



UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO



ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

Efecto de dos dosis de hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo del pino (*pinus radiata*) plantados en épocas de baja precipitación- región anchash

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRONOMO

AUTOR

Bach. Julio Cesar Perez Vega

ASESOR

Ing. Jorge Zeña Callacna

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

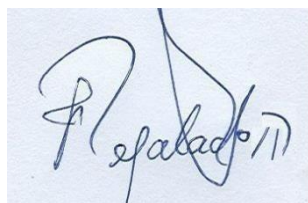
TESIS

Efecto de dos dosis de hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo del pino
(*pinus radiata*) plantados en épocas de baja precipitación-región anchash

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:



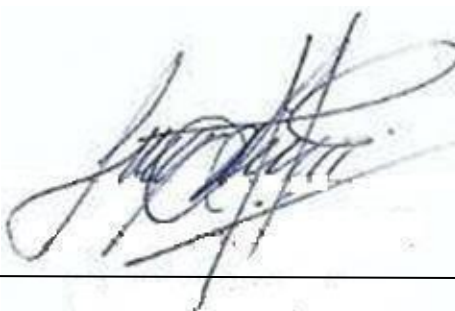
PRESIDENTE DEL JURADO
Dr. Francisco Regalado Díaz



SECRETARIO DE JURADO
Ing. Roso Pasache Chapoñán



VOCAL DEL JURADO
Ing. Rodil Leodán Córdova Nuñez



PATROCINADOR
Ing. Jorge Zeña Callacna

DEDICATORIA

CON TODO MI AMOR A MIS PADRES

Fanig Hortencia Vega Torres y Gilberto Pérez Cotrina por haberme dado la vida, quienes han sido fuente de inspiración y fortaleza en los tiempos difíciles, a su enorme esfuerzo realizado y haberme brindado su confianza, así como su comprensión y hacer de mí una persona de bien.

A MIS ADORADOS HERMANOS

Melissa Katherine, Manuel Alonso y Lynda Stephany; Por su compañía, apoyo incondicional, por todos los momentos felices que pasamos y por todo su cariño que me dieron, estoy muy agradecido por el tiempo que me brindan y por brindarme sus sabios consejos.

A MIS ABUELOS, TIOS Y PRIMOS

Por sus consejos que me guiaron por el buen camino y por todos sus consejos que me inspiraron a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la dicha de ser parte de este mundo, el cual me ha permitido tener triunfos y levantarme de derrotas que han dejado huellas, y por la gracia de sabiduría en mi camino, por su amor bondadoso y paciencia que me ha tenido durante todo el tiempo, me ha guiado encontrar el camino correcto logrando mi sueño anhelado.

A mi universidad Alma Terra Mater Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por su hospitalidad que me hizo sentir como en casa y darme la oportunidad de capacitarme dentro de la carrera de Agronomía.

Al Ing. Jorge Zeña Callacna por su valioso apoyo incondicional, por tenerme paciencia, por su disponibilidad del tiempo en su asesoría, y por compartir conmigo sus conocimientos en esta tesis.

A los profesores del Departamento de Agronomía por compartir sus conocimientos y habilidades de estudios y formación académica.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos dosis de hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo de *Pinus radiata* plantados bajo condiciones de baja precipitación. El experimento fue establecido en junio del 2019 en el sector Gollutush a 4000 m.s.n.m., CP. de Chichucancha, departamento de Ancash; el diseño de la plantación fue en marco real con espaciamiento entre planta de 3x3 metros; se utilizó un diseño experimental completamente al azar en donde se evaluaron 48 plantas, los tratamientos aplicados fueron 50 kg/ha de hidrogel (T1), 100 kg/ha (T2) y el testigo (T0), para los tratamientos T1, T2 y T0 se utilizaron 16 plantas por tratamiento.

La evaluación del estudio tuvo una duración de 4 meses, en donde se evaluó la mortandad y el crecimiento de la planta (diámetro y altura). Se realizó un análisis de varianza mediante el programa **infostat** 2018 donde mostró que a los 4 meses de haber sido establecida la plantación si hubo diferencia significativa entre los tratamientos aplicados.

De acuerdo a los tratamientos aplicados se observó que en donde se aplicó 50 kg/ha de hidrogel hubo mayor sobrevivencia y desarrollo que en las dosis 100 kg/ha y testigo 0kg/ha; si hubo diferencia significativa

Palabras Clave: Sobrevivencia, Desarrollo, Baja Precipitación, Hidrogel, Suelos, Pinos

ABSTRACT

The purpose of this work was to evaluate the effect of two doses of hydrogel on the survival and development of *Pinus radiata* planted under low precipitation conditions.

