 20 gr de hidrogel/ tratamiento, se obtuvo un peso de tubérculo total de 30.60 kg/tratamiento, equivalente a 70 tn/ha. y el que tiene mejor rendimiento en número de tubérculos es el T3 suelo arenoso franco con 26 gr de hidrogel/tratamiento, con un promedio de 99 unidades que equivale a 11 unidades por planta. La investigación concluye que el mejor rendimiento de peso de tubérculo en kg de la papa var. Única, es el T2, por el tipo de suelo y por la dosis del hidrogel con un peso de tubérculo total de 30.60 kg/Tratamiento.

Plaza (2019), su objetivo fue evaluar la degradación de celulosa de pañales desechables usados con *Bacillus sp*, en donde buscó generar una alternativa de gestión eficiente de pañales usados con la finalidad de aprovechar la celulosa y usarlo en materia prima para procesos industriales. En la investigación, se empleó la bacteria *Bacillus sp.*, aislada de la Antártida en la que se evidenció la actividad de β glucanasa, tiene la capacidad de emplear material lignocelulósico como fuente de carbono; se ejecutaron pruebas de degradación del algodón procedente de los pañales desechables en medio

mineral líquido Difco Bushnell – Haas Broth, en presencia de una pequeña fuente de lignina (cascarilla de arroz); las pruebas se ejecutaron durante 30 días bajo una temperatura constante de 15°C, también se investigó la influencia de NPK sobre el proceso de degradación de celulosa. Los resultados muestran que los grados Brix obtuvieron valores de: 3.2, 4.8 y 5.6, es un parámetro de evidencia sobre la degradación de la celulosa; la eficiencia de la cepa empleada fue apenas 2% con la mayor concentración de NPK. Concluye que si se existió una degradación de la celulosa presente en los pañales desechables usados mediante la acción bacteriana conocida como *Bacillus sp.*

Ching Khooa, Phang , Ng, Lim, Lam, & Ma (2018), tienen como objetivo investigar sobre las tecnologías recientes para el tratamiento y reciclaje de pañales para bebés desechables usados, su metodología fue realizar una revisión bibliográfica, proporcionando una discusión en profundidad de los desafíos, las estrategias y el reciente avance en la rectificación de los problemas que surgen de la generación y eliminación de pañales usados. Se destacó el uso de diversas tecnologías para el tratamiento y reciclaje de pañales usados, puede ser el uso de tecnologías potencialmente más seguras y limpias, como la biodegradación y la pirólisis térmica, para maximizar el reciclaje de pañales usados con un costo mínimo. También estableció que se pueden obtener productos finales útiles que tienen amplias aplicaciones a través de la biodegradación y pirólisis de pañales usados, proporcionando así una dirección de investigación futura para mejorar la eficiencia de estos procesos en el reciclaje de pañales usados. Concluye que las tecnologías innovadoras como la biodegradación, la pirólisis y el compostaje muestran potencial como medio de eliminación para tratar y reciclar los pañales usados.

Los pañales desechables son el tercer artículo de consumo más grande en los vertederos y representan aproximadamente el 4% de los desechos sólidos. En una casa con un niño en pañales, los pañales desechables constituyen el 50% de la basura doméstica. Los pañales desechables generan 60 veces más desechos sólidos y utilizan 20 veces más materias primas, como aceite crudo y pulpa de madera (Ajmeri & Ajmeri, 2016).

Los pañales desechables son productos de higiene que ayudan a contener la orina y los desechos. Los pañales desechables se componen de tres capas principales: La capa superior, la más cercana a la piel, está diseñada para aislar la piel del bebé del núcleo interno húmedo; el núcleo absorbente que es una mezcla del polímero súper absorbente (SAP) y la celulosa llamado pulpa de pelusa y la lámina trasera es un material exterior impermeable hecho de polietileno o polipropileno; además de otros materiales que ayudan a contener la orina y los desechos. Sin embargo, la composición, cantidad y distribución de SAP difieren según la marca del pañal (Bachra, Grouli, Damiri, Bennamara, & Berrada, 2020).

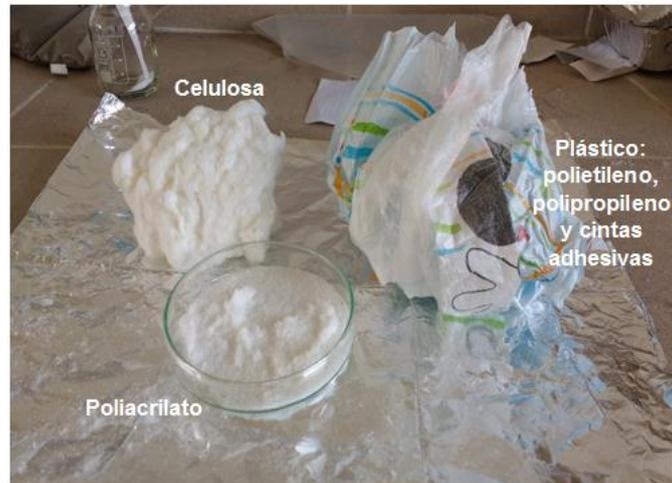


Figura 1. Composición del pañal desechable

Los pañales desechables están fabricados con los siguientes componentes: lámina posterior de polietileno, tela no tejida de polipropileno hidrófobo, tela no tejida hidrófila, capa de distribución, termofusibles, elastómeros de spandex, cinta de velcro, núcleo polimérico súper absorbente, celulosa, lociones humectantes, lociones perfumadas y, a veces, contienen indicadores de

humedad (Ching Khooa, Phang , Ng, Lim, Lam, & Ma, 2018). Los productos absorbentes celulósicos higiénicos tales como pañales, protectores de bragas, tampones, toallas de papel y pañuelos de papel se utilizan como productos de cuidado personal (Bashari, Rouhani Shirvan, & Shakeri, 2018).

Asimismo principal polímero súper absorbente utilizado comercialmente es un poli (ácido acrílico) reticulado parcialmente neutralizado. El polímero está hecho de ácido acrílico e hidróxido de sodio (o carbonato de sodio), que son reactivos económicos (Lacoste, Lopez, & Bergeret, 2019).

Los polímeros súper absorbentes (SAP) se han utilizado en productos de higiene desde finales de la década de 1960. Aproximadamente 250,000 toneladas se utilizan en todo el mundo cada año, la mayoría de las cuales se utilizan en pañales desechables para bebés (Bajpai, 2018).

Los polímeros súper absorbentes (SAP) son materiales que pueden absorber y retener grandes cantidades de agua y soluciones acuosas. (Bachra, Grouli, Damiri , Bennamara, & Berrada, 2020)

Los hidrogeles son redes poliméricas reticuladas preparadas a partir de polímeros hidrófilos, que pueden absorber y retener un alto contenido de agua mientras mantienen su integridad tridimensional (Yu Chen, 2019).

Los productos de SAP o hidrogel tienen capacidad cíclica absorción y desorción durante largos períodos de tiempo y por lo tanto proporcionan un depósito de agua del suelo de liberación lenta (Sánchez, Timoteo, Torres, & Ureña, 2017).

Bashari, Rouhani Shirvan, & Shakeri (2018), mencionan que los hidrogeles a base de celulosa son materiales súper absorbentes que forman redes 3D; los hidrogeles pueden hincharse y absorber agua y otros fluidos acuosos en sus redes 3D, pero son insolubles en ellos.

Se estimó que 1 kg de polímero superabsorbente (SAP) puede absorber hasta 86 litros de agua. El SAP es un material sintético derivado del petróleo, fabricado principalmente como poliacrilato de sodio granular, producido por la polimerización de ácido acrílico con persulfato de amonio como iniciador

(Mendoza, Popa , D'Aponte , Gualtieri, & Azapagic, 2019). El poliacrilato de sodio debido a su propiedad física intrínseca de muy alta absorción de agua, puede retener más de 100 veces su propio peso, se usa comúnmente en pañales desechables y productos de higiene femenina (McCormack, Lemmo, Macomber, Holcomb, & Lieckfield, 2011).

El nombre de celulosa se refiere a un tipo de carbohidrato natural con muchos grupos hidroxilo y alta capacidad de absorción de agua; la celulosa es el polímero natural más abundante, que se encuentra como principal componente de las plantas (celulosa vegetal). Algunas bacterias como *Acetobacter xylinum* también pueden sintetizar celulosa bacteriana; utilizando hidrogel a base de celulosa, se fabrican productos súper absorbentes (Bashari, Rouhani, & Shakeri, 2018).

La retención de agua es la capacidad de absorción del agua y liberar paulatinamente al suelo a medida que la humedad del sustrato va disminuyendo (Zekry, Nassa, Salim , & Abdallah, 2020)

Los pañales desechados, que aún contienen desechos humanos, también contienen una cantidad sustancial de bacterias y otros contaminantes; la mayoría de los pañales desechables después del consumo terminan como desechos sólidos que se acumulan en vertederos o incineradores y algunos incorrectamente pueden terminar ensuciando cuerpos de agua y playas (Niaounakis, 2017).

La esterilización se define como un proceso utilizado para liberar un producto de microorganismos viables (Mikhail & Young, 2020). La esterilización se utiliza para crear un ambiente y productos libres de gérmenes, reduciendo el riesgo de infecciones microbianas para la promoción o preservación final de la salud (Rogers, 2013).

Los microorganismos benéficos agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos lamentosos con capacidad fermentativa, promueven el crecimiento y desarrollo de los frutos haciendo de las planta (Tanya & Leiva, 2019).

Los microorganismos benéficos son un consorcio de microorganismos constituidos por: levaduras (*Saccharomyces spp*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*) y bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomonas spp*), actinomicetos, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas* y otros que se reconocen por sus efectos positivos en la naturaleza (Alvarez, Tucta, Quispe, & Meza, 2018).

Las bacterias ácido lácticas, producen un ácido láctico que es un fuerte esterilizador que suprime los microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica (Arias, 2010).

Las levaduras como partes de su metabolismo fermentativo producen etanol el cual en elevadas concentraciones puede tener actividad antifúngica. (Meena & Meena, 2017)

Los Microorganismos benéficos crecen en pH ácidos entre 4 y 4.5, condiciones que les permite sobrevivir de manera natural en medios, por lo que otras bacterias no tolerarían la actividad producida por los ácidos orgánicos (Alvarez, 2018).

Los microorganismos desempeñan un papel importante en una serie de transformaciones químicas de los suelos; por lo tanto, influyen en la disponibilidad de macro y micronutrientes (Alvarez, 2018). (Meena, y otros, 2016), menciona que los microorganismos benéficos son promotores del crecimiento de las plantas, además de la protección convencional, ayuda a aumentar los rendimientos.

Los microorganismos benéficos influyen en el crecimiento del tallo y el sistema radicular de la planta, desde la germinación de las plántulas. (Mosquera, 2018),

El rabanito (*Raphanus sativus*) es una hortaliza anual de la familia de las crucíferas; tiene una raíz carnosa y gruesa, de forma y tamaño variable, de color rojo, rosado, blanco y oscuro, presenta hojas basales, pecioladas, lámina lobulada con una a tres pares de segmentos laterales con bordes dentados; su tallo es ramoso con vellos rígidos en la parte inferior donde las hojas forman un racimo desde la parte de arriba de la raíz y es lampiño en la parte superior

(Casimir, 2001). Por lo que Mallma (2019) menciona que es una hortaliza de raíz de ciclo corto que corresponde a la familia crucíferas.

El rabanito es un cultivo que se desarrolla con gran rapidez, requiere buena cantidad de agua, distribuida uniformemente; la humedad del suelo deberá encontrarse entre 60 a 65 % de la capacidad de campo durante el ciclo vegetativo (Feijóo, 2018).

La temperatura favorable para el desarrollo del rabanito debe encontrarse entre 15 a 18 °C, puede tolerar una temperatura mínima de 4 °C y una temperatura máxima de 21 °C (Feijóo, 2018).

El suelo para la siembra de rabanito deberá ser suelto, de preferencia arenoso, pero que contenga un alto contenido de materia orgánica y deberá ser capaz de retener abundante humedad necesaria para el rápido desarrollo del cultivo, el pH del suelo debe tener 5.5 a 6.8 (Feijóo, 2018). La conductividad eléctrica idónea para el cultivo de rabanito debe encontrarse entre para el desarrollo del rabanito debe estar en el rango de 1.7 – 2.6 dS/m (Mosquera, 2018).

La cosecha del rabanito, es cuando sus raíces obtienen un diámetro de 2 a 5 cm dependiendo de la variedad, se puede cosechar alrededor de 30 a 45 días de la siembra, cabe indicar que en algunos mercados prefieren rabanitos de tamaño pequeño, ya que son más sabrosos, nutritivos, con un sabor suave (Sanchez, 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

- La investigación tiene un enfoque cuantitativo porque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).
- Tipo de investigación es aplicada, porque el investigador busca resolver un problema (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) y se basa en los descubrimientos, hallazgos y soluciones de la investigación (Salinas, 2010).
- Nivel de investigación es explicativo, porque pretende explicar la relación de causa – efecto entre 2 o más variables que se estudian (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).
- Diseño de investigación es experimental, porque se va a manipular de manera intencional la variable independiente que es la causa, para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente que es el efecto (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014); en la investigación se manipulará la variable independiente: hidrogel estabilizado, para analizar las consecuencias en la variable dependiente: retención de agua.

