UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS,

PECUARIAS, FORESTALES Y VETERINARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



EVALUACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE HIDROGEL Y FRECUENCIA DE RIEGO EN UN SISTEMA AGROFORESTAL

Pasantía Para Obtener

el Título de Técnico Superior Forestal

DIEGO ALEJANDRO CHOQUE DELGADILLO

COCHABAMBA-BOLIVIA

2026

Resumen

La presente pasantía tuvo como propósito evaluar la dosificación de hidrogel y la frecuencia de riego en el establecimiento de un sistema agroforestal de manzano asociado con lavanda y romero, utilizando la técnica de hoyo mejorado. El estudio se desarrolló en las instalaciones de la Escuela de Ciencias Forestales (ESFOR-UMSS), Cochabamba, Bolivia, durante el periodo mayo-junio de 2026.

Se aplicaron tres dosis de hidrogel (0 g, 10 g y 20 g por hoyo) combinadas con diferentes frecuencias de riego (semanal, cada 13 días y dos veces por semana en el tratamiento testigo). Se evaluaron las variables de humedad del suelo, prendimiento, incremento en altura y diámetro del tallo durante 28 días de seguimiento.

Los resultados mostraron una tendencia favorable hacia el tratamiento con 10 g de hidrogel por hoyo y riego semanal, el cual registró los mayores niveles promedio de humedad disponible en el suelo (3,64 %), así como los mayores incrementos en altura (1,10 cm) y diámetro del tallo (0,67 mm), junto con un 100 % de prendimiento. La dosis de 20 g de hidrogel presentó menor respuesta, mientras que la frecuencia de riego cada 13 días generó mayor estrés hídrico. El tratamiento testigo sin hidrogel requirió mayor cantidad de agua para obtener incrementos de crecimiento inferiores.

Se concluye que existe una tendencia positiva en la combinación de 10 g de hidrogel por hoyo y riego semanal, integrada a la técnica de hoyo mejorado, para optimizar el uso del recurso hídrico y mejorar el establecimiento de plantas en sistemas agroforestales bajo condiciones de sequía y suelos degradados de los valles interandinos de Cochabamba. No obstante, se recomienda ampliar el periodo de evaluación para confirmar estos resultados.

Palabras clave: Hidrogel, frecuencia de riego, sistema agroforestal, hoyo mejorado, manzano, retención de humedad.

Abstract

This internship aimed to evaluate the dosage of hydrogel and irrigation frequency in the establishment of an agroforestry system with apple trees associated with lavender and rosemary, using the improved pit technique. The study was conducted at the facilities of the School of Forestry Sciences (ESFOR-UMSS), Cochabamba, Bolivia, during the period May-June 2026.

Three hydrogel doses (0 g, 10 g, and 20 g per pit) were applied in combination with different irrigation frequencies (weekly, every 13 days, and twice a week in the control treatment). Soil moisture content, survival rate, height increment, and stem diameter increment were evaluated over 28 days.

The results showed a positive trend toward the treatment with 10 g of hydrogel per pit and weekly irrigation, which recorded the highest average levels of available soil moisture (3.64 %), as well as the greatest increments in height (1.10 cm) and stem diameter (0.67 mm), achieving 100 % survival. The 20 g dose showed a lower response, while the irrigation frequency of every 13 days generated greater water stress. The control treatment without hydrogel required a higher volume of water to obtain lower growth increments.

It is concluded that there is a positive trend with the combination of 10 g of hydrogel per pit and weekly irrigation, integrated with the improved pit technique, to optimize water use and improve plant establishment in agroforestry systems under drought conditions and degraded soils of the inter-Andean valleys of Cochabamba. However, it is recommended to extend the evaluation period to confirm these results.

Keywords: Hydrogel, irrigation frequency, agroforestry system, improved pit, apple tree, water retention.

I. INTRODUCCIÓN

En Bolivia, los sistemas agroforestales representan una alternativa sostenible frente a los problemas de degradación de suelos, escasez hídrica y baja productividad agrícola, especialmente en las zonas de valles interandinos como Cochabamba. Estos sistemas permiten integrar especies arbóreas o frutales con cultivos agrícolas, mejorando la eficiencia en el uso del suelo, aumentando la biodiversidad y proporcionando múltiples servicios ecosistémicos (Stadler-Kaulich, 2014).

Sin embargo, uno de los principales factores limitantes en estos sistemas es la disponibilidad de agua, particularmente durante periodos de sequía o irregularidad de precipitaciones. En este contexto, el uso de tecnologías como el hidrogel ha cobrado relevancia debido a su capacidad de retener grandes volúmenes de agua y liberarla gradualmente hacia las raíces de las plantas, favoreciendo su establecimiento y desarrollo bajo condiciones de estrés hídrico (Barón Cortés et al., 2007; Romero, 2016).

En el departamento de Cochabamba, la Secretaría de los Derechos de la Madre Tierra de la Gobernación implementa programas de repoblamiento forestal para mitigar y prevenir los efectos del cambio climático en municipios de la región andina, valles interandinos y valles centrales, con el objetivo de incrementar la cobertura forestal en coordinación con las comunidades. No obstante, estos esfuerzos enfrentan limitaciones severas derivadas de la expansión de la frontera agropecuaria, la deforestación (principalmente para soja y ganadería), la sobreexplotación de leña y carbón, y especialmente la escasez hídrica agravada por el cambio climático.