The experiment was established in June 2019 in the Gollutush sector at 4000 meters above sea level, CP. from Chichucancha, department of Ancash; The design of the plantation was in a real frame with a spacing between plants of 3x3 meters; A completely randomized experimental design was used where 48 plants were evaluated, the treatments applied were 50 kg/ha of hydrogel (T1), 100 kg/ha (T2) and the control (T0), for treatments T1, T2 and T0, 16 plants were used per treatment.

The study evaluation lasted 4 months, where mortality and plant growth (diameter and height) were evaluated. An analysis of variance was carried out using the infostat 2018 program which showed that 4 months after the plantation was established there was a significant difference between the treatments applied.

According to the treatments applied, it was observed that where 50 kg/ha of hydrogel was applied, there was greater survival and development than in the 100 kg/ha and 0 kg/ha control doses; if there was a significant difference

Keywords: Survival, Development, Low Precipitation, Hydrogel, Soils, Pines

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia del estudio

El agua es un elemento importante para la vida y sin este elemento la vida sería difícil por no decir imposible. Expertos señalan que las especies forestales consumen más agua que las especies de vegetación nativa, y que especialmente las especies exóticas y de rápido crecimiento como los pinos agravan el problema de escasez de agua en las épocas de estiaje.

La estación lluviosa es cada vez más escasa como consecuencia del cambio climático provocado por emisiones de gases contaminantes de origen industrial, vehicular y la combustión de derivados de petróleo que además genera una mayor evaporación del agua de las reservas en la superficie. Esto sumado a la mayor contaminación con metales pesados en los ríos la quema y tala de bosques que disminuye la retención del agua en el suelo provoca un acelerado proceso de pérdida de nuestras reservas de agua dulce.

El Hidrogel (poliacrilato de potasio) es un material polimérico entrecruzado en forma de red tridimensional de origen natural o sintético. Se expande en contacto con el agua formando materiales blandos y elásticos, y que retienen una fracción significativa de la misma en su estructura sin disolverse (Rojas de Gascue, 2006). Se pretende que este innovador producto ayude principalmente Contribuir al conocimiento de la aplicación del hidrogel en el área forestal, principalmente donde las precipitaciones se dan de manera concentrada por periodos de corta duración pero de manera intensa por lo que el suelo va sufriendo procesos de degradación erosiva, para lo cual se ha planteado como objetivo determinar la sobrevivencia y crecimiento del pino en épocas de baja precipitación, en el sector Gollutush a 4000 msnm CP . de Chichucancha, departamento de Ancash.

En plantaciones forestales, el hidrogel retrasa el punto de marchitamiento de la planta, puede absorber la lluvia en el campo y así continuar con el establecimiento de estas especies, en zonas con baja precipitación y/o las sequias que se presentan a veces muy prolongadas A parte de esta cualidad de retener agua entre otras propiedades cuenta con un bajo índice de

erosión, controla la porosidad entre otras, siendo la mejor forma de optimizar el uso del agua en cualquier tipo de planta con el propósito que el suelo retenga humedad y la planta la aproveche para su crecimiento y sobrevivencia.

En nuestro país lamentablemente existe poca información de estas nuevas tecnologías aplicables a los cultivos agroforestales, el desconocimiento sobre la utilización de los retenedores de agua genera que en el campo estos sean prácticamente desconocidos en lo referente a la eficiencia de conservar vivas a las plantas en época de escasez de lluvia.

Tomando en cuenta estas consideraciones el uso de estos retenedores podría ser una solución en ciertas partes de nuestro país; especialmente en lugares donde existe más sequía y erosión del suelo por la deforestación y la sobreexplotación del mismo, haciendo que la agricultura sea prácticamente imposible.

1.2. Planteamiento del problema

Rojas (2006) la aplicación del hidrogel en plantaciones de especies de forestales no ha sido estudiada suficientemente, por lo que la información no es muy contundente en cuanto al tipo de producto, dosis óptima, rendimiento, eficiencia y otros conocimientos que son necesarios determinar para tener mayor dominio de esta técnica; la mayoría de los estudios se han realizado en algunos cultivos agrícolas donde se han obtenido buenos resultados en la retención de humedad.

Sandoval (1998) en lugares donde hay baja precipitación es necesario buscar alternativas como es el caso de aplicación de hidrogel con el propósito que el suelo retenga humedad y la planta la aproveche para su crecimiento y sobrevivencia.