3.2. Variables y operacionalización

X: Hidrogel Estabilizado de pañales desechables

Y: Retención de agua

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Variable Independiente: HIDROGEL ESTABILIZADO DE LOS PAÑALES DESECHABLES	El hidrogel es un polímero súper absorbente (SAP) que pueden absorber y retener grandes cantidades de agua y soluciones acuosas. (Bachra, Grouli, Damiri , Bennamara, & Berrada, 2020)	Caracterizar los componentes del pañal desechable. Los pañales desechables usados se trataran con microorganismos benéficos al 20 % de la solución madre con el fin de estabilizar los patógenos, se medirán los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. De acuerdo al contenido de humedad del hidrogel	Caracterización del hidrogel	Peso del hidrogel limpio	g
				Peso del hidrogel estabilizado	g
			Parámetros fisicoquímicos	Temperatura	°C
				pH	pH
				Conductividad	mS/cm
				Humedad	%
			Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	(NMP/g)
				Coliformes fecales, <i>E.coli</i>	(NMP/g)
			Cantidad de hidrogel en planta	0	%
				20	%
				25	%
30	%				
35	%				
40	%				
Variable Dependiente: RETENCIÓN DE AGUA	La retención de agua es la capacidad de absorción del agua y liberar paulatinamente al suelo a medida que la humedad del sustrato va disminuyendo (Zekry, Nassa, Salim , & Abdallah, 2020)	Se determinará el porcentaje de humedad de los tratamientos y el control, se evaluará el desarrollo del rabanito en base a sus indicadores morfológicos y al final de la cosecha su peso fresco y seco, y se determinará el consumo de agua.	Humedad	Porcentaje de Humedad del suelo con hidrogel y sin hidrogel	% Humedad
			Desarrollo de Rabanito	Peso fresco Peso seco	g
			Consumo de agua	Cantidad de agua	ml

3.3. Población, muestra y muestreo

- Población: La población son en promedio los 120 pañales desechables usados por los 5 días de atención a la semana de la Cuna Infantil de la Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM.
- Muestra: La muestra son los 73 pañales desechables usados que se recolectaron del Aula “Bebés Descubridores” (edad de 2 meses a 2 años).
- Muestreo: El muestreo realizado fue completamente aleatorio, se homogenizó los 120 pañales, de los cuales por cuarteo, quedaron 73 pañales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Técnicas:
 - Observación de campo
- Instrumentos:
 - Ficha de recojo de datos
 - Reporte de laboratorio
 - Guía de Análisis Documental

3.5. Procedimientos

3.5.1. Ubicación geográfica

El experimento se realizó dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el distrito de La Molina, provincia y departamento de Lima, cuya ubicación geográfica está a 238 msnm de altitud, 12° 05' Latitud Sur y 76° 57' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Entre los meses de agosto de 2018 a enero del 2019. Específicamente en el Centro Modelo de Tratamiento de Residuos (CEMTRAR) de la Facultad de Ciencias de la UNALM, también en el Laboratorio B4 y el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral del Dpto. Académico de Biología.

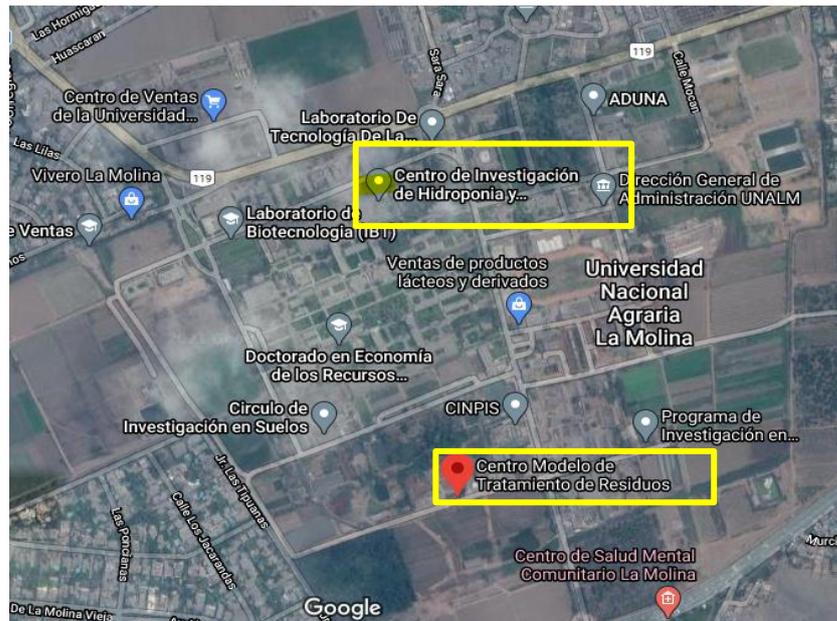


Figura 2. Lugar de desarrollo de la investigación

Fuente: Google maps



Figura 3. CEMTRAR – UNALM

3.5.2. Materiales y Equipos

- Bolsas de Plástico de 50 x 60 cm de color amarillo
- Guantes quirúrgicos
- Guantes de jebe
- Mascarilla
- Hoja de Registro

- Balanza
- Un bidón de 220 L
- Pañales desechables usados
- Solución de Microorganismos Benéficos MB (20%)
- Lentes de seguridad
- Guardapolvo
- Multiparámetro (pH, conductividad, temperatura)
- Refractómetro
- Agua destilada
- 3 baldes de 20 L
- Alcohol
- Bolsas de polipropileno de 10 x 15 x 2
- Selladora
- Vasos de polipropileno de 6 onzas.
- Tierra preparada seca
- Hidrogel estabilizado de los pañales desechables
- Materiales de laboratorio (Balanza analítica, probeta, vaso de precipitado)
- Recipiente (para mezclar la tierra y el hidrogel)
- Papel de aluminio
- Estufa
- Agua potable
- Vasos de tecnopor de 10 onzas
- Semillas de rabanito (*Raphanus sativus*)

3.5.3. Recolección de pañales desechables

Esta labor se inició el día 27 de agosto de 2018, el horario de recolección fue entre las 12:30 pm y 01:30 pm, ya que en ese horario el personal desecha sus residuos de pañales desechables. Se recolectó los pañales desechables en una bolsa de plástico de 50 x 60 cm de color amarillo de la Cuna Infantil de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Luego estos residuos se trasladaron al Centro Modelo de Tratamiento de Residuos (CEMTRAR) de la UNALM, para

contabilizarlos, pesarlos, almacenarlos y dar el tratamiento adecuado para la eliminación de los agentes patógenos.



Figura 4. Recolección de pañales

3.5.4. Tratamiento de los pañales desechables con el uso de Microorganismos Benéficos (MB's)

El tratamiento se realizó en CEMTRAR, después de haber recolectado los pañales desechables. Se comenzó a desenvolver los 73 pañales desechables recolectados con un peso total de 12 kg y se colocaron en el bidón; luego se agregó 43 L de la solución madre de MB's (20%) hasta cubrir toda la superficie que ocupaban los pañales desechables, después con la ayuda de una vara se removió los pañales desechables para homogenizarlos; finalmente se cubrió con 3 bolsas plásticas y se aseguró para que no ingrese oxígeno dentro del bidón y se dio las condiciones anaerobias.

Se hizo los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los pañales al inicio del experimento.

El tratamiento tuvo una duración de 20 días, y se realizó un monitoreo interdiario de pH, conductividad, temperatura y grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$) de la mezcla de pañales desechables usados con los microorganismos benéficos.



Figura 5. Acondicionamiento del pañal



Figura 6. Agregar MB's (20%)

3.5.5. Extraer el hidrogel estabilizado

A los 20 días del tratamiento de los pañales desechables, se procedió a extraer un hidrogel estabilizado que posteriormente se usó para las pruebas de retención de agua y crecimiento del rabanito.



Figura 7. Los MB's a los 20 días

Se sacó los 73 pañales desechables del bidón; se separó el plástico del hidrogel (celulosa + poliacrilato de sodio). Este hidrogel se lavó y enjuagó con agua de mesa, ya que es importante que el agua esté libre de microorganismos patógenos para evitar contaminar el hidrogel.



Figura 8. Extracción del hidrogel estabilizado

El hidrogel limpio se colocó en un balde de 20 L para homogenizarlo y llenarlo en bolsas de polipropileno de 10 x 15 x 2 y sellarlos para evitar el ingreso de moscas o que se contamine el producto. En cada bolsa de polipropileno se llenó 2 kg de hidrogel en total se obtuvo 16.800 kg de hidrogel y se colocó en

un lugar fresco y con sombra y el residuo de plástico se descartó, pesó 4 Kg porque estaba húmedo de la solución de MB's.



Figura 9. Hidrogel estabilizado

3.5.6. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del hidrogel estabilizado

Para extraer las muestras del hidrogel, de la bolsa de 2 kg, se utilizó la indumentaria adecuada, se usó el alcohol para desinfectar los guantes y la cuchara de plástico; se abrió cuidadosamente y se llenó la cantidad de muestra requerida por el laboratorio a la bolsa de polipropileno y se selló. Luego se trasladaron a los respectivos laboratorios y analizaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Para determinar los parámetros fisicoquímicos como: pH, conductividad y temperatura se realizó en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UNALM.

Antes de llevar al Laboratorio “Marino Tabusso”, se analizó en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UNALM, con unas pruebas rápidas para detectar la presencia de coliformes totales y coliformes fecales, dando como resultado que no había presencia de coliformes totales ni fecales.

Posteriormente, para confirmar esos resultados, se trasladó al Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” con 250 g de muestra de hidrogel, para sus respectivos análisis en los parámetros microbiológicos como: Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *Escherichia coli* y poder tener

un resultado oficial que sea válido y verídico; ya que este hidrogel se utilizará para evaluar la retención de agua en el crecimiento de rabanito.

3.5.7. Retención de agua del hidrogel estabilizado en macetas sin planta

Este experimento se realizó en el módulo del Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral - UNALM. Esta labor se desarrolló el día 22 de octubre del 2018, se mezcló 100 g de tierra preparada seca (tierra de chacra con compost) con el hidrogel estabilizado hidratado, de acuerdo con la tabla 1, se tenían los tratamientos A, B, C, D, E y sus tres repeticiones. Se colocó en los vasos de polipropileno de 6 onzas (capacidad de 150 ml), se añadió 50 ml de agua al inicio (Ver figura 10) y se monitoreo la humedad por 8 días.

Los datos climatológicos se obtuvieron tomando como referencia los registros de la estación meteorológica Davis Vantage Pro2, que se encuentra en el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, las cuales se muestran en la tabla 2, en donde se guardaron el registro de los datos a partir del 22 de octubre del 2018 hasta el mes de enero del 2019.

Tabla 1. Ensayo preliminar de distribución del hidrogel estabilizado

TRATAMIENTOS	HIDROGEL ESTABILIZADO PAÑAL (%)
A (Control)	0
B	20
C	30
D	40
E	50



Figura 10. Ensayos preliminares de la retención de agua

Tabla 2. Datos climatológicos de la estación Davis Vantage Pro2

MES	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Precipitación (mm)	Radiación solar (W/m ²)	velocidad del viento (Km/h)
OCTUBRE	23.0	89.9	0.0	175.8	1.3
NOVIEMBRE	19.1	87.6	0.0	188.3	1.3
DICIEMBRE	21.0	86.5	0.0	197.1	1.4
ENERO (*)	23.1	80.2	0.0	ND	0.4

(*): Mes de enero 2019

ND: No determinado



Figura 11. Estación Meteorológica (Davis vantage Pro2) del Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral

El pesaje y el secado se realizaron en el Laboratorio de Fisiología Vegetal B4. Los tratamientos A, B, C, D, E se pesaron todos los días, para evaluar la pérdida de agua por peso; se monitoreo el porcentaje de humedad en el día 1, día 4 y día 8, se trasladaba un vaso de cada tratamiento y se extraía 10 g de muestra con sus repeticiones para colocarlos en la estufa y se dejaba durante 48 horas a una temperatura de 90°C (ver figura 12). Posteriormente se pesaba y se determinaba el porcentaje de humedad.



Figura 12. Muestras de la mezcla de hidrogel y tierra preparada en la estufa

3.5.8. Determinar el porcentaje del hidrogel estabilizado como soporte para la siembra del rabanito (*Raphanus sativus*)

En base a los resultados de los ensayos preliminares de la retención de agua del hidrogel estabilizado en macetas sin planta, se tuvo como referencia a los antecedentes donde se menciona que la planta del rabanito debe encontrarse entre 60 a 65% de humedad del suelo (Feijóo, 2018), es por ello que se determinó evaluar 6 tratamientos para la siembra del rabanito. Los tratamientos se diferenciaron en el porcentaje de hidrogel estabilizado hidratado que contenían 0%, 20%, 25%, 30%, 35% y 40%, como se muestra en la tabla 3. Estos porcentajes en volumen y peso se representan en la tabla 4, con los cuales se prepararon los tratamientos según corresponde (mezcla de hidrogel estabilizado hidratado con tierra preparada seca) y se estableció el experimento definitivo bajo el diseño estadístico completamente al azar (DCA), con tres repeticiones por tratamiento, como se observa a continuación:

Tabla 3. Distribución de los tratamientos según porcentaje del hidrogel estabilizado para el crecimiento de rabanito (*Raphanus sativus*)

TRATAMIENTO	Niveles del hidrogel	Hidrogel estabilizado de Pañales Desechables (%)	N° de repeticiones
T1 (control)	Sin hidrogel	0	3
T2	Con hidrogel	20	3
T3	Con hidrogel	25	3
T4	Con hidrogel	30	3
T5	Con hidrogel	35	3
T6	Con hidrogel	40	3
Total			18

Tabla 4. Distribución de los tratamientos según volumen del hidrogel estabilizado para el crecimiento de rabanito (*Raphanus sativus*)

TRATAMIENTO	Hidrogel Estabilizado del Pañal desechable (ml)	Tierra preparada seca (g)	N° de repeticiones
T1: Control	0	250	3
T2	50	250	3
T3	62.5	250	3
T4	75	250	3
T5	87.5	250	3
T6	100	250	3
Total			18

La siembra del rabanito se desarrolló en el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral; el hidrogel estabilizado hidratado y la tierra preparada seca se homogenizaron bien, en todos los tratamientos y se colocó en el vaso de tecnopor de 10 onzas (250 ml de capacidad) y se sembró 2 semillas de rabanito en cada maceta a una profundidad de 1 cm y se añadió a todas las macetas 50 ml de agua después de sembrar, en su etapa de crecimiento fue regada cada 2 días para el tratamiento control y cada 4 días para los tratamientos que contenían hidrogel estabilizado.

