

RESUMEN

El agua es un factor fundamental en el desarrollo de las plantas, dado su papel en los procesos fisiológicos esenciales para el crecimiento y la supervivencia. La gestión eficiente del recurso hídrico en viveros forestales es crucial, especialmente en regiones vulnerables a erosión, degradación del suelo y escasez de agua, como el Valle Central de Tarija, Bolivia. La escasez de suelo fértil y el manejo tradicional poco eficiente agravan el problema, afectando negativamente la supervivencia, calidad y vigor de las plántulas producidas.

Con el objetivo de optimizar el uso del agua en vivero, esta investigación se enfoca en técnicas que ayuden a mejorar la retención de humedad en suelos o sustratos. Una de estas técnicas es el uso de hidrogel, un polímero superabsorbente capaz de retener hasta cientos de veces su peso en agua, permitiendo así una hidroregulación eficiente, reducción en las pérdidas por evaporación y filtración, y mejoramiento de la disponibilidad de nutrientes. Estos beneficios contribuyen a reducir la frecuencia de riego en hasta un 50%, disminuir el uso de fertilizantes y promover un desarrollo radicular más vigoroso, en línea con prácticas de producción sustentable.

En esta investigación, se evaluaron cuatro tratamientos con tres repeticiones en diferentes dosis de hidrogel en un diseño completamente al azar: **T1:** 200 g de hidrogel, **T2:** 300 g de hidrogel, **T3:** 400 g de hidrogel, **T4:** Sustrato sin hidrogel (testigo).

Cada tratamiento contó con 100 plantones, sumando 1,200 en total, y las variables medidas incluyeron germinación, supervivencia, mortalidad, altura y diámetro.

Los resultados evidenciaron que el tratamiento **T2 (300 g de hidrogel)** en la germinación, mostró diferencias estadísticamente significativas. En las restantes variables hay una mejora con el T2

- **Germinación:** T2 alcanzó un 60,94%, superando el 48,78% del testigo (T4).

- **Supervivencia:** T2 registró un 31%, frente al 21% obtenido en T1.
- **Mortalidad:** T2 mostró la menor tasa, con un 69%.
- **Altura:** T2 presentó un promedio de 21,10 cm, superando los 17,85 cm de T4.
- **Diámetro:** T2 alcanzó 4,68 mm, comparado con 3,91 mm en T4.

El uso de hidrogel, particularmente en la dosis de 300 g. T2, mejoró significativamente la retención de humedad, el desarrollo radicular, la altura y el diámetro de los plántones, contribuyendo a una mayor calidad y vigor en la producción de plántulas. Estas mejoras, aunque no todas estadísticamente significativas, indican la potencialidad del hidrogel como estrategia para promover una producción forestal más eficiente y sostenible, especialmente en contextos de escasez hídrica y manejo ambiental desafiante.

Finalmente, se recomienda realizar estudios adicionales en diferentes especies y condiciones de cultivo, explorar nuevos tipos de envases y tecnologías para incrementar aún más la eficiencia en el manejo hídrico, promoviendo prácticas silvícolas con menor impacto ambiental y mayor sustentabilidad económica y ecológica.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El valle Central de Tarija, ubicado en el Departamento de Tarija al Sur de Bolivia, se encuentra seriamente afectado por acelerados procesos erosivos, que están deteriorando todo tipo de actividad agrícola y pecuaria. La gradual pérdida de suelo apto para el cultivo y la degradación de la vegetación, que carece de las condiciones mínimas necesarias de suelo y agua, no permite sustentar una adecuada productividad en los ecosistemas para la alimentación que demanda la actividad ganadera.

(Pertt, 2005)

El principal desafío que presenta el Valle Central, es la pérdida del suelo causado por el problema erosivo al que están sometidas las áreas del valle y montaña. Del total de las 342.246 has. del valle central, más del 43% es afectado por este fenómeno hídrico.