1.3. Objetivos de estudio

Objetivo General

- Evaluar el comportamiento del *Pinus radiata* aplicando retentores de agua, para determinar la sobrevivencia y crecimiento en épocas de baja precipitación, en el sector de Chichucancha, departamento de Ancash

Objetivos Específicos

- Evaluar la sobrevivencia del *Pinus radiata* aplicando 2 dosis de poliacrilato de potasio 50 y 100 Kg/ha en condiciones de baja precipitación.
- Evaluar el crecimiento del *Pinus radiata* aplicando 2 dosis de poliacrilato de potasio 50 y 100 Kg/ha en condiciones de baja precipitación.
- Determinar el óptimo económico de la aplicación de poliacrilato de potasio por ha. En épocas de baja precipitación.

1.4. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀):

La aplicación de hidrogel en la plantación de *Pinus radiata* no causa mayor sobrevivencia y crecimiento.

Hipótesis alternativa(H₁):

La aplicación de hidrogel en la plantación de *Pinus radiata* causa mayor sobrevivencia y crecimiento estadísticamente.

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de aplicación de hidrogeles en la agricultura.

Gómez (2014) en plantaciones forestales, el hidrogel retrasa el punto de marchitamiento de la planta, puede absorber la lluvia en el campo y así continuar con el establecimiento de estas

especies, en zonas con baja precipitación y/o las sequías que se presentan a veces muy prolongadas

Martínez (2014) al mezclar el hidrogel con el suelo se logra aprovechar mejor el agua de lluvia o riego. Para contribuir al aprovechamiento de la humedad se evaluó el efecto de un polímero sintético, mezclado con sustrato en la germinación y desarrollo de *Pinus gregii* Engel. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, se evaluaron las variables de germinación, sobrevivencia, altura y diámetro de la planta. Los resultados fueron en germinación el mejor tratamiento fue el T2 y T3 con el 97 %. En sobrevivencia el mejor tratamiento fue el T4, lo cual el uso de hidrogel con altas dosis provoca la muerte de la planta. En altura el tratamiento que presentó mayor incremento fue el T3 en promedio 11.2 cm.

SACSA (2014) el hidrogel tiene mejores aplicaciones es en la agricultura ya que más de 90 % de la humedad es absorbida por este material dejándola disponible para la planta. El agua se va proporcionando lentamente a la planta, el hidrogel separa las partículas del suelo, abriendo y des compactando el suelo o materia nutritiva en la que crece la planta, el tamaño de las partículas del suelo determina la cantidad de agua que se retiene: las partículas más pequeñas tienen mayor capacidad de atracción y retención de agua, por lo tanto, mientras más pequeño sea el tamaño de las partículas más fuerte será la retención de agua.

Flor de Planta (2014) el hidrogel tiene la propiedad de presentarse en forma de cristales o gránulos sólidos cuando están secos, que al momento de ser mojados se hinchan y adquieren un aspecto gelatinoso. Hay que tener en cuenta que el tamaño de esas moléculas influirá en la liberación del agua.

Rubira (2013) también mencionan que los cristales del gel es un producto de tecnología renovada aplicada a la agricultura, frutales, huertas, plantaciones forestales, para las condiciones donde el agua de la lluvia está mal distribuida durante el año o existe irregularidad

por motivos climáticos, es un producto a considerar sus innumerables aplicaciones donde el problema sea la falta de agua en ciertos periodos productivos.

Planta mejor (2013) el hidrogel tiene aplicación en la agricultura, invernaderos y viveros, el sector forestal y la arquitectura paisajista puede reducir el uso de agua hasta en más del 50%.

Tornado (2012) menciona que el hidrogel es un retenedor, especialmente adecuado para aplicarse en: suelos arenosos, taludes y pendientes, ajardinamiento en terrazas, revegetación y recuperación de suelos degradados y contaminados, recuperación de vertederos y de minas además el hidrogel tiene la capacidad de retener agua de lluvia o riego. El hidrogel retrasa el punto de marchitamiento y por lo tanto hace posible que ciertas plantas se conserven mientras se espera para el régimen de agua.

Barreto (2011) en la Tesis evaluación del efecto de retenedores de agua en el establecimiento y crecimiento inicial de *Juniperus fláccida* Schlta. et al en Ixcateopan, Gro, en donde utilizo 60 gramos de hidrogel, recomienda utilizar el retenedor Terra Sorb Hidrogel, ya que mostró mayor sobrevivencia y crecimiento.

Villarreal (2011) describe el manejo y beneficios de la aplicación del Hidrogel, puede ser aplicado mezclándolo con fertilizante. Al momento de la siembra, se coloca la mezcla de hidrogel con fertilizante en el fondo del hoyo; el producto puede aplicarse seco o hidratado. Las siembras se pueden realizar en diferentes tipos de suelo (desde arcillosos hasta arenosos).