Para todos los tratamientos y sus repeticiones, se monitoreó el pH, la conductividad y el peso de la planta y de la raíz (rabanito) al final del experimento.

3.6. Método de análisis de datos

El trabajo se planteó bajo el Diseño Completamente al Azar, con 6 tratamientos y 3 repeticiones para cada tratamiento y una maceta como unidad experimental. Para el análisis de varianza se utilizó el programa SAS y para la prueba de contraste se utilizó Tukey y el programa Microsoft Excel para las tablas y figuras.

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación se sujeta a las normas éticas del CONCYTEC, que serán autenticadas por el Turniting. Los instrumentos fueron validados para lograr la obtención de resultados más confiables. Los datos obtenidos de la investigación, son datos primarios, recolectados por el mismo investigador. Se recopilaron de fuentes fiables, respetando la propiedad intelectual de los autores y teniendo en cuenta los principios éticos.

La ética ambiental nos lleva a tener una relación armoniosa con el medio ambiente; por lo que la presente investigación contribuye a una alternativa de solución frente a la acumulación de residuos de pañales desechables aprovechando su material súper absorbente, que es el hidrogel para valorizarlo y usarlo en las plantas como retenedor de agua, disminuyendo así, los impactos negativos generados por este tipo de residuo, siendo amigable con el ambiente.

IV. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL HIDROGEL ESTABILIZADO

A continuación, en la Tabla 5 y la Figura 13 se presentan los resultados obtenidos del análisis de los pañales desechables limpios de tres marcas comerciales diferentes de la talla XG.

Los resultados de la comparación del peso promedio de las diferentes marcas de pañales desechables limpios y de sus componentes (celulosa, poliacrilato y plástico), se encuentran en la Tabla 5, el análisis estadístico se encuentra en el Anexo 6 y en la Figura 13 han sido representados de manera que se pueda apreciar la variación entre estos.

Tabla 5. Comparación del peso promedio de las diferentes marcas de pañales desechables limpios y sus componentes

Marca de Pañales	Pañal completo (g)	S	Celulosa (g)	S	Poliacrilato (g)	S	Plástico (g)	S
Pañal A	39.1 ^c ±	0.52	19.8 ^c ±	0.23	7.3 ^b ±	0.17	12.0 ^b ±	0.58
Pañal B	42.4 ^b ±	0.42	22.9 ^b ±	0.53	8.1 ^a ±	0.23	11.1 ^b ±	0.23
Pañal C	44.4 ^a ±	0.39	24.2 ^a ±	0.30	7.2 ^b ±	0.18	13.0 ^a ±	0.20

S: desviación estándar muestral.

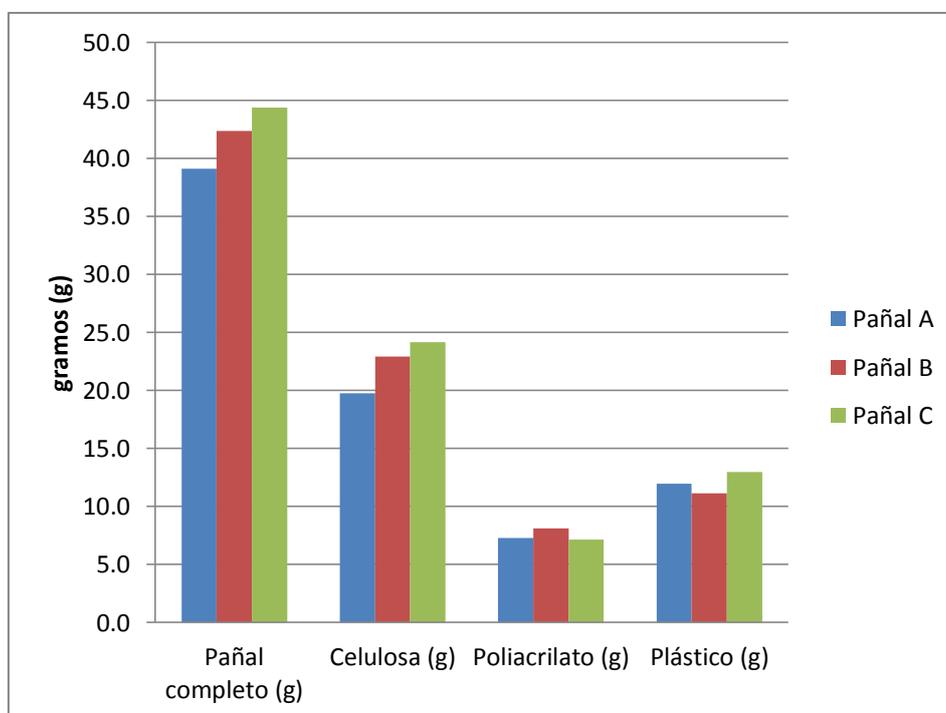


Figura 13. Peso promedio de pañales desechables limpios de diferentes marcas

De la tabla 5 se observa la comparación del peso promedio de los pañales desechables limpios de tres diferentes marcas, se tiene el peso completo del pañal y de sus componentes: celulosa, poliacrilato y plástico. Se observa que las mayores diferencias entre los pañales están en el contenido de celulosa. La marca A contiene el menor peso promedio de celulosa con 20 g y la marca C contiene el mayor peso promedio con 24 g. En relación con el plástico y el poliacrilato, las tres marcas de pañales evaluados contienen cantidades similares, para el plástico su contenido es de 11 y 13 g., mientras que para el poliacrilato es de 7 y 8 gramos, respectivamente. Al análisis estadístico (ANOVA) resultaron significativos entre los pañales y sus componentes (letras diferentes significativas a través de Tukey) (ver Anexo 7, 8, 9); lo que significa que el pañal C resultó mejor que los demás por tener un mayor peso promedio completo del pañal de 44.4 g, siendo celulosa de 24.2 g, poliacrilato con 7.2 g y plástico con 13 g.

Tabla 6. Resultados de la caracterización del pañal usado y pañal con hidrogel estabilizado.

Pañales	completo (g)	celulosa (g)	poliacrilato (g)	plástico (g)	Rango de olor
Pañal limpio	39.1 ±	20 ±	7 ±	12 ±	No tiene olor
Pañal usado (orina)	132.3 ±	ND	ND	ND	No desagradable
Pañal usado (orina + heces)	196.3 ±	ND	ND	ND	Desagradable
Pañal estabilizado	284.93 ±	230.14 ±		54.79 ±	Agridulce No desagradable

ND: No determinado porque no fue posible separar la celulosa del poliacrilato.

De la tabla 6, se observa la comparación de pesos promedios de un pañal usado con restos de orina y de heces y un pañal estabilizado. Se observa que el peso promedio de un pañal limpio es de 39.1 g, de un pañal usado (orina) es de 132.3 g, de un pañal usado (orina + heces) es de 196.3 g y el peso promedio de un pañal estabilizado es de 284.93 g porque esta hidratado con microorganismos benéficos y el peso promedio de la celulosa con el poliacrilato es de 230.14 g.



Figura 15. Poliacrilato de sodio de un pañal limpio

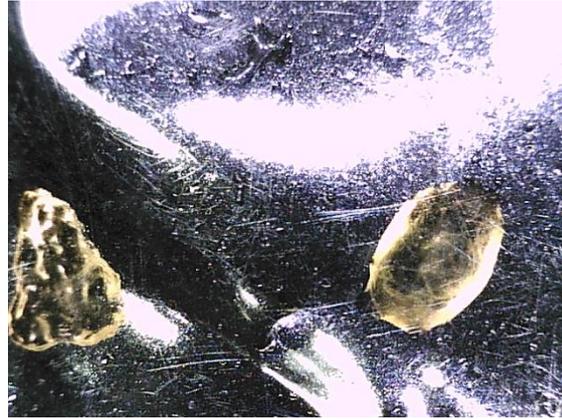


Figura 14. Poliacrilato de sodio estabilizado



Figura 16. Celulosa de un pañal



Figura 17. Celulosa estabilizada

4.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

4.2.1. Parámetros fisicoquímicos del tratamiento de pañales usados con microorganismos benéficos (20%)

El tratamiento de los pañales desechables usados se realizó con los microorganismos benéficos al 20% de la solución, por lo que se monitoreo los parámetros fisicoquímicos durante 20 días de forma inter diario, siendo el pH un indicador de la culminación del tratamiento.

Tabla 7. Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos en el tratamiento de pañales usados con microorganismos benéficos (20%).

Fecha	Día	pH	Conductividad (mS/cm)	Temperatura (°C)	Grado Brix (°Bx)
30/08/2018	1	4.74	7.55	22.1	4
01/09/2018	3	5.38	11.21	22.6	4
03/09/2018	5	6.16	20.2	20.8	4
05/09/2018	7	6.03	20.31	20.5	4
07/09/2018	9	6.24	20.57	26.7	3
10/09/2018	12	6.31	20.63	21.8	4
12/09/2018	14	6.44	20.70	22.1	4
14/09/2018	16	5.04	31.09	18.9	5
17/09/2018	19	4.41	33.7	20.7	5
18/09/2018	20	4.35	34.4	21.6	5

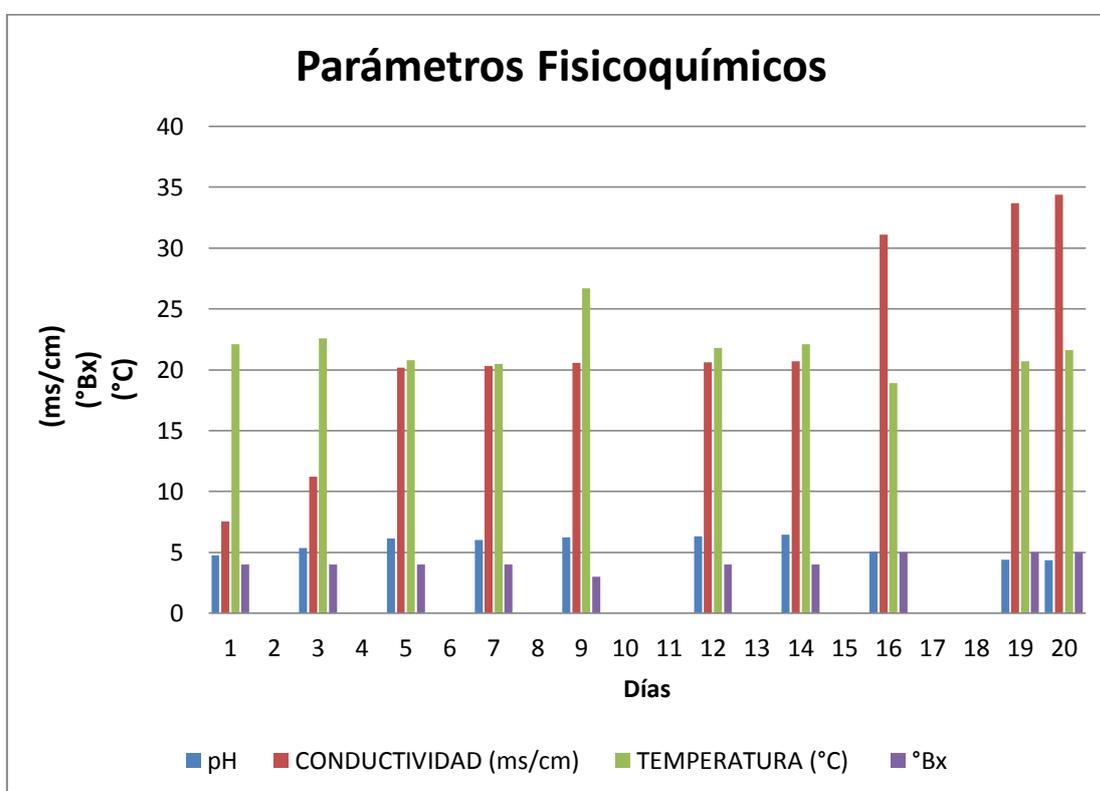


Figura 18. Parámetros fisicoquímicos del tratamiento de los pañales desechables usados con los microorganismos benéficos (20%)

De la tabla 7, se observa el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del tratamiento de los pañales desechables con los microorganismos benéficos (20%), los parámetros que se observaron son: pH, conductividad eléctrica (mS/cm), temperatura (°C) y grados Brix (°Bx). Se observa que el comportamiento del pH empezó con un valor de 4.74 y después de 20 días de

tratamiento logró un valor de 4.35. Asimismo, se puede observar que la conductividad eléctrica comienza con un valor de 7.55 mS/cm y conforme va pasando los días de tratamiento se incrementa hasta un valor de 34.4 (mS/cm). Para el caso de la temperatura (°C) se puede observar que inicio con un valor de 22.1 °C, y para el día 20 la temperatura fue de 21.6 °C. También se observa que el grado Brix (°Bx) inició con un valor de 4 °Bx, en el día 9 se observa que alcanza un valor menor de 3 °Bx, en el día 16 alcanzó un valor de 5 °Bx, lo cual mantiene hasta el día 20 con ese mismo valor, de los cuales han sido representados en la Figura 18 de manera que se pueda apreciar la variación entre estos.

Cabe mencionar que el día 14 después de haber monitoreado los parámetros fisicoquímicos y teniendo como base al parámetro de pH que tenía un valor de 6.44, lo cual no es característico de los microorganismos benéficos, se añadió una mezcla de azúcar al 2.5 % y sal al 1% para dar las condiciones adecuadas para el desarrollo de los microorganismos benéficos, es por ello que a partir de ese día se observa las variaciones, como lo muestra la Figura 18.

4.2.2. Parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado

Tabla 8. Resultados de los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado.

Porcentaje de humedad del hidrogel (celulosa + poliacrilato) estabilizado	640.74 % ±
pH del hidrogel estabilizado	4.87
Conductividad del hidrogel estabilizado (mS/cm)	4.75 mS/cm

En la tabla 8, también se observa el porcentaje de humedad promedio del hidrogel estabilizado que viene a ser la celulosa con el poliacrilato con un valor de 640.74 % de humedad y el pH del hidrogel estabilizado es de 4.87 con una conductividad de 4.75 mS/cm.