(Pertt, 2005)

El uso racional y eficiente del agua en el riego de cultivos es un factor que cada día toma mayor importancia. En este sentido emplear polímeros que permitan incrementar la capacidad de retención de agua del suelo, aprovechar mejor el agua de lluvia o riego y, paralelamente disminuir las pérdidas por filtración, contribuyen a mejorar la eficiencia en el manejo del agua, minimizar los costos y proteger los ecosistemas (Rojas de Gascue, y otros, 2004)

El uso del hidrogel en viveros es una alternativa más que se presenta, por las ventajas que le confieren sus características físicas y químicas, ya que posee la capacidad de almacenar grandes cantidades de agua permitiendo una hidroregulación en el cultivo, mejorando así la retención de agua en el suelo abastecido por la precipitación o por irrigación, reduciendo las pérdidas debido a la evaporación y a la filtración (Terry & Nelson, 1986)

La capacidad del hidrogel de absorber agua y proporcionarla lentamente a las raíces de las plantas mejora algunas características del suelo, tales como retención y disponibilidad de agua, aireación y disminución de compactación. Es utilizado en

diversos sectores, como la agricultura y la arquitectura paisajística, logrando reducir el consumo de agua hasta en un 50% (Plaza Medina, 2006)

El empleo de retenedores de agua en el campo forestal, aumenta la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo el desarrollo de las plantas. Al mezclar este polímero con el suelo se logra aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y también se consigue disminuir la evaporación de la misma. (Barreto Nila, 2011)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, la escasez de agua es uno de los retos más significativos que enfrenta la agricultura y la producción forestal. El cambio climático, el crecimiento poblacional y la expansión urbana están ejerciendo una presión constante sobre los recursos hídricos disponibles, afectando la productividad agrícola y la sostenibilidad de los ecosistemas. En este contexto, la eficiencia en el uso del agua se vuelve una necesidad imperante para garantizar la seguridad alimentaria y la conservación ambiental. Particularmente en sistemas de producción como los viveros, donde la propagación y desarrollo de plantas jóvenes demandan un manejo cuidadoso del agua para asegurar su supervivencia y calidad, la optimización del riego representa una oportunidad clave para impactar positivamente en la producción. Miles de millones de personas en todo el mundo siguen viviendo sin acceso a servicios de agua potable y saneamiento gestionados de forma segura. Los niveles de contaminación del agua son alarmantemente altos. Las prácticas ineficientes en el uso del agua son comunes. La escasez de agua es un problema creciente. La degradación de los ecosistemas relacionados con el agua continúa sin cesar. La gobernanza y la cooperación transfronteriza en materia de recursos hídricos son demasiado débiles, y todos los continentes sufren las consecuencias de una inversión insuficiente en infraestructura de agua y saneamiento. (ONU PROGRAMA PARA EL MEDIO AMBIENTE, 2024)

La escasez y contaminación de agua, así como el acceso desigual al agua potable en sus diversas regiones, son problemas por los que atraviesa Bolivia. En el chaco, los valles interandinos y el altiplano, la escasez de agua es un problema recurrente debido

a las condiciones propias de los ecosistemas que determinan bajas precipitaciones e incremento de la temperatura, lo que puede afectar tanto al abastecimiento de agua para el consumo humano como para la producción agropecuaria. La escasez de agua tiene diversas causas, que entre otros incluye: a) el Cambio Climático, que altera los patrones de precipitación, lo que lleva a sequías más frecuentes y prolongadas en algunas áreas, y además, el aumento de la evaporación y la pérdida de agua en los cuerpos de agua; b) la ampliación de la frontera agrícola, que altera los ecosistemas, destruye la biodiversidad y afecta las zonas de almacenamiento de agua; c) el crecimiento y urbanización poblacional, genera mayor demanda de agua y estas poblaciones muchas veces carecen de educación sobre el uso adecuado de este recurso. Estos aspectos fueron abordados en el foro nacional “Agua, Cambio Climático y Seguridad Alimentaria”, organizado por el CIPCA los días 27 y 28 de septiembre en la ciudad de Cochabamba, donde investigadores y expertos en estas temáticas presentaron datos actuales y proyecciones que posibilitaron mayor conocimiento al respecto y con base en esos conocimientos los representantes de todas las regiones de Bolivia reflexionaron y discutieron las políticas públicas actuales, las soluciones tecnológicas desarrolladas y propusieron una agenda estratégica hacia nuevas políticas públicas, que consideren las realidades de cada región y el protagonismo de los diversos actores involucrados. (Vargas, Mario, 2023)