Los beneficios que se obtienen en esta aplicación son: Incremento de supervivencia, reducción de resiembra, sembrar en época de sequía.

Estrada R. (2010) a través de su estudio sobre hidrogeles y su potencial aplicables a la agricultura, llega a la conclusión de que "...al modificar los hidrogeles con nanotubos de carbono, aumenta la eficiencia en la absorción de agua, además la liberación de agua no es constante, se hace de manera gradual conforme al paso del tiempo de exposición al calor, por

lo tanto, esta manera de liberar agua de los hidrogeles los hace ideales en la agricultura, ya que el agua se puede aprovechar más eficientemente al irse liberando poco a poco..."

Universidad Nacional Abierta a Distancia, UNAD, (2009) la disponibilidad del recurso hídrico en los procesos de producción agroforestales (Agricultura y plantaciones forestales) debe ser considerado como crítico ya que, durante el mismo las plantas, para rendir cosechas altas u óptimas, o para que se establezcan en las plantaciones forestales, necesitan una aportación constante de agua, fácilmente disponible en la rizófora

Anderson, S. (2009) manifiesta que los retenedores de agua favorecen el desarrollo de las plantas cuando carecen de precipitación suficiente, ya que absorben y retiene grandes cantidades de líquido y nutrientes cuando se aplican en el suelo o en cualquier otro medio de crecimiento.

Ramos (2009) mencionan que el hidrogel se utiliza para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo y para espaciar las frecuencias de riego. El hidrogel no tiene efectos sobre las características físicas del agua ni sobre la porosidad total del suelo, pero sí sobre la retención de agua (aumentándola) y la capacidad de aireación (disminuyéndola). Absorben agua durante el riego y la liberan a medida que el suelo se seca alrededor del polímero, constituyendo una reserva hídrica que permite aprovechar mejor el agua de lluvia y disminuir las frecuencias de riego.

IdeaCOM International, (2009) más de 90% de la humedad absorbida por los cristales es disponible para la planta. En Mezclas de sustrato no hay otro componente que retenga esta cantidad de agua y la proporcione lentamente a la planta. A consecuencia de la expansión y contracción de los cristales, el producto separa las partículas del suelo, abriendo y descompactando el sustrato. La aireación es el intercambio de gases en el espacio ubicado entre las partículas del sustrato. El dióxido de carbono, que es generado por las raíces en crecimiento y los microorganismos del suelo, sale por este espacio. Por otro lado, el espacio posibilita la

entrada de oxígeno al suelo, lo que es indispensable para el desarrollo y crecimiento de las raíces.

Ramos (2009) una mezcla de hidrogel con suelo logra aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y también se consigue disminuir su evaporación, estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Además, la utilización de polímeros mejora la estructura del suelo y de la aireación del mismo.

Hidrosorb (2009) en el Desierto de Sechura. en la región norte del Perú. Las temperaturas van de 40 a 50 °C, casi todo el año, y con precipitación pluvial casi nula. Las semillas se plantaron con producto pre-hidratado, en dosis de 10 y 20 g. por planta. Se regaron cada 10 días, con un litro de agua cada una. Las plantas testigo tenían un reservorio de agua cubriéndolas, para protegerlas de las tormentas de arena y de la sequía extrema del ambiente. Las plantas con el producto lucen más vigorosas y sanas y no se necesitan los reservorios. La tasa de supervivencia: 95% contra 87% de mortalidad de los testigos.

Barón (2007) estudio el uso de hidrogel y su efecto en las propiedades hidráulicas de suelos arcillosos para sistemas agroforestales y establecieron la opción del hidrogel como una alternativa válida para la conservación de agua en el suelo, mejorando sus propiedades de retención y liberación.

La retención de humedad por parte del hidrogel es benéfica, ya que, en el intervalo de desarrollo de las plantas, los suelos absorben y liberan mayor cantidad de agua significando alivio energético para las plantas.

También mencionan que las condiciones donde es importante la velocidad de retención de agua y el poco tiempo de acceso a fuentes de agua, son convenientes los retenedores de este líquido. La mayor retención de agua en el suelo por el acondicionamiento con hidrogel permite sobrevivir a las especies forestales ante condiciones de sequía. El primer indicio de

marchitamiento se retrasa hasta en un 400% para especies forestales y para sequías prolongadas, la cantidad de plantas marchitas desciende en un 250%.