4.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Tabla 9. Resultados de análisis de los parámetros microbiológicos

ANÁLISIS DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	INICIAL	FINAL
Coliformes totales (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3
Coliformes fecales (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3

De la tabla 9 los resultados de análisis de los parámetros microbiológicos, se observa que al inicio alcanzó una carga alta de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* (NMP/g) con un valor mayor de 11×10^2 NMP/g y con el tratamiento de microorganismos benéficos al 20% se alcanzó un valor final menor de 3 NMP/g, en coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, los cuales han sido representados en la Figura 19 de manera que se pueda apreciar la variación entre estos.

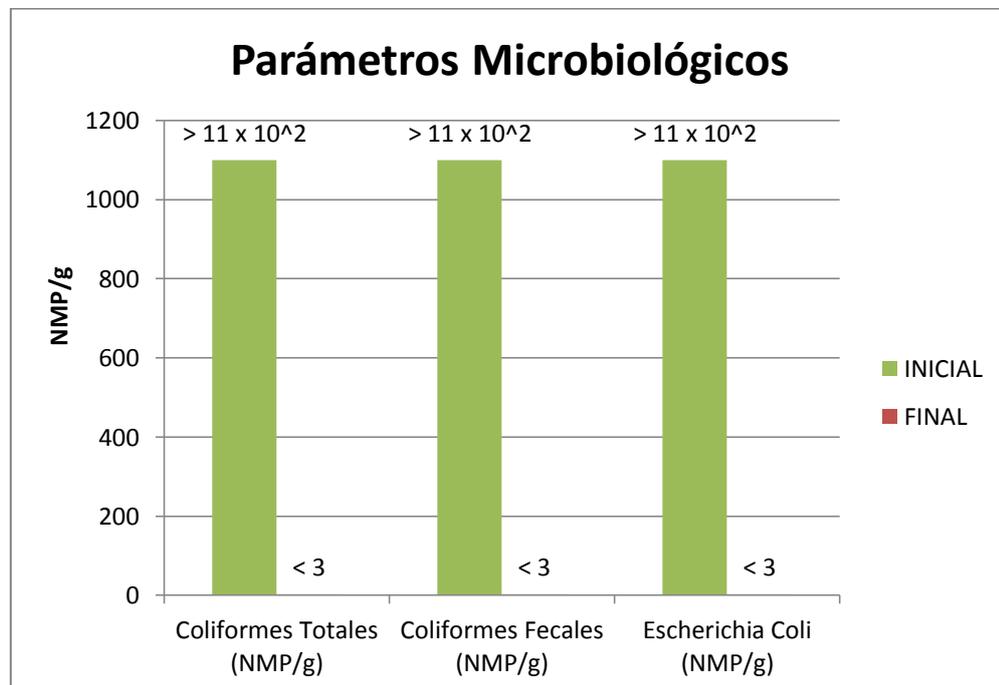


Figura 19. Parámetros microbiológicos inicial y final del hidrogel de pañales desechables

4.4. HUMEDAD

4.4.1. Resultados de los ensayos preliminares de la retención de agua del hidrogel estabilizado en macetas sin planta

Mediante los ensayos preliminares de la mezcla del hidrogel estabilizado hidratado con la tierra preparada seca, a nivel de macetas sin planta, se determinó el porcentaje de humedad de los tratamientos A, B, C, D y E en el día 1, día 4 y día 8, se encuentra en la tabla 10 y se representa en la figura 20.

Tabla 10. Porcentaje de humedad de la mezcla de hidrogel estabilizado y tierra de preparada del ensayo preliminar

Tratamientos	Hidrogel estabilizado pañal (%)	HUMEDAD			Observaciones
		Día 1 22/10/18	Día 4 25/10/18	Día 8 29/10/18	
A (Control)	0	80.18	34.71	21.80	Se vio seco a partir del día 3.
B	20	124.22	58.23	28.37	Al día 1 y 4 presentó buena textura y al día 6 ya está seco.
C	30	133.46	73.82	40.85	Al día 1 y 4 presentó buena textura y al día 8 se observa húmedo.
D	40	163.39	107.04	41.24	En el día 1 estaba muy húmedo, no enfangado y se podría sembrar la planta, al día 8 estaba húmedo
E	50	205.81	160.42	62.34	En el día 1 estaba muy enfangado y no era posible sembrar una planta, pero al día 8 estaba con una humedad adecuada.

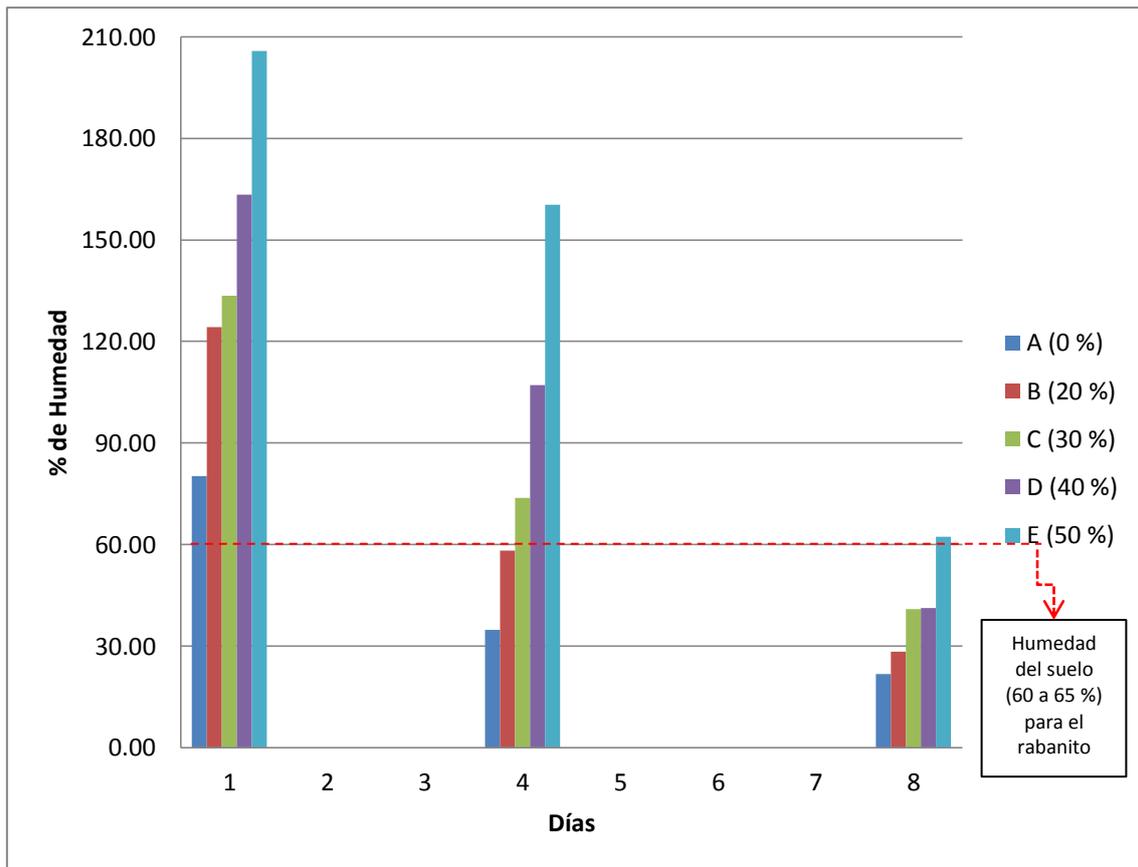


Figura 20. Humedad promedio al día 1, día 4 y día 8 mezcla de hidrogel estabilizado y tierra preparada del ensayo preliminar

De la tabla 10 se observa la comparación de la humedad al día 1, día 4 y día 8 de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra de preparada. Teniendo como referencia que la planta del rabanito debe encontrarse entre 60 a 65% de humedad del suelo (Feijóo, 2018), se observa que en el día 1 los tratamientos más adecuados son el A (control) con 80.18 %, el B (20 %) con 124.22 % y el C (30 %) con 133.46 % de humedad acercándose al rango de humedad que debe tener el rabanito, mientras que el D (40 %) tiene una humedad de 163.39 % lo cual nos indica que está muy húmedo y el E (50 %) alcanzó un mayor porcentaje de humedad que los demás con un valor de 205.81 %, pero no es el adecuado para el desarrollo del rabanito, porque está muy lejos del rango de humedad y en las observaciones dice que estaba enfangado y no era posible sembrar una planta. En el día 4 se observa que los mejores tratamientos en el porcentaje de humedad son el B con un valor de 58.23 % y el C con un valor de 73.82 % acercándose al rango de humedad que debe tener el rabanito para su

desarrollo; también se observa que el A (control) tuvo el menor valor de humedad con 34.71 % lo que indica que estaba seco. En el día 8 se observa que el tratamiento E (50%) tiene un valor mayor de humedad de 62.34 % que el resto de tratamientos. En la tabla 10 también se muestra las observaciones de los tratamientos en el día 1, día 4 y día 8 y las variaciones del porcentaje de humedad representan en la figura 20.

4.5. CANTIDAD DE HIDROGEL ESTABILIZADO EN LA PLANTA

Cabe señalar que mediante los ensayos preliminares de la retención de agua de la mezcla de hidrogel estabilizado con tierra preparada, se pudo determinar que según las observaciones y el porcentaje de humedad que se muestran en la tabla 10, los tratamientos adecuados para la siembra de rabanito son aquellos que contienen 20 %, 30 % y 40 % del hidrogel estabilizado y el tratamiento con 50 % de hidrogel estabilizado no es el adecuado para la siembra de rabanito porque estuvo muy enfangado y extremadamente húmedo; teniendo como referencia a los antecedentes que nos indica que la planta del rabanito debe encontrarse entre 60 a 65% de humedad del suelo (Feijóo, 2018), es por ello que para la siembra de rabanitos ya no se incluyó el 50% de hidrogel estabilizado; solamente se consideró al 20, 30 y 40 %.

De acuerdo a ello, se estableció los siguientes tratamientos T1 (0%), T2 (20%), T3 (25%), T4 (30%), T5 (35), T6 (40%), (ver tabla 3), estos porcentajes en volumen y peso se representan en la tabla 4. De manera que estos tratamientos permitieron evaluar la cantidad de hidrogel estabilizado óptimo para el desarrollo de la planta del rabanito, basados en los resultados del peso fresco del rabanito.

4.6. DESARROLLO DEL RABANITO

4.6.1. Peso fresco aéreo (tallo y hojas) del rabanito

El peso fresco aéreo está constituido por los tallos y hojas pesados luego de la cosecha. En la tabla 11 se muestran los valores promedios por cada tratamiento, de modo que fueron representados en la Figura 21 para poder apreciar la variación de estos.

Tabla 11. Peso fresco aéreo (hojas y tallo) del rabanito

Tratamientos	Peso (g)			
	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
T1 (Control)	13.04	10.45	4.91	9.47 ^a
T2 (20%)	5.03	6.39	7.46	6.29 ^a
T3 (25%)	5.39	4.47	5.2	5.02 ^a
T4 (30%)	2.37	5.03	4.47	3.96 ^b
T5 (35%)	7.94	4.97	2.07	4.99 ^{ab}
T6 (40%)	6.26	4.21	2.23	4.23 ^{ab}

Se puede observar que el promedio del peso fresco aéreo alcanza su mayor valor en el T1 (control) con 9.47 g, seguido del T2 con un promedio de 6.29g, T3 con 5.02g, T4 con 3.96g siendo el valor menor, T5 con 4.99g y T6 con 4.23g.

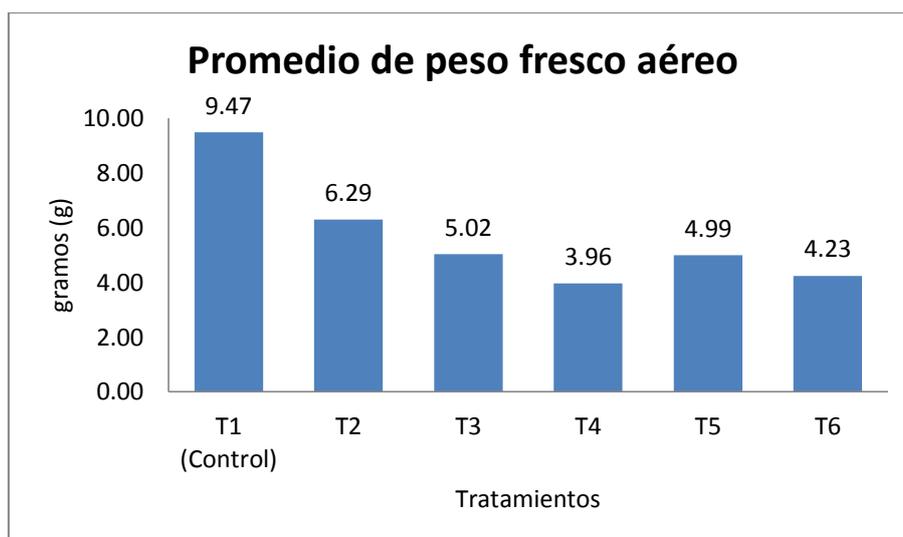


Figura 21. Promedio del peso fresco aéreo (hojas y tallo)

De la tabla 11 se observa la comparación del peso fresco promedio aéreo en los 6 tratamientos, al análisis estadístico (ANOVA) resultaron significativos, entre los valores de peso promedio aéreo (letras diferentes significativas a través de Tukey) (ver Anexo 11); lo que significa que el T1 (9.47) y el T2 (6.9) resultaron mejor que los demás por tener valores altos en peso promedio aéreo, de modo que fueron representados en la Figura 21 para poder apreciar la variación de estos.

4.6.2. Peso fresco radicular del rabanito

El peso radicular pesada luego de la cosecha. En tabla 12 se muestran los valores promedios por cada tratamiento, de modo que fueron representados en la Figura 22 para poder apreciar la variación de estos.