Bolivia ha registrado un aumento de temperatura de aproximadamente 0,1 °C por década desde 1939, acompañado de un retroceso acelerado de los glaciares en los Andes tropicales (pérdida significativa de superficie desde la década de 1980). Este fenómeno reduce la disponibilidad de agua renovable, incrementa la frecuencia e intensidad de sequías y genera eventos climáticos extremos como heladas, granizadas e inundaciones (MMAyA, 2014; Ramírez et al., 2008). En los valles de Cochabamba, la precipitación es irregular y la evapotranspiración ha aumentado, lo que limita considerablemente el prendimiento y supervivencia de plantaciones forestales tradicionales como eucalipto y pino, especies que demandan grandes cantidades de agua.

Los sistemas agroforestales emergen como una alternativa viable y sostenible: combinan árboles maderables o frutales con cultivos o pastos, mejoran la estructura del suelo, reducen la erosión y optimizan el uso del agua mediante prácticas como la cobertura orgánica y el riego eficiente (Stadler-Kaulich, 2014). Dentro de estas prácticas, el hidrogel (polímero superabsorbente de potasio) constituye una innovación tecnológica importante. Este material puede absorber y retener grandes cantidades de agua, liberándola de forma gradual según la demanda de las plantas, lo que contribuye a reducir la frecuencia de riego y mejorar la supervivencia de plántulas en condiciones de estrés hídrico (Barón Cortés et al., 2007; Romero, 2016).

Para potenciar el establecimiento de las plantas en suelos secos, pedregosos y con baja capacidad de retención de humedad como los presentes en las instalaciones de la ESFOR-UMSS, en esta pasantía se implementó la técnica del “hoyo mejorado”.

Esta consiste en la excavación de hoyos de mayores dimensiones (60 cm × 60 cm × 60 cm), la incorporación de un sustrato enriquecido con materia orgánica, estiércol y lama, y la aplicación estratégica de hidrogel en el fondo del hoyo. Esta técnica busca aumentar la capacidad de retención de agua y nutrientes en la zona radicular, mejorar la aireación del suelo, mitigar los efectos de la pedregosidad y favorecer un mejor desarrollo radicular durante las etapas críticas de establecimiento de las plántulas. Por tanto, el presente trabajo de pasantía tuvo como objetivo la evaluación de la dosificación de hidrogel y la frecuencia de riego en un sistema agroforestal con manzano (*Malus domestica*) asociado a lavanda (*Lavandula angustifolia*) y romero (*Rosmarinus officinalis*), generando información técnica local que contribuya al manejo eficiente del agua y al establecimiento exitoso de especies en las condiciones específicas de los valles interandinos de Cochabamba.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dosificaciones de hidrogel y la frecuencia de riego de una plantación de manzano con hoyo mejorado en un sistema agroforestal, para optimizar el desarrollo y establecimiento de las especies vegetales.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la dosis optima de hidrogel que permita mejorar la retención de humedad en el suelo durante el establecimiento del sistema agroforestal
- Comparar el prendimiento y crecimiento inicial de la plantación de manzano bajo diferentes dosis de hidrogel y frecuencias de riego
- Evaluar la eficiencia del hidrogel bajo distintas frecuencias de riego en la disponibilidad de agua para las plantas e identificar la combinación optima de ambos factores

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....1
1.1. Objetivos.....3
1.1.1. Objetivo general.....3
1.1.2. Objetivos específicos.....3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....4
2.1.Sistema agroforestal.....4
2.2.Antecedentesde los sistemas agroforestales.....4
2.3. Antecedentes de los sistemas agroforestales en Bolivia.....5
2.4. Importancia de los sistemas agroforestales.....5
2.5. ¿Qué es el hidrogel?.....7
2.6. Antecedentes de uso del hidrogel.....7
2.7. La tecnología del hidrogel.....7
2.8. Uso del hidrogel en la agricultura.....8
2.9. Beneficios del hidrogel.....9
2.10. Dosis y aplicación del hidrogel.....10
2.11.Frecuencia de riego en cultivos.....11
2.12. Factores que influyen en la frecuencia de riego.....11
2.13.Técnica del hoyo mejorado en sistemas agroforestales.....12
2.14. Evaluación de los efectos de diferentes periodos de riego.....13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....17
3.1. Ubicación del área de estudio.....17
3.2.Materiales y Equipos.....18
Metodología.....18
3.3.1. Descripción del área de establecimiento de la parcela agroforestal.....18
3.3.2.Establecimiento del sistema agroforestal.....19
3.3.3. Variables a medir.....35
IV. RESULTADOS OBTENIDOS.....37
4.1. Determinación de la dosis óptima de hidrogel.....37
4.2. Comparación del prendimiento y crecimiento inicial.....43
4.3. Evaluación de la eficiencia del hidrogel.....50
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....56
VI. ANEXOS.....58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos del polígono del área de estudio.....19
Tabla 2. Composición del sustrato utilizado.....22
Tabla 3. Cantidad total de hidrogel seco y agua de hidratación necesarios.....27
Tabla 4. Diseño de campo.....27
Tabla 5. Tratamientos agrupados en bloques.....28
Tabla 6. Datos del polígono de estudio.....34
Tabla 7. Variables de estudio.....3