Rico V. S. (2006) en relación a la lluvia sólida, indica que: "... la lluvia sólida es un sistema de riego que a diferencia de otros como el de goteo y cintillo, es el único que emplea agua en estado sólido; los resultados son extraordinarios por que la raíz se mantiene húmeda por varios meses, y se rehidrata en repetidas ocasiones con las precipitaciones. El agua de lluvia se adhiere al gel localizado en las raíces de las plantas y éste se humedece lo suficiente para que aproveche el agua necesaria, por tanto, no hay desperdicio ya que el agua no se infiltra al subsuelo, ni se evapora. "La cualidad de la lluvia sólida de no perderse por filtración al subsuelo lo hace ideal para sembrar en zonas áridas, áreas de baja precipitación y en parcelas sin riego.

Rojas et al., 2006. Una de las estrategias para aumentar el éxito de las plantaciones forestales es el empleo de hidrogel en el campo forestal, la cual 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

Trujillo, N. (2003) señala que es importante que los retenedores de agua puedan ser aplicados secos o hidratados siempre en la zona radicular al establecer el cultivo, su uso superficial no tiene ningún efecto. Este producto se puede aplicar en cualquier clase de cultivo dado que actúa sobre los sistemas radiculares, pero resulta más efectivo en aquellas zonas de menos precipitación o con sequías recurrentes. Se aplica en plantaciones forestales, frutales, cultivos anuales en surcos, camas hidropónicas, cultivos bajo invernadero.

Trujillo N. (2003) manifiesta que los retenedores se ofrecen en el mercado bajo distintos nombres y calidades, entre los que podemos citar: silos de agua, Hidrokeeper, hidrogel, agua sólida, polímeros, acuagel, entre otros. Estos productos tienen la capacidad de absorber el agua convirtiéndose en formas de geles separados que absorben y entregan la reserva cuantas veces sea necesario por un periodo de 5 años.

Tupi, A. (2002) en la investigación realizada en la fertilización inicial del *Pinus radiata* en Argentina se obtuvo una altura de 31 cm promedio, un diámetro basal promedio de 5.68mm y una sobrevivencia del 89% a los cinco meses de realizada la investigación, en comparación a los cinco meses que se realizó las mediciones se obtuvo una altura de 35.70 cm y un diámetro basal de 5.71 mm, lo que nos permite determinar que la relación del uso de fertilizantes con retenedores en diferentes países pueden ser similares..

Freitas (2002) mencionan que el uso de hidrogel en el campo de la agricultura pone de manifiesto el beneficio de este polímero como acondicionador del suelo, mejora las propiedades físicas e hidráulicas, es un buen retenedor de agua en el suelo, ayuda a la disminuir la lixiviación de nutrientes, aumenta la capacidad de intercambio cambio catiónico, mejora la disponibilidad de agua para las plantas y se obtiene un efecto positivo en el cultivo.

Cerdeira (2000) una propiedad característica del hidrogel es la capacidad de hincharse y aumentar su volumen por absorción de agua y sustancias disueltas en ella, cuando entra en contacto con el agua, forma polímeros entrecruzados con una estructura 3D.

Nissen y Ovando (1999) evaluaron el efecto de un hidrogel humectado aplicado a las raíces de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi* durante el trasplante utilizando cinco intervalos de espera (luego de la extracción) para la plantación por especie. Concluyeron que, en los tratamientos con hidrogel, *Nothofagus dombeyi* obtuvo mayores valores que en aquellos en los que no se usó el producto. Observaron que, al no utilizar el hidrogel, se obtiene un porcentaje significativamente menor de sobrevivencia (66.7%), en la plantación más tardía.

Terra-sorb (1989) la aplicación del hidrogel a una dosis de 12 kg/ha en el cultivo de tomate, incrementó el rendimiento total y la calidad de fruto un 20% respecto al testigo (25% y 14% en el primer y segundo cortes, respectivamente). Además de incrementar el rendimiento, Terra-Sorb acortó el número de días de maduración del fruto y redujo los requerimientos de agua de riego ahorra agua de riego y minimiza la lixiviación de fertilizantes. En este ensayo con la aplicación del hidrogel incrementó el rendimiento de tomate hasta 9 ton/ha.

Doane, (1984) se ha llegado a concluir que el hidrogel aumenta la producción agrícola, reduce las pérdidas del cultivo, conserva el agua, reduce los costos laborales y beneficia a los agricultores, silvicultores, operadores del invernadero, los conservacionistas y otras personas interesadas en el cultivo de plantas.

2.2. Origen y utilización del hidrogel

Acuagel (2011) un hidrogel tiene la propiedad de absorber agua cientos de veces su peso y la proporciona paulatinamente a las raíces de todo tipo de plantas además mejora las características del suelo, reduce la falta de hierro, mejora el contenido bacteriano y de microflora del suelo, adecuando las condiciones del desarrollo de las plantas.