Tabla 12. Peso fresco radicular del rabanito

Tratamientos	Peso (g)			
	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
T1 (Control)	16.04	13.46	10.24	13.25 ^{ab}
T2 (20%)	21.80	16.25	14.18	17.41 ^a
T3 (25%)	12.36	8.37	10.34	10.36 ^b
T4 (30%)	9.78	10.82	8.49	9.70 ^{ab}
T5 (35%)	6.02	4.93	5.78	5.58 ^b
T6 (40%)	2.64	2.36	1.77	2.26 ^b

Se puede observar que el promedio del peso fresco radicular alcanza su mayor valor en el T2 con 17.41 g, seguido del T1 (control) con un promedio de 13.25 g, T3 con 10.36 g, T4 con 9.70 g, T5 con 5.58 g y su menor valor está en el T6 con 2.26 g.

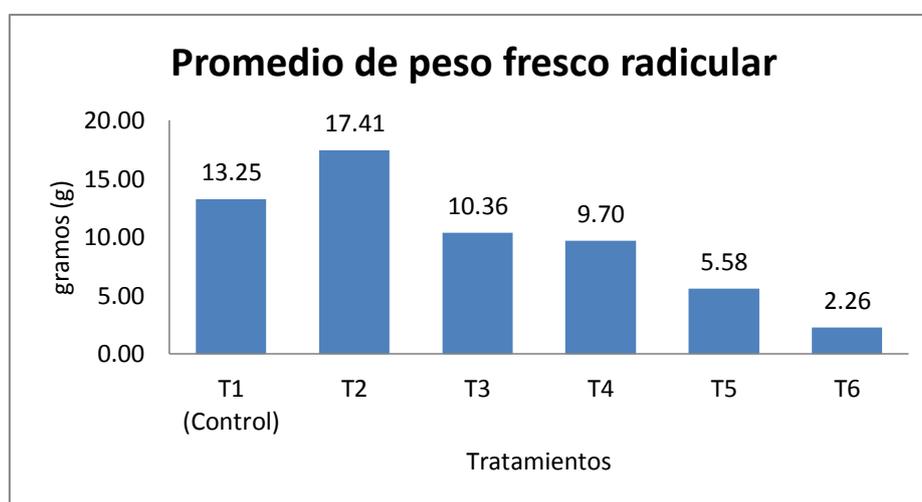


Figura 22. Promedio del peso fresco radicular

De la tabla 12 se observa la comparación del peso fresco promedio radicular de rabanito en los 6 tratamientos, al análisis estadístico (ANOVA) resultaron significativos, entre los valores de peso promedio aéreo (letras diferentes

significativas a través de Tukey) (ver Anexo 10); lo que significa que el T2 resultaron mejor que los demás por tener un valor alto en peso fresco promedio radicular de 17.41 g de modo que fueron representados en la Figura 22 para poder apreciar la variación de estos.

4.6.3. Peso seco aéreo (tallo y hojas) del rabanito

El peso seco aéreo está constituido por los tallos y hojas pesados luego de haber estado durante 48 horas en la estufa a temperatura 90 °C. En la tabla 13 se muestran los valores promedios por cada tratamiento, de modo que fueron representados en la Figura 23 para poder apreciar la variación de estos.

Tabla 13. Peso seco aéreo (hojas y tallo) del rabanito

Tratamientos	Peso (g)			
	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
T1 (Control)	1.54	0.87	0.64	1.02
T2 (20%)	0.41	0.45	0.16	0.34
T3 (25%)	0.42	0.38	0.45	0.42
T4 (30%)	0.28	0.56	0.41	0.42
T5 (35%)	1.02	0.60	0.25	0.62
T6 (40%)	0.85	0.49	0.29	0.54

Se puede observar que el promedio del peso seco aéreo (hojas y tallo) alcanza su mayor valor en el T1 (control) con 1.02g, seguido del T5 con 0.62 g, T6 con 0.54 g, el T3 con 0.42 g, T4 con 0.42 g y el T2 tiene un menor valor de 0.34 g.

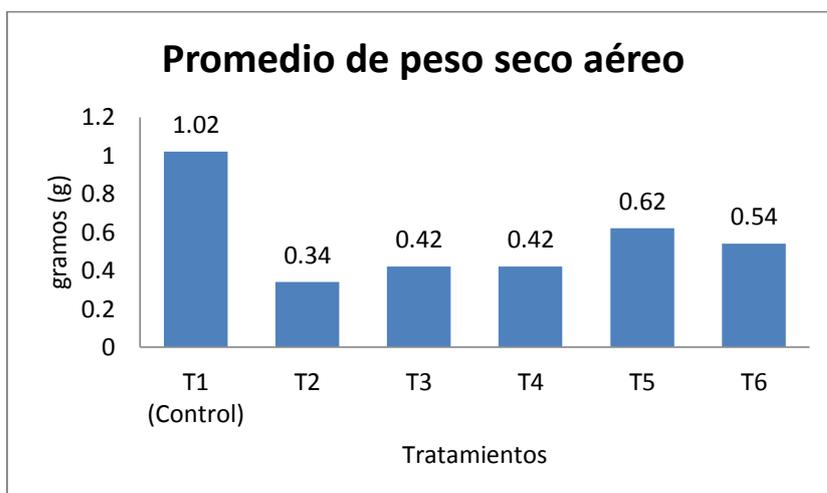


Figura 23. Promedio del peso seco fresco aéreo (hojas y tallo)

4.6.4. Peso seco radicular del rabanito

El peso seco radicular del rabanito, pesada luego de haber estado durante 48 horas en la estufa a temperatura 90°C. En la tabla 14 se muestran los valores promedios por cada tratamiento, de modo que fueron representados en la Figura 24 para poder apreciar la variación de estos.

Tabla 14. Peso seco radicular del rabanito

Tratamientos	Peso (g)			
	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
T1 (Control)	1.77	1.71	1.20	1.56
T2 (20%)	1.47	1.20	1.43	1.37
T3 (25%)	0.73	0.56	0.88	0.72
T4 (30%)	0.58	0.62	0.72	0.64
T5 (35%)	0.82	0.34	0.69	0.62
T6 (40%)	0.33	0.36	0.34	0.34

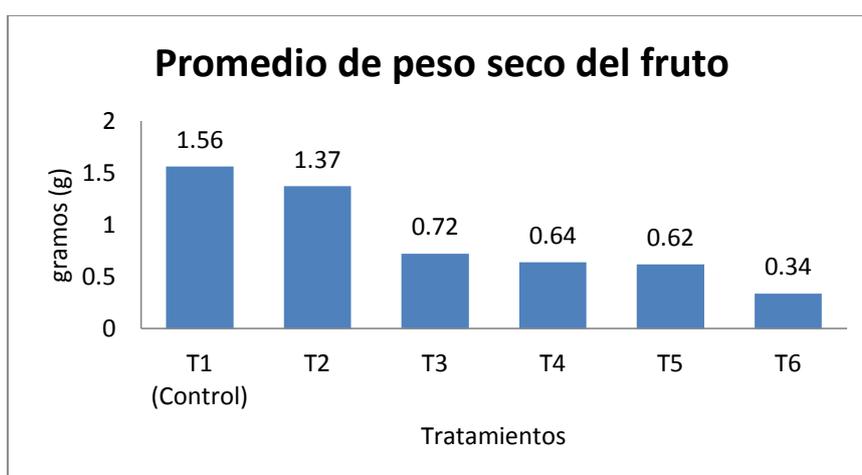


Figura 24. Promedio del peso seco radicular

Se puede observar que el promedio del peso seco radicular del rabanito, alcanza el mayor valor de materia seca en el T1 (control) con 1.56 g, seguido de T2 con 1.37 g, T3 con 0.72 g, T4 con 0.64 g, T5 con 0.62 g y T6 alcanzó la producción mínima de materia seca con 0.34 g.

4.6.5. Parámetros fisicoquímicos inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada

Los resultados de la comparación de los parámetros fisicoquímicos: pH y conductividad inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra de chacra para la retención de agua en el cultivo de rabanito se encuentran en la Tabla 15, el análisis estadístico se encuentra en el Anexo 12 y Anexo 13 y en la Figura 25 y Figura 26 han sido representados de modo que se pueda apreciar la variación entre estos.

Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada para la retención de agua en el cultivo de rabanito.

TRATAMIENTOS	pH		Conductividad (mS/cm)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
T1 (Control)	7.91	8.00 ^c	3.34	2.70 ^a
T2 (20%)	8.03	8.20 ^a	3.04	1.40 ^f
T3 (25%)	8.02	8.10 ^b	3.30	1.50 ^e
T4 (30%)	8.00	8.10 ^b	2.84	2.10 ^c
T5 (35%)	8.10	7.88 ^d	3.21	2.20 ^b
T6 (40%)	8.38	8.11 ^b	2.80	2.01 ^d

De la tabla 15 se observa la comparación del pH inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra de chacra para la retención de agua en el cultivo de rabanito, al análisis estadístico (ANOVA) resultaron significativos, entre los valores de pH final y los tratamientos (letras diferentes significativas a través de Tukey) (ver Anexo 12); lo que significa que el T5 resultó mejor que los demás por tener valor pH de 7.88 cercano al pH neutro de modo que fueron representados en la Figura 25 para poder apreciar la variación de estos.

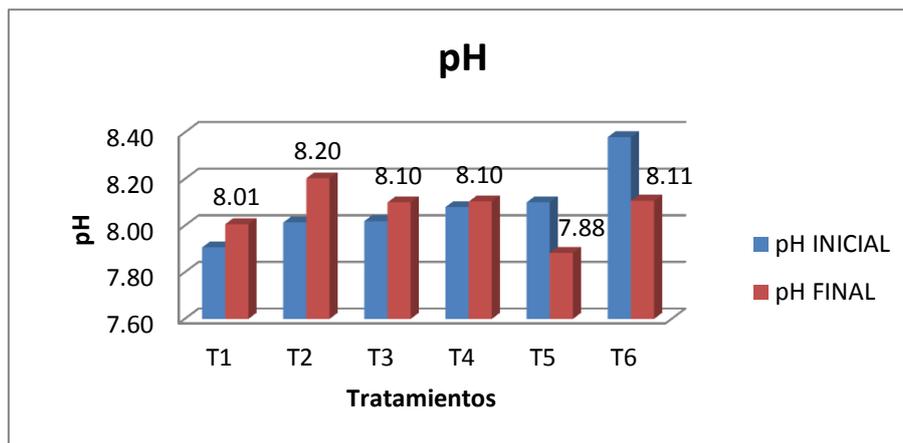


Figura 25. pH inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada para la retención de agua en el cultivo de rabanito

De la tabla 15 se observa la comparación de la conductividad inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra de chacra para la retención de agua en el cultivo de rabanito, al análisis estadístico (ANOVA) resultaron significativos, entre los valores de conductividad final y los tratamientos (letras diferentes significativas a través de Tukey) (ver Anexo 13); lo que significa que el T2 resultó mejor que los demás por tener un valor menor de conductividad eléctrica de 1.40 mS/cm, seguido del T3 con 1.52 mS/cm de modo que fueron representados en la Figura 26 para poder apreciar la variación de estos.

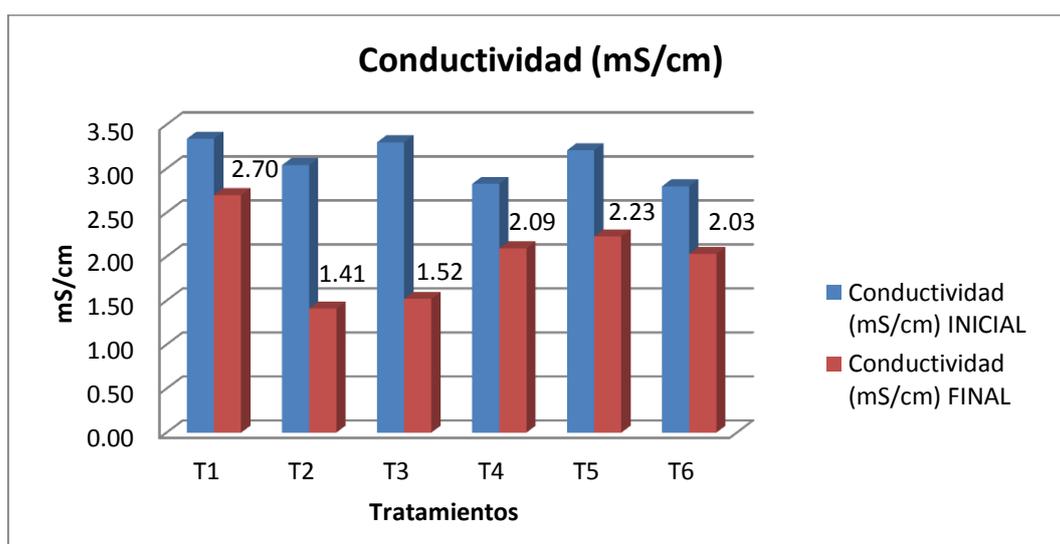


Figura 26. Conductividad inicial y final de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada para la retención de agua en el cultivo de rabanito

4.6.6. Reporte de consumo de agua en la planta de rabanito (*Raphanus sativus*)

Tabla 16. Consumo de agua en la planta de rabanito

TRATAMIENTO	Frecuencia de riego (días)	Cantidad de agua para regar a cada maceta (ml)	Consumo de agua de las 3 repeticiones en cada riego (ml)	Cantidad de agua consumida a la semana (ml)	Cantidad total de agua consumida durante el cultivo (ml)
T1 (Control)	2	50	150	600	3600
T2	4	50	150	300	1800
T3	4	50	150	300	1800
T4	4	50	150	300	1800
T5	4	50	150	300	1800
T6	4	50	150	300	1800

De la tabla 16 se observa la comparación del consumo de agua en la planta de rabanito, se muestra que la mayor cantidad total de agua consumida durante el cultivo fue el T1 (control) con un valor de 3600 ml y los tratamientos que tienen hidrogel consumieron 1800 ml. El T1 (control) se regó cada 2 día y los demás tratamientos que tienen hidrogel se regó cada 4 días, para conservar la humedad adecuada del rabanito que es de 60 a 65 % de humedad (Feijóo, 2018). Por ende se puede señalar que los tratamientos con hidrogel estabilizado consumen menos agua y la frecuencia de riego es menor.