Particularmente en el valle central de Tarija, región con clima templado, cálido y seco, y suelos erosionados y degradados, la producción forestal enfrenta condiciones difíciles donde la escasez de agua y la degradación del suelo comprometen el éxito de los viveros. El vivero forestal Las Barrancas, perteneciente al Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT), utiliza prácticas convencionales de riego y manejo que no maximizan la retención de agua en el sustrato, repercutiendo en la germinación, crecimiento y supervivencia de plántones de especies como el *Ulmus pumila* (olmo). Ante este contexto, se hace indispensable explorar e implementar tecnologías innovadoras, como el uso de hidrogel, que permitan mejorar la eficiencia del agua, favorecer el desarrollo de plántones resistentes y adaptados, y contribuir así a la rehabilitación de los paisajes forestales degradados en la región.

Por lo tanto, este estudio busca aportar evidencia científica y técnica para optimizar el manejo del agua en viveros forestales mediante la aplicación de hidrogel, con miras a mejorar el éxito productivo y ecológico de plantones en Tarija y regiones similares, fomentando prácticas sostenibles que respondan a los desafíos locales, nacionales y globales de conservación y producción forestal.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el vivero las Barrancas del PERTT está produciendo plantas con metodología tradicional, no haciendo un uso eficiente del agua en riego, para las diferentes especies forestales, para su posterior plantación en campo que sean adaptados al medio ambiente en forma adecuada y de esta manera el resultado de sobrevivencia sea mayor.

En fin, la importancia de este trabajo se enfoca en hacer un uso eficiente del agua aplicando hidrogel en la especie *Ulmus Pumila* para de esta manera obtener plantones bien aclimatados a su ambiente donde serán plantados, sanas y de buena calidad.

En este sentido, se hace necesario realizar una evaluación del crecimiento en viveros aplicando hidrogel, con el fin de obtener datos durante su desarrollo. Por otro lado, es necesario contar con información que permita planificar futuras producciones de plantones y después a ser implantados en lugares diferentes e inclusive en otras especies forestales. De la misma forma este trabajo sirva como fuente de información para los técnicos encargados del manejo de viveros. Por lo tanto, se justifica el presente trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la influencia de hidrogel en la germinación y desarrollo de plantones de *Ulmus pumila* a fin de contribuir al manejo óptimo del agua y nutrientes en el vivero forestal las Barrancas PERTT.

Objetivos específicos

- Evaluar la retención de humedad en tres dosis de hidrogel, bajo 2 periodos de riego en plantones de *Ulmus pumila* (Olmo) a través del porcentaje de retención de humedad, pesado de los envases de polietileno.
- Evaluar la eficiencia del Hidrogel en la germinación y desarrollo en plantones de *Ulmus pumila* (Olmo), a través del porcentaje de germinación y crecimiento en macetas de cría hasta lograr las características deseadas aptas para ser implantados.
- Evaluar la sobrevivencia y crecimiento de las plantas de la especie de *Ulmus pumila* (Olmo) a partir de la germinación.
- Se evaluará la semilla a través de un control interno de calidad de la semilla a través de la realización de pruebas de germinación, pureza, contenido de humedad, peso de 1000 semillas
- Se realizará las labores culturales necesarias
- Analizar los costos de producción de plantones con hidrogel

HIPÓTESIS

La incorporación de hidrogel en el sustrato para germinación y desarrollo de plantones de *Ulmus pumila* en viveros forestales mejora significativamente la retención de humedad del suelo, favoreciendo la germinación, el crecimiento y la supervivencia de las plantas en comparación con las prácticas tradicionales de riego sin hidrogel. Se espera que esta técnica aporte una solución eficiente y sostenible para optimizar el uso del agua en la producción forestal, promoviendo plantones más saludables y adaptados a las condiciones ambientales de Tarija, contribuyendo así a la restauración y conservación de los ecosistemas locales.