Martínez (2009) los hidrogeles son polímeros entrecruzados, pero poseen una alta capacidad de hidratación que se manifiesta en un apreciable cambio de volumen; de allí que una característica sea su grado de hinchamiento. Los grupos hidrófilos presentes a lo largo de las cadenas del polímero, permiten la interacción de éste con las moléculas de agua del medio, formando así gran cantidad de enlaces de tipo puente de hidrógeno en toda la estructura.

Sandoval (1998) menciona las distintas formas de aplicación las cuales son:

1. Como un recubrimiento para la semilla en la germinación.
2. Añadiéndole al medio de cultivo en forma seca, expandido o hidratado.
3. Distribuido seco sobre la superficie antes de plantar o sembrar.
4. Como gel para el transporte de raíces, tubérculos y semillas.
5. En la plantación de árboles en las cuales los periodos de riego o lluvia sean prolongados

Sandoval (1998) un polímero debe reunir las siguientes características

1. Estabilidad: presentar resistencia a la degradación química y biológica.
2. Capacidad de almacenar agua y ponerla a disposición de la planta.
3. Durabilidad: su efectividad debe ser por varios años (4 a 5 años)

2.3. Efectos residuales del hidrogel

Jasso y Plascencia (1992) mencionan que los retenedores (hidrogel) al ser aplicados al suelo no se consideran contaminantes al ambiente, debido a las siguientes características:

- a) Poseen un pH neutro.
- b) No es toxico, ni contamina el suelo, agua u organismos.
- c) En su descomposición no hay residuos tóxicos.
- d) No es volátil y es biodegradable.

Trujillo (2009) ventajas al utilizar hidrogel en el establecimiento de plantaciones.

1. Permite un mejor crecimiento de la planta en regiones de escasa precipitación.
2. Permite el cultivo de la tierra bajo condiciones extremas de clima y suelo.
3. Provee a las plantas de un suplemento regular de humedad.
4. Reduce los ciclos de irrigación y las cantidades de agua utilizada.
5. Reduce al menos un tercio la pérdida de nutrientes en el suelo.
6. Incrementa las reservas de agua de los suelos por muchos años.
7. Mejora la ventilación de suelos compactos, al hidratarse mejora la circulación de aire.
8. Mejora la retención de humedad en suelos arenosos.
9. El fertilizante está más tiempo, gracias al efecto retardado de liberación.
10. El precio del producto es accesible, constituyen un valor adicional a la estructura tradicional de costos de la reforestación, sin embargo, por los beneficios del producto y la disminución de la tasa de mortalidad, resulta económica su aplicación.

2.4. Consideraciones importantes respecto a las plantaciones forestales

Prieto (2009) la altura de las plantas debe definirse en función de las características del sitio de plantación, en general se considera que en coníferas el rango debe fluctuar entre 15 y 20 cm; sin embargo, especies con crecimiento cespitoso en sus etapas iniciales de vida, como *Pinus engelmannii*, *P. devoniana* (*P. michoacana*) y *P. montezumae*, tienen menor crecimiento en

altura, ya que las plantas tienden a crecer más en diámetro que en altura, por lo que la planta sale del vivero con menos de 15 cm.

Carrillo et al. (1998) la calidad de la planta no está determinada únicamente por factores morfológicos y fisiológicos sino que también se involucra el manejo que reciba en el vivero, transporte a las áreas de plantación y también la forma de producción , ya que una planta producida en cepellón al momento de plantación toleran mejor las condiciones climáticas variables, y esto resulta favorable para que pueda existir un mayor porcentaje de sobrevivencia (77%), mientras que las plantas que se producen a raíz desnuda disminuye la sobrevivencia (70%), como el resultado de mayor estrés ocasionado por factores climáticos adversos.

Pardos y Montero (1997) el empleo de planta de calidad, asegura en mayor medida el éxito de las plantaciones o reforestaciones, dicha calidad viene definida a través de una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos que tratan de caracterizar a la planta en el momento de su establecimiento y que permitirán un seguimiento más controlado de su comportamiento en el campo.

Learcher (1977) la probabilidad de supervivencia de una especie en un lugar determinado es tanto mayor, cuanto mayor sea la resistencia de las partes vitales más importantes de las plantas contra los factores ambientales, cuando mejor se recupere en los daños sufridos y cuando sea menor el peligro por excesos climáticos que se produzca regularmente.

2.5. . Clasificación taxonómica del Pino (*Pinus radiata*)

Descripción Botánica

Brows citado por Martínez M (1992) dice que hay una variedad de *Pinus radiata* y que se denomina *Pinus radiata binata*. En esta variedad las hojas están en fascículos de 2 y sus conos son pequeños; y que en la especie *P. radiata* D. Don., se encuentran en fascículos de 2 y 3.