V. DISCUSIÓN

En el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del tratamiento de los pañales desechables usados con microorganismos benéficos, al 20% de la solución madre, se ha encontrado un indicativo clave para saber que los pañales desechables ya están estabilizados de la carga patógena, se debe al pH ácido, en los resultados se muestran que a los 20 días se obtuvo un pH de 4.35, con un olor característico a chicha de jora, debido a la fermentación. Lo cual nos indicó que el proceso de fermentación estaba completo y listo para extraerse el pañal y poder hacer la separación del hidrogel (celulosa y poliacrilato de sodio) con el plástico. De igual manera Prado (2017) menciona que los microorganismos benéficos deben estar por debajo de un pH de 3.8 y un olor a agridulce, lo que indican que el proceso de fermentación está completo y debe usarse para diferentes propósitos. Asimismo Mosquera (2018) corrobora que el indicativo que un sustrato, ya está en su punto de cosecha, por su fuerte olor a chicha, debido a la fermentación, el otro indicativo es el pH con un rango de 3 a 4 lo que determina el punto de cosecha.

También se encontró en el tratamiento de los pañales con los MB's que se tuvo un valor de 5 °Bx; por lo que Plaza (2019), menciona que el grado Brix es un parámetro de evidencia sobre la degradación de la celulosa por lo que es sus resultados muestran que se obtuvieron valores de: 3.2, 4.8 y 5.6 °Bx, lo cual concluye si se pudo degradar la celulosa presente en los pañales desechables usados mediante la acción bacteriana conocida como *Bacillus sp.* A lo hacen mención Alvarez, Tucta, Quispe, & Meza (2018) que los microorganismos benéficos son un consorcio de microorganismos constituidos por: levaduras (*Saccharomyces spp*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*) y bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*), actinomicetos, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas* y otros que se reconocen por sus efectos positivos en la naturaleza.

En los análisis iniciales los parámetros microbiológicos del hidrogel (celulosa y poliacrilato) de los pañales desechables usados se ha encontrado que contenían una alta carga de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* con un valor mayor de 10×10^2 de número más probable ($> 10 \times 10^2$ NMP); lo que indica que existía una alta carga patógena y después que fueron

tratados con los microorganismos benéficos (MB's) al 20%, se determinó que los coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* tuvieron un valor menor de tres como número más probable (< 3 NMP), lo cual indica que la carga patógena fue estabilizada, por ende se obtuvo un hidrogel estabilizado libres de coliformes totales, fecales y *E. Coli*. Por lo que Fuentes, Londoño, Durango, Gutiérrez, Ochoa, & Sepúlveda (2017) menciona que las bacterias ácido lácticas (BAL) contienen en su metabolito ácidos orgánicos, dióxido de carbono, etanol, peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas que inhiben a los microorganismos patógenos. Asimismo Arias (2010), enfatiza que las bacterias ácido lácticas, producen un ácido láctico que es un fuerte esterilizador que suprime los microorganismos patógenos. Por lo que se puede señalar, que los microorganismos benéficos producen compuestos antimicrobianos que tienen la capacidad para inhibir el crecimiento de los patógenos.

Asimismo Prado (2017), realizó un pre-tratamiento anaeróbico de la mezcla de excretas humanas, aserrín y microorganismos eficientes caseros, con dos tratamientos de 20 % y 30 % de la solución de microorganismos eficaces caseros durante 20 días; Para el caso del tratamiento de 20 % , en sus análisis microbiológicos de *E. coli* empezaron con un valor inicial de 5×10^3 NMP/g y terminaron con un valor final 2×10^3 NMP/g, lo cual indica que se redujo la carga microbiana y para el caso de 30 % los valores de coliformes fecales empezaron con 19×10^3 NMP/g y terminaron con 10×10^3 NMP/g y en los análisis de *E. coli* empezaron con un valor de 12×10^3 NMP/g y terminaron con 4×10^3 NMP/g, lo cual menciona que la reducción de patógenos, se debe a la competencia nutricional entre los microorganismos benéficos presentes en el inóculo de EMC y los patógenos presentes en las heces humanas.

Prado (2017), menciona que en el consorcio microbiano de microorganismos eficientes caseros, se encuentran grupos de microorganismos con facultad propia de descomponer materiales con contenidos de celulosa y lignina, lo que ayuda a minimizar los nutrientes para los microorganismos patógenos, por ende reducen su viabilidad progresivamente.

Las excretas humanas son residuos peligrosos por la gran cantidad de microorganismos patógenos que presentan, estos microorganismos se caracterizan por vivir en condiciones aeróbicas (coliformes) (Prado, 2017).

Se ha encontrado que el hidrogel obtenido tiene un olor agridulce, por lo cual Carrasco (2009) menciona que las bacterias fotosintéticas transforman las sustancias que producen olores desagradables (metano, mercaptano, ácido sulfhídrico, amoníaco) en ácidos orgánicos que no producen mal olor y que no son nocivos para el hombre, también estos producen sustancias que aceleran la descomposición de la materia orgánica. Asimismo Prado (2017) dice que los microorganismos eficientes caseros (EMc), debido a la presencia de bacterias fotosintéticas en su composición, tiene la propiedad de neutralizar los malos olores y prevenirlos.

Se ha encontrado que la humedad del hidrogel estabilizado tiene un valor de 640.74 %, un pH de 4.87 y una conductividad eléctrica de 4.75 mS/cm y un peso promedio de hidrogel (celulosa y poliacrilato) 230.14 g equivalente a un pañal. El pH ácido del resultado se debe a que el hidrogel estuvo sumergido en la solución madre de 20% de microorganismos benéficos. Alvarez (2018), menciona que los MB's crecen en pH ácidos de 4 a 4.5, condiciones que les permite sobrevivir de manera natural en medios, por lo que otras bacterias no tolerarían la actividad producida por los ácidos orgánicos. Asimismo Al-Jabari, Ghyadah, & Alokely (2019), señalan que el pH y la concentración de sal influyen en la capacidad de hinchamiento del hidrogel, por lo que en sus resultados muestran que alcanzó un valor de equilibrio de 235g de agua / g de hidrogel, esta capacidad de hinchamiento aumenta con la temperatura, mientras que disminuye al aumentar el pH o la concentración de sal. También para Sánchez, Timoteo, Torres, & Ureña (2017), señalan que los resultados, indican que el SAP tuvo una capacidad máxima de hinchamiento de 189g g⁻¹ de gel seco; el hidrogel puede promover una alta capacidad de hinchamiento a pH <10; y al aumentar la temperatura de 25 a 50 °C, la capacidad de absorción de agua aumenta significativamente y en concentración de sales disminuyó significativamente en comparación con los valores medidos en agua destilada.

En los ensayos preliminares de retención de agua en macetas sin planta, se monitoreó por 8 días (día 1, día 4 y día 8) se ha encontrado que el tratamiento E con 50% de hidrogel estabilizado retiene mayor humedad y por ende posee el mayor valor de humedad en el día 1 (205.81 %), día 4 (160.42 %) y día 8 (62.34 %) que el resto de tratamientos, seguido del tratamiento D con 40 % de hidrogel estabilizado el día 1 (163.39 %), día 4 (107.04 %) y día 8 (41.24 %), seguido del tratamiento C con 30 % de hidrogel estabilizado el día 1 (133.46 %), día 4 (73.82 %) y día 8 (40.85 %), seguido del tratamiento B con 20 % de hidrogel estabilizado el día 1 (124.22 %), día 4 (58.23 %), pero para el día 8 tenía una humedad de 28.37 %, lo que indica que estaba seco; mientras que para el tratamiento A (control) con 0 % de hidrogel, para el día 1 tuvo una humedad de 80.18 %, pero para el día 4 ya estaba seco con una humedad de 34.71 %. Es por ello que tomando como referencia a Feijóo (2018), donde enfatiza que el rabanito debe encontrarse entre 60 a 65% de humedad del suelo; se enfatiza que los tratamientos B, C y D son los más adecuados para la siembra del rabanito porque se acercan al rango de humedad, mientras que el tratamiento E (50 % de hidrogel estabilizado) no es el adecuado porque en las observaciones (ver tabla 10) que se muestran que el suelo estaba enfangado y no era posible para la siembra de una planta.

Zekry, Nassa, Salim , & Abdallah (2020), mencionan que los resultados que obtuvieron después de 6 meses de la capacidad de retención de agua del suelo disminuyeron en un 14% en comparación con el humedecimiento inicial, pero que polímeros súper absorbentes recuperados de pañales desechables eran funcionales y capaces de conservar una cantidad significativa de agua en comparación con el suelo de control. Abdallah (2019), dice que cuando el suelo modificado con hidrogel comienza a secarse, el agua absorbida por el hidrogel (alrededor del 80 - 95% del agua retenida) podría liberarse gradualmente a las plantas.

En la aplicación del hidrogel para el producción de rabanito, resultó significativo ($p < 0.05$) para todas las variables evaluadas y determinándose a través de la prueba de Tukey, donde el tratamiento T2 (20% hidrogel estabilizado) resultó con mejores valores de peso promedio fresco radicular que los demás

alcanzando su mayor valor de 17.41 g, seguido del seguido del T1 (control) con un promedio de 13.25 g, T3 con 10.36 g, T4 con 9.70 g, T5 con 5.58 g y su menor valor está en el T6 con 2.26 g. Para Diaz (2018), menciona que el mejor rendimiento de peso de tubérculo en (kg) de la papa var. Única fue el T2, con el tipo de suelo areno franco con 20 gr de hidrogel/ tratamiento, obteniendo un peso del tubérculo de 30.60 kg/tratamiento, equivalente a 70 tn/ha. De igual manera Chapilliquen (2018), determinó que las plantas con polímero agrícola (T01) han tenido un mejor rendimiento respecto a incremento en crecimiento y vigor, seguidas de las plantas con polímero industrial reciclado de pañales descartables (T02). Asimismo Sánchez, Timoteo, Torres, & Ureña (2017), señalan que la germinación de las semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y calabaza (*C. pepo*) y el crecimiento de las plántulas se vieron notablemente influenciados por la aplicación de 0.5, 1.0 y 2.0 p/p% de SAP en comparación con el suelo sin tratar. Del mismo modo Satriani, Catalano, & Scalcione (2018) mencionan que la aplicación del hidrogel súper absorbente a base de celulosa, para las plantas de frijoles sujetos a estrés por sequía mantuvo un buen potencial hídrico del suelo.

Los tratamientos que contienen hidrogel estabilizado fueron tratados con microorganismos benéficos al 20 % de la solución madre, por ende el hidrogel estabilizado contiene microorganismos benéficos; por lo que Velecela, Meza, García, Alegre, & Salas (2019), mencionan que el mejor rendimiento del rábanos es el tratamiento MZM (compost inoculado con microorganismos benéficos del sistema zanja) alcanzó mayor altura y peso fresco de hojas y peso de hipocótilo. Asimismo Mosquera (2018), menciona que el tratamiento 3 que contiene 15 ml/L de sustrato de MOBs es el mejor tratamiento, porque tiene un peso promedio de la planta de rabanito de 54.09 g, seguido del tratamiento 2 que contiene 10 ml/L de sustrato de MOBs con un peso promedio de 45.19 g por lo que el tratamiento testigo alcanzó un menor peso promedio de la planta de rabanito frente a las demás tratamientos que tenían microorganismos benéficos. También Alvarez, Tucta, Quispe, & Meza (2018), mencionan que la inoculación de los microorganismos benéficos en el suelo

incrementa el número de hojas, también favorece el desarrollo longitudinal, diametral y las raíces de las plantas.

En los análisis de los parámetros fisicoquímicos de la mezcla de hidrogel estabilizado con la tierra preparada se encontró que la conductividad eléctrica del T2 inicial tuvo un valor de 3.041.40 mS/cm y el valor final del T2 resultó mejor que los demás por tener un valor menor de conductividad eléctrica de 1.40 mS/cm, seguido del T3 con 1.52 mS/cm. Por lo que Mosquera (2018) menciona que la conductividad eléctrica idónea para el cultivo de rabanito debe encontrarse entre 1.7 – 2.6 dS/m. También Feijóo (2018), señala que el rabanito es tolerante hasta el nivel de salinidad de 5,9 dS.m⁻¹. También el autor menciona que el tratamiento T1 (0,64 dS.m⁻¹) obtuvo los mayores valores en peso fresco, longitud de planta y contenido de humedad, mientras que en los demás tratamientos con mayor salinidad el rendimiento disminuye (Feijóo, 2018).

En nuestro análisis de pH el T2 tuvo un valor inicial de pH de 8.03 y un pH final de 8.20. Asimismo en los resultados de pH de Mosquera (2018) en su mejor tratamiento 3 (15 ml/L de sustrato de MOBs), donde obtuvo mejor peso promedio de la planta su pH fue 8 y en su tratamiento 2 (10 ml/L de sustrato de MOBs) su pH fue de 8.1, donde se puede mencionar que el rabanito tolera los pH alcalinos. Mientras que Feijóo (2018), dice que el adecuado pH del suelo debe tener 5.5 a 6.8.

De acuerdo al peso promedio fresco radicular del rabanito y la conductividad que presentó, se ha determinado que la cantidad óptima para el desarrollo de la planta de rabanito es de 50 ml de hidrogel estabilizado, que representa al tratamiento T2 (20% de hidrogel estabilizado) y también mostró que retiene una humedad adecuada del suelo para el crecimiento del rabanito, por ende se menciona que si algunos cultivos están dentro del rango (60 – 65%) humedad del suelo (Feijóo, 2018), el tratamiento T2 con 20% de hidrogel estabilizado es el favorable para retener agua del cultivo y el desarrollo de la planta.

Lacoste, Lopez, & Bergeret (2019), señalan que la producción completa de un bio-SAP se desarrolló con éxito a partir de celulosa recuperada y podría ser un material prometedor para muchas aplicaciones industriales.

Bajpai (2018), señala que las partículas más finas del hidrogel generalmente se absorben más rápido, aunque si el tamaño de las partículas es demasiado pequeño, se obtiene un material gomoso que no absorbe el agua rápidamente.

VI. CONCLUSIONES

- Mediante la caracterización del hidrogel estabilizado, se logró recuperar el 100% del material súper absorbente (celulosa y poliacrilato de sodio) de los pañales desechables usados, con un peso promedio de 230.14 g por pañal y el pañal C tiene los componentes con un peso mayor de celulosa y poliacrilato resto de pañales comerciales.
- Los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado de los pañales desechables tiene un pH de 4.87, conductividad de 4.75 mS/cm y una humedad de 640.74 %, para la retención de agua en el cultivo de rabanito.
- Se determinó que mediante la adición de 20% de la solución madre de microorganismos benéficos (MBs), se logró estabilizar y obtener un hidrogel libre de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli* para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*).
- Según los resultados del análisis de variancia, se concluye que los seis tratamientos tuvieron un efecto significativo en el desarrollo del rabanito y el tratamiento óptimo resultó ser el T2 que incluía 50 ml de hidrogel estabilizado al suelo, obteniendo un valor mayor de peso promedio fresco radicular del rabanito de 17.4 g.
- La concentración óptima del hidrogel estabilizado de pañales desechables es del 20% de inclusión al suelo para la retención de agua en el cultivo de rabanito (*Raphanos sativus*).

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el hidrogel estabilizado en diferentes cultivos y plantas ornamentales para evaluar la retención de agua.
- También se recomienda evaluar la biodegradación del hidrogel estabilizado de los pañales desechables, después del tratamiento con los microorganismos benéficos (20%).
- Seguir con la experimentación por un periodo de tiempo más largo como mínimo 6 meses a 1 año para evaluar la retención de agua y la biodegradación del hidrogel estabilizado.
- Por consiguiente, se sugiere sembrar varios cultivos con el hidrogel estabilizado, pero que ya no sea mezclado homogéneamente el hidrogel con la tierra, sino que el hidrogel vaya en capas para evaluar la retención de agua y el crecimiento de la planta.
- Sembrar los rabanitos en macetas más anchas y grandes para el adecuado desarrollo del rabanito y no tener limitaciones.
- También se recomienda utilizar diferentes concentraciones de solución de microorganismos benéficos para el tratamiento de los pañales desechables usados y obtener un pañal libre de coliformes totales, fecales y *E.coli* para valorizar sus componentes y formular diferentes productos
- Se recomienda usar el hidrogel estabilizado en lugares áridos para evaluar la retención del agua y el desarrollo de las plantas.
- Se recomienda usar este hidrogel estabilizado en la reforestación, en las áreas verdes y parques de las municipalidades, para retener la humedad y reducir el consumo de agua.

REFERENCIAS

- Abdallah, A. M. (2019). The effect of hydrogel particle size on water retention properties and availability under water stress. *International Soil and Water Conservation Research*, 7, 275-285.
- Ajmeri, J. R., & Ajmeri, C. J. (2016). Developments in the use of nonwovens for disposable hygiene products. In K. George (Ed.), *Advances in Technical Nonwovens* (pp. 473-496). Woodhead Publishing Series in Textiles.
- Al-Jabari, M., Ghyadah, R. A., & Alokely, R. (2019). Recovery of hydrogel from baby diaper wastes and its application for. *Journal of Environmental Management*, 239, 255–261.
- Alvarez Vera, M. S. (2018). *Caracterización de microorganismos benéficos provenientes de tres pisos altitudinales de Azuay - Ecuador y su influencia en el cultivo de fresa*. Tesis de Doctorado , Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru.
- Alvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (2018). Incidence of the inoculation of beneficial microorganisms in the strawberry (*Fragaria sp.*) crop. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 33– 42.
- Arias Hoyos, A. (2010). Microorganismos Eficientes y su Beneficio Para la Agricultura y el Medio Ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 2(2), 42–45.
- Bachra, Y., Grouli, A., Damiri , F., Bennamara, A., & Berrada, M. (2020). A New Approach for Assessing the Absorption of Disposable Baby Diapers and Superabsorbent Polymers: A Comparative Study. *Results in Materials*, 8, 1-30.
- Bajpai, P. (2018). *Biermann's Handbook of Pulp and Paper*. Elsevier.
- Bashari, A., Rouhani Shirvan, A., & Shakeri, M. (2018). Cellulose-based hydrogels for personal care products. *Polymers for Advanced Technologies*, 1-15.
- Carrasco, L. (2009). *Evaluación de tres diferentes tipos de sustrato (Bagacillo, Aserrín e Ichu picado) en la producción de EM Compost*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Casimir, A. (2001). *Respuesta del crecimiento y productividad del rabanito (*Raphanussativus*, L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) afertilizante mineral y estiércol de vaca y oveja en Nigua, Republica Dominicana*. Tesis , Universidad Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Republica Dominicana.

- Chapilliquen Navarro , J. F. (2018). *Polímeros hidroabsorbentes agrícolas e industriales reciclados para la supervivencia de mango (Mangifera indica L.), bajo condiciones de estrés hídrico, Morropón, Piura, periodo 2018*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Ching Khooa, S., Phang , X. Y., Ng, C. M., Lim, K. L., Lam, S. S., & Ma, N. L. (2018). Recent technologies for treatment and recycling of used disposable baby diapers. *Process Safety and Environmental Protection*, 123, 116-129.
- Dehkordi, D. K., & Shamsnia, S. A. (2020). Application of Reclaimed Sodium Polyacrylate to Increase Soil Water Retention. *CLEAN- Soil Air Water*, 2000068, 1-6.
- Diaz Laupa , A. J. (2018). *Efecto de tres dosis de hidrogel (Poliacralamida) en la producción del cultivo papa (Solanum tuberosum) var. Única en dos tipos, de suelo en el Distrito de San Jerónimo - Andahuaylas Región Apurímac*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.
- Feijóo Pianto, K. L. (2018). *Efecto de niveles de salinidad del agua de riego en suelo franco arenoso en el cultivo del Rabanito*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Ferronato , N., Nova Pinedo, M. L., & Torretta, V. (2020). Assessment of Used Baby Diapers Composting in Bolivia. *Sustainability*, 12(5055), 1-16.
- Flores Condori , M. Y., & Romero Cama , R. J. (2019). *Estudio de pre-factibilidad para la creación de una empresa en la producción y venta de pañales desechables ecológicos*. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.
- Fuentes Fanegas, M., Londoño Zapata, A., Durango Zuleta, M., Gutiérrez Buriticá, M., Ochoa Agudelo, S., & Sepúlveda Valencia, J. (2017). Antimicrobial capacity of native lactic acid bacteria isolated from double cream cheese and colombian quesillo. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 45-55.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. 6ta Edición). (S. D. McGRAW HILL / INTERAMERICANA EDITORES, Ed.) México: McGraw Hill.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, & INEI. (2017). *Censo Nacional del 2017 : XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, Registro de Nacimientos 2017*. Perú.

- Lacoste, C., Lopez Cuesta, J. M., & Bergeret, A. (2019). Development of a biobased superabsorbent polymer from recycled cellulose for diapers applications. *European Polymer Journal*, 116, 38-44.
- Mallma Bendezu, P. D. (2019). *Evaluación de la eficiencia del té de estiércol y abono de frutas elaborados con residuos orgánicos de mercado en el crecimiento de Raphanus Sativus - Rímac, 2019*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- McCormack, P., Lemmo, J. S., Macomber, M., Holcomb, M., & Lieckfield, R. (2011). Measurement of respirable superabsorbent polyacrylate (SAP) dust by ethanol derivatization using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) detection. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 8, 215-225.
- Meena, S. K., & Meena, V. S. (2017). Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, 3-23.
- Meena, V. S., Bahadur, I., Maurya, B. R., Kumar, A., Meena, R. K., Meena, S. K., et al. (2016). Potassium-Solubilizing Microorganism in Evergreen Agriculture: An Overview. *Springer*, 1-20.
- Mendoza, J. M., Popa, S. A., D'Aponte, F., Gualtieri, D., & Azapagic, A. (2019). Improving resource efficiency and environmental impacts through novel design and manufacturing of disposable baby diapers. *Journal of Cleaner Production*, 210, 916 - 928.
- Mikhail, M., & Young, T. (2020). 23 - Sterilization of flexible endoscopes. In J. Walker (Ed.), *Decontamination in Hospitals and Healthcare (Second Edition)* (Vol. Second Edition, pp. 519-529). Londres, Reino Unido: Copyright © 2020 Elsevier Ltd.
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2019, setiembre 15). *Contacto de prensa del MINAM, Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA*. Retrieved from <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/minam-70-residuos-que-generamos-pueden-convertirse-nuevos-productos>
- Ministerio del Ambiente MINAM. (2020). *Listado de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos*. Perú.
- Mosquera Gutierrez, J. J. (2018). *Valorización de la aplicación de inóculos de microorganismos benéficos (MOBs) en el cultivo de rábano (Raphanus sativus) en la granja experimental - Paute*. Universidad politécnica Salesiana, Cuenca - Ecuador.

- Niaounakis, M. (2017). *Management of Marine Plastic Debris Prevention, Recycling, and Waste Management*. William Andrew.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental , & OEFA. (2018). *Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales*. Perú.
- Pariguana Begazo, M. A., & Gonzales Gutierrez, L. H. (2019). Chemical Recycling of superabsorbent polymer with disposable diapers used. *Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - AIDIS*, 1 - 8.
- Plan de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos. (2017). *Actualización del Plan de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos del distrito de La Molina, aprobada mediante Ordenanza N°355-2017*. Gerencia de Gestión Ambiental y Obras Públicas. La Molina - Lima.
- Plaza Verduga, J. E. (2019). *Degradación de celulosa de pañales desechables usados con Bacillus sp.* Tesis Pregrado, Universidad de las Américas, Quito - Ecuador.
- Prado García-Blásquez, X. (2017). *Tratamiento de los residuos sólidos generados en sanitarios ecológicos mediante el uso de microorganismos eficientes en un proceso de compostaje*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Puig Ventosa, I., & Mestre Montserrat, M. (2011). *Estudi de viabilitat de la gestió dels bolquers compostables i prova pilot en una escola bressol municipal de Lliçà d'Amunt*. España: Ent, environment and management.
- Rogers, W. J. (2013). 4 - The effects of sterilization on medical materials and welded devices. In Y. Zhou, & M. D. Breyen (Eds.), *Joining and Assembly of Medical Materials and Devices* (pp. 79-130). Copyright © 2013 Woodhead.
- Salinas, P. J. (2010). *Metodología de la Investigación*. Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela.
- Sanchez Gutierrez, F. O. (2018). *Evaluación de la eficiencia de un biofertilizante de residuos orgánicos en relación a otras fuentes de fertilización en el desarrollo del cultivo de Rábano (Raphanus sativus L.)*. Tesis Pregrado, Universidad Peruana Unión, Lima.
- Sánchez Orozco, R., Timoteo Cruz, B., Torres Blancas, T., & Ureña Núñez, F. (2017). Valorization of superabsorbent polymers from used disposable diapers as soil moisture retainer. *International research journal - GRANTHAALAYAH*, 5(4), 105-117.

- Satriani, A., Catalano, M., & Scalcione, E. (2018). The role of superabsorbent hydrogel in bean crop cultivation under deficit irrigation conditions: A case-study in Southern Italy. *Agricultural Water Management*, 195, 114-119.
- Tanya Morocho, M., & Leiva Mora, M. (2019). Efficient microorganisms, functional properties and agricultural applications. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.
- Velecela, S., Meza, V., García, S., Alegre, J., & Salas, C. (2019). Microbial enrichment vermicompost under two production system and its effects on radish (*Raphanus sativus* L.) production. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 229 – 239.
- Yu Chen. (2019). *Hydrogels Based on Natural Polymers*. Beijing, China: Elsevier.
- Zekry, M., Nassa, I., Salim , H., & Abdallah, A. (2020). The Potential of super absorbent polymers from diaper wastes to enhance water retention properties of the soil. *Soil Environment*, 39(1), 27-37.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

HIDROGEL ESTABILIZADO DE PAÑALES DESECHABLES PARA LA RETENCIÓN DE AGUA EN EL CULTIVO DE RABANITO (<i>Raphanos sativus</i>) - LIMA 2020				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál será la concentración óptima de hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020?	Evaluar la concentración óptima del hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020	La concentración óptima de hidrogel estabilizado influye significativamente en la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020	<p>Variable Independiente:</p> <p>HIDROGEL ESTABILIZADO DE PAÑALES DESECHABLES</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>RETENCIÓN DE AGUA</p>	<p>Tipo y diseño de investigación</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Población: 120 pañales desechables usados por los 5 días de atención a la semana de la Cuna Infantil de la UNALM.</p> <p>Muestra: 73 pañales desechables</p> <p>Muestreo: El muestreo realizado fue completamente aleatorio, se homogenizó los 120 pañales, de los cuales por cuarteo, quedaron 73 pañales.</p> <p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación de campo <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de recojo de datos • Reporte de laboratorio • Guía de Análisis Documental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS		
¿Cómo será la caracterización del hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito <i>Raphanos sativus</i> - Lima 2020?	Caracterizar el hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020	La caracterización del hidrogel estabilizado influye significativamente en la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020		
¿Cuáles serán el efecto los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020?	Evaluar los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020	Los parámetros fisicoquímicos del hidrogel estabilizado influye significativamente en la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020		
¿Cuáles serán el efecto los parámetros microbiológicos del hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020?	Evaluar los parámetros microbiológicos del hidrogel estabilizado para la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020	Los parámetros microbiológicos del hidrogel estabilizado influye significativamente en la retención de agua en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020		
¿Cuál será la cantidad del hidrogel estabilizado óptimo en el suelo para el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020?	Determinar la cantidad del hidrogel estabilizado óptimo en el suelo para el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020	La determinación de la cantidad de hidrogel estabilizado óptimo en el suelo influye significativamente en el cultivo de rabanito (<i>Raphanos sativus</i>) - Lima 2020		