Sistemática

- Clase Coníferas
- Orden Coniferales
- Familia Pináceas
- Género Pinus
- Especie *Pinus radiata* D. Don

Distribución geográfica

Pinus radiata es una especie original de California. Se desarrolla en casi cualquier suelo, pero prefiere suelos silíceos y muy profundos. Prefiere climas templados o cálidos, puesto que no soporta inviernos muy fríos, pero soporta hasta temperaturas ocasionales de hasta -12°C. En cuanto a las precipitaciones el óptimo para la especie es de 800 a 1700 mm anuales, por otro lado, puede tolerar hasta 4 meses de sequía estival.

Zeaser, D (1989), Jongsma, W (1997). Indican que esta especie no tolera heladas severas, poca presencia de niebla y vientos, no crece en áreas que tienen una estación muy seca y caliente, prefiere climas desde seco hasta transición a húmedo, con una estación seca marcada en julio hasta agosto. Sin embargo, el *Pinus radiata* es más resistente a la sequía que *Pinus patula* y en sitios comparables pueden dar un rendimiento superior al 30% en volumen. Se ha identificado que la temperatura promedio óptima del suelo es de 12°C

Cozzco, (1976). Citado por Galloway (1986) manifiesta que el *Pinus radiata* crece mejor en suelos sueltos, profundos (por lo menos 60 cm), bien drenados y ricos. No tolera los suelos encharcados, prefiere suelos bien drenados, de textura-franco-arenosa y algo ácidos, situados preferentemente sobre laderas o fondos de valle. Por lo tanto, no se adaptan a suelos compactos, muy arcillosos, mal drenados y superficiales, pero si tolera los moderadamente pedregosos.

Las mayores plantaciones están en Chile y Nueva Zelanda, donde estas exceden el 60 % de la superficie total de plantación.

2.6. Uso del pino

La Empresa Comaco Forestal, (2010) considera que la madera de *Pinus radiata* posee cualidades técnicas que la hacen muy apetecida en la industria de la celulosa, donde resulta muy atractiva por su fibra larga; se utiliza en la fabricación de cartones, cartulinas y papeles de resistencia, así también, su uso se ha difundido extensamente en la construcción de casas y en la industria maderera para la elaboración de tablas, tableros diversos, muebles, embalajes y otros productos.

2.7. Clima de Chichucancha

Climate-Data.Org,2018. El clima es tundra y hay temperaturas muy bajas, incluso durante el mes más caluroso del año. Esta ubicación está clasificada como ET por Köppen y Geiger. La temperatura media anual en Chichucancha se encuentra a 7.9 °C. En un año, la precipitación media es 790 mm.

La precipitación varía 134 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. La variación en la temperatura anual está alrededor de 1.8 ° C.

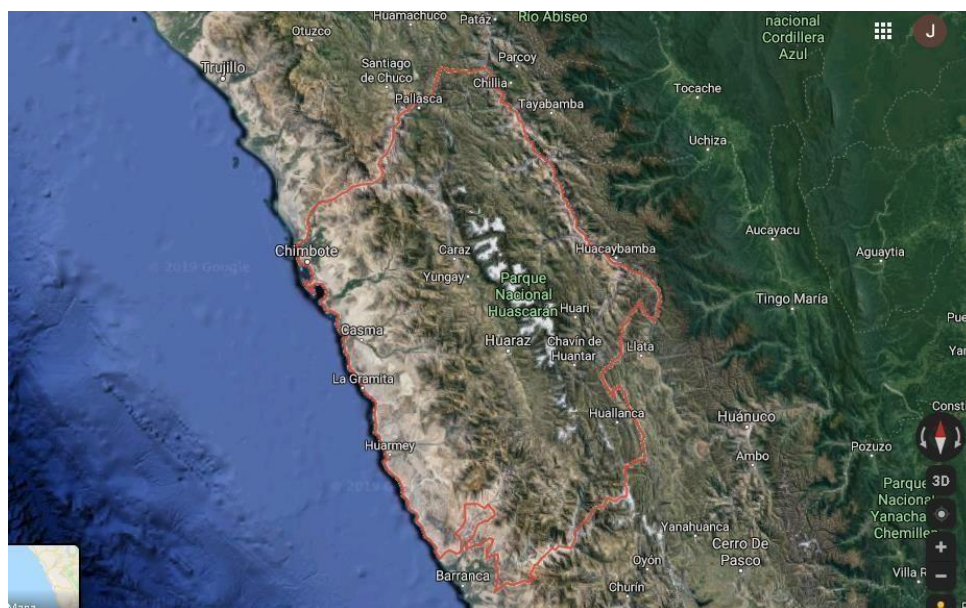
3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área experimental

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Sector Jato, C.P de Chichucancha, Distrito de Chavín de Huántar, Provincia de Huari, Departamento Ancash., como se muestra en la Figura 1, Figura 2 y Figura 3, En terrenos de la comunidad área Gollutush.