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Variable Independiente: HIDROGEL ESTABILIZADO DE LOS PAÑALES DESECHABLES	El hidrogel es un polímero súper absorbente (SAP) que pueden absorber y retener grandes cantidades de agua y soluciones acuosas. (Bachra, Grouli, Damiri , Bennamara, & Berrada, 2020)	Caracterizar los componentes del pañal desechable. Los pañales desechables usados se trataran con microorganismos benéficos al 20 % de la solución madre con el fin de estabilizar los patógenos, se medirán los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. De acuerdo al contenido de humedad del hidrogel	Caracterización del hidrogel	Peso del hidrogel limpio	g
				Peso del hidrogel estabilizado	g
			Parámetros fisicoquímicos	Temperatura	°C
				pH	pH
				Conductividad	mS/cm
				Humedad	%
			Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	(NMP/g)
				Coliformes fecales, <i>E.coli</i>	(NMP/g)
			Cantidad de hidrogel en planta	0	%
				20	%
25	%				
30	%				
35	%				
40	%				
Variable Dependiente: RETENCIÓN DE AGUA	La retención de agua es la capacidad de absorción del agua y liberar paulatinamente al suelo a medida que la humedad del sustrato va disminuyendo (Zekry, Nassa, Salim , & Abdallah, 2020)	Se determinará el porcentaje de humedad de los tratamientos y el control, se evaluará el desarrollo del rabanito en base a sus indicadores morfológicos y al final de la cosecha su peso fresco y seco, y se determinará el consumo de agua.	Humedad	Porcentaje de Humedad del suelo con hidrogel y sin hidrogel	% Humedad
			Desarrollo de Rabanito	Peso fresco Peso seco	g
			Consumo de agua	Cantidad de agua	ml

Anexo 3. Ficha de recolección de datos

Ficha 1. Recolección de datos



FICHA DE RECOJO DE DATOS

Investigador: Luz Mayra VALVERDE MIRANDA
 Investigación: "Hidrogel estabilizado de pañales pesechables para la retención de Agua en el Cultivo de Rabanito (Raphanos Sativus) - Lima 2020"
 Objetivo: Monitorear los parámetros físico químicos del tratamiento de los pañales usados con microorganismos benéficos
 Lugar: Campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina
 correo:
 Telefono:

FECHA	DÍA	PARÁMETROS FISICOQUIMICOS				OBSERVACIONES
		pH	CONDUCTIVIDAD (ms/cm)	TEMPERATURA (°C)	GRADO BRIX (°Bx)	
30/08/2018	1	4.74	7.55	22.1	4	
01/09/2018	3	5.38	11.21	22.6	4	
03/09/2018	5	6.16	20.2	20.8	4	
05/09/2018	7	6.03	20.31	20.5	4	
07/09/2018	9	6.24	20.57	26.7	3	
10/09/2018	12	6.31	20.63	21.8	4	
12/09/2018	14	6.44	20.7	22.1	4	
14/09/2018	16	5.04	31.09	18.9	5	
17/09/2018	19	4.41	33.7	20.7	5	
18/09/2018	20	4.35	34.4	21.6	5	

Nombres y Apellido de responsable:

_____ Firma

Ficha 2. Recolección de datos



FICHA DE RECOJO DE DATOS

Investigador: Luz Mayra VALVERDE MIRANDA

Investigación: "Hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de Agua en el Cultivo de Rabanito (*Raphanos Sativus*) - Lima 2020"

Objetivo: Monitorear los parámetros físico químicos de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra de chacra del cultivo de Rabanito

Lugar: Campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Correo:

Teléfono:

Fecha

TRATAMIENTOS	PARÁMETROS FISICOQUIMICOS																OBSERVACIONES
	pH Inicial				pH Final				Conductividad eléctrica inicial (ms/cm)				Conductividad eléctrica Final (ms/cm)				
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	
T1 (Control)																	
T2																	
T3																	
T4																	
T5																	
T6																	

Nombres y Apellido de responsable:

Firma

Ficha 3. Recolección de datos



FICHA DE RECOJO DE DATOS

Investigador: Luz Mayra VALVERDE MIRANDA
 Investigación: "Hidrogel estabilizado de pañales desechables para la retención de Agua en el Cultivo de Rabanito (*Raphanos Sativus*) - Lima 2020"
 Objetivo: Monitorear los parámetros físico químicos de la mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra de chacra del cultivo de Rabanito
 Lugar: Campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina
 Correo: _____ | Teléfono: _____ Fecha _____

TRATAMIENTOS	Peso fresco y seco del Rabanito (<i>Raphanos Sativus</i>)																OBSERVACIONES
	Peso fresco aéreo (hojas y tallo) (g)				Peso seco aéreo (hojas y tallo) (g)				Peso fresco radicular (g)				Peso seco radicular (g)				
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	
T1 (Control)																	
T2																	
T3																	
T4																	
T5																	
T6																	

Nombres y Apellido de responsable: _____

Firma

Anexo 4. Informe de validación de los instrumentos de investigación

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Dr. Víctor Juan MEZA CONTRERAS

Institución donde labora: Universidad Nacional Agraria La Molina

Especialidad: Doctor en Biotecnología

Instrumento de evaluación: Ficha de Recolección de datos

Autor del instrumento: Luz Mayra VALVERDE MIRANDA

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

95%

Lima, 25 de febrero de 2021


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°06220505 Telf: 996879743

Código RENACYT: P0001985

CBP: 3323

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: MSc. Wilfredo Celestino BALDEON QUISPE

Institución donde labora: Universidad Nacional Agraria La Molina

Especialidad: Magister Scientiae en Recursos Hídricos

Instrumento de evaluación: Ficha de Recolección de datos

Autor del instrumento: Luz Mayra VALVERDE MIRANDA

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

Lima, 25 de febrero de 2021



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 09807432
 CIP: 61918

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Ing. Erik Nikos CORDOVA CHUQUIVAL
 Institución donde labora: Universidad Nacional Agraria La Molina
 Especialidad: Ingeniero Ambiental
 Instrumento de evaluación: Ficha de Recolección de datos
 Autor del instrumento: Luz Mayra VALVERDE MIRANDA

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90 X	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

94,5%

Lima, 25 de febrero de 2021



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 10052446 Telf: 997362742
 CIP: 100724

Anexo 5. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey

Anexo 6. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del peso completo de los pañales limpios de 3 diferentes marcas

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	2	42.6186889	21.30934444	107.83	<.0001
ERROR	6	1.18573333	0.19762222		
SUMA TOTAL	8	43.8044222			
CV= 1.06%					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	44.4033	C
B	42.3733	B
C	39.12	A

Anexo 7. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del peso de la celulosa de los pañales limpios de 3 diferentes marcas

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	2	30.8832	15.4416	108.79	21.23
ERROR	6	0.8516	0.14193333		
SUMA TOTAL	8	31.7348			
CV= 1.69					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	24.17	C
B	22.93	B
C	19.77	A

Anexo 8. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del peso del poliacrilato de los pañales limpios de 3 diferentes marcas

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	2	1.59428889	0.79714444	20.35	0.0021
ERROR	6	0.235	0.03916667		
SUMA TOTAL	8	1.82928889			
CV = 2.63%					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	8.1133	B
B	7.2767	A
B	7.1733	C

Anexo 9. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del peso del plástico de los pañales limpios de 3 diferentes marcas

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	2	4.95095556	2.47547778	17.41	0.0032
ERROR	6	0.85326667	0.14221111		
SUMA TOTAL	8	5.80422222			
CV= 3.14%					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	12.9633	C
B	11.96	A
B	11.15	B

Anexo 10. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del peso fresco radicular del rabanito

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	5	177.756778	35.5513556	6.75	0.0033
ERROR	12	63.1723333	5.2643611		
SUMA TOTAL	17	240.929111			
CV = 22.90%					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	15.653	T2
AB	11.817	T1
AB	10.82	T4
B	8.067	T3
B	7.037	T5
B	6.713	T6

Anexo 11. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del peso aéreo (hojas y talo) del rabanito

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	5	105.307694	21.0615389	6.49	0.0038
ERROR	12	38.9139333	3.2428278		
SUMA TOTAL	17	144.221628			
CV = 17.73					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	12.74	T1
A	12.333	T2
A	11.057	T3
AB	10.703	T5
AB	8.313	T6
B	5.777	T4

Anexo 12. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del pH de la mezcla de hidrogel estabilizado y tierra preparada para el cultivo del rabanito

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	5	0.17796111	0.03559222	43.58	<.0001
ERROR	12	0.0098	0.00081667		
SUMA TOTAL	17	0.18776111			
CV = 0.35%					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	8.2	T2
B	8.11	T6
B	8.10333	T3
B	8.1	T4
C	8.00667	T1
D	7.88333	T5

Anexo 13. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para los resultados del Conductividad eléctrica de la mezcla de hidrogel estabilizado y tierra preparada para el cultivo del rabanito

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F ValOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	5	3.37571667	0.67514333	2964.04	<.0001
ERROR	12	0.00273333	0.00022778		
SUMA TOTAL	17	3.37845			
CV= 0.76%					

Tukey

Significancia	Promedio	tratamientos
A	2.70333	T1
B	2.20333	T5
C	2.10333	T4
D	2.03	T6
E	1.51667	T3
F	1.41333	T2

Anexo 14. Panel Fotográfico



Fotografía 1. Recolección de pañales usados de la Cuna Infantil de la UNALM



Fotografía 2. Caracterización de los pañales



Fotografía 3. Microorganismos Benéficos (MB's)



Fotografía 4. Extrayendo los MB's



Fotografía 5. Acondicionamiento del pañal



Fotografía 6. Pañales desechables usados



Fotografía 7. Agregar MB's a los pañales



Fotografía 8. Cubrir la totalidad de los pañales con MB's



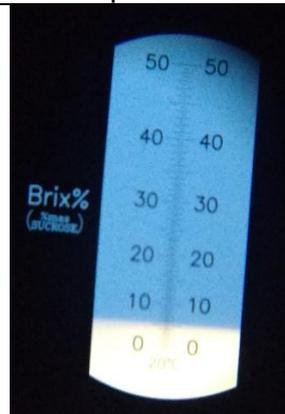
Fotografía 9. Medición inicial del tratamiento



Fotografía 10. Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del tratamiento



Fotografía 11. Equipo de medición (Multiparámetro)



Fotografía 12. Medición de grado brix (Refractómetro)



Fotografía 13. Tratamiento del pañal a los 20 días



Fotografía 14. Retirando los pañales de la solución de los MB's



Fotografía 15. Lavado y separación de los componentes de los pañales desechables



Fotografía 16. Extracción del hidrogel estabilizado (poliacrilato y celulosa)



Fotografía 17. Hidrogel estabilizado



Fotografía 18. Pesaje y sellado del hidrogel estabilizado



Fotografía 19. Residuo de plástico de los pañales estabilizados



Fotografía 20. Recuperación de la celulosa y poliacrilato de sodio del pañal (hidrogel estabilizado)



Fotografía 21. Caracterización de los componentes del pañal desechable limpio



Fotografía 22. Mezcla del hidrogel estabilizado con la tierra preparada seca



Fotografía 23. Determinación de la humedad llevados a la estufa a 90 °C



Fotografía 24. Determinación de la humedad en macetas sin planta



Fotografía 25. A los 8 días del monitoreo de humedad



Fotografía 26. Medición de los parámetros fisicoquímicos de la mezcla del hidrogel y la tierra preparada



Fotografía 27. Semillas de rabanito (*Raphanos Sativus*)



Fotografía 28. Preparación de la mezcla de hidrogel estabilizado y tierra preparada



Fotografía 29. Mezcla de hidrogel estabilizado y tierra preparada para la siembra del rabanito



Fotografía 30. Siembra del rabanito



Fotografía 31. Germinación del rabanito



Fotografía 32. Crecimiento del rabanito



Fotografía 33. Avistamiento radicular del rabanito



Fotografía 34. Plantas del rabanito en desarrollo



Fotografía 35. Plantas de rabanito



Fotografía 36. Cosecha de los rabanitos



Fotografía 37. Realizando el peso fresco aéreo (hojas y tallo) y radicular del rabanito



Fotografía 38. Realizando el peso seco aéreo (hojas y tallo) y radicular del rabanito



Fotografía 39. Estación Meteorológica Davis Vantage Pro2 del Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral



Fotografía 40. Tomando datos de la estación meteorológica

Anexo 15. Resultados de los análisis microbiológicos del hidrogel de pañales desechables



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO Nº 1902063- LMT

SOLICITANTE : LUZ MAYRA VALVERDE MIRANDA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : GEL DE PAÑALES
1902063) INICIAL

PROCEDENCIA : Guardería UNALM.
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2019 - 02 - 07
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019 - 02 - 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2019 - 02 - 07
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2019 - 02 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1902063
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	> 11 x 10 ²

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de febrero del 2019



DR. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1810546- LMT

SOLICITANTE : LUZ MAYRA VALVERDE MIRANDA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : GEL DE PAÑALES
1810546)

PROCEDENCIA : Guardería UNALM.
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2018 - 09 - 19
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018 - 10 - 26
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2018 - 10 - 29
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2018 - 10 - 31

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1810546
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g.)	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3

Métodos:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 31 de octubre de 2018

DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

Declaratoria de originalidad del autor

Yo VALVERDE MIRANDA Luz Mayra, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado:

“Hidrogel Estabilizado de pañales desechables para la retención de agua en el cultivo de Rabanito (*Raphanos Sativus*) - Lima 2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 06 de marzo de 2021

VALVERDE MIRANDA Luz Mayra	
DNI: 70383169	 Firma:
ORCID: 0000-0002-4986-6521	