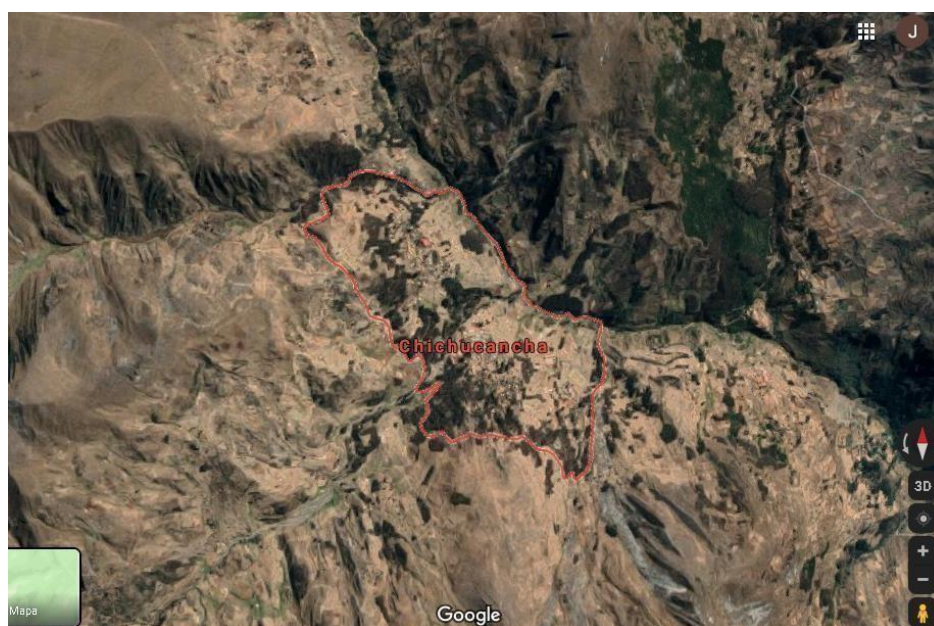
Figura 1 Ubicación geográfica de la Región Ancash.



Se ubica en las coordenadas geográficas 9° 34' 48.9" de latitud Norte y 77° 13' 46.4" de longitud Oeste, con una altitud de 4000 m.s.n.m.; dentro de los meses de junio a octubre del 2019.

Figura 2

Ubicación geográfica del centro poblado Chichucancha y el área Gollutush



Comunidad de Chichucancha a 4 000 m.s.n.m.

Figura 3

Ubicación Fotográfica del lugar insitu donde se instaló el proyecto.



Hermoso nevado que nos acompañó en la travesía

3.1.2. Suelos

Son suelos coluviales, desarrollados a partir de una mezcla de materiales procedentes en su mayor parte de calizas, areniscas, lutitas y, en menor grado, cuarcitas. Se les encuentra situados en laderas de fuerte inclinación, comprendidos dentro del sistema montañoso que exhibe el área estudiada. El relieve topográfico es bastante irregular, ondulado a' quebrado y con pendientes de 15 - 70 %. Presentan drenaje bueno a algo excesivo, sin restricciones en la masa interna, pero con escorrentía superficial rápida. Se encuentran moderada a extremadamente afectados por los procesos hidro-erosivos. Presentan abundante cantidad de fragmentos gruesos tanto en la superficie como en la masa interna.

3.1.3. Clima y Precipitación

El clima es tundra y hay temperaturas muy bajas, incluso durante el mes más caluroso del año. Esta ubicación está clasificada como ET por Köppen y Geiger. La temperatura media anual en Chichucancha se encuentra a 7.9 °C. En un año, la precipitación media es 790 mm.

Tabla 1.

Temperaturas (°C) Máxima, Mínima, Media; y Precipitación (mm) registradas en Chichucancha-Ancash, 2018.

Descripción	Ene Feb		Mar		Abr	May	Jun	Jul	Ago. Sep.		Oct	Nov Dic	
T° media (°C)	8.5	8.4	8.4	8.5	7.6	6.7	6.8	7	7.9	8.2	8.4	8.3	
T° min. (°C)	2.6	3.1	2.8	2.1	0		-2.3	-2.9	-2.3	-0.4	0.8	1.4	1.4
T° máx. (°C)	14.5	13.8	14.1	14.9	15.2	15.7	16.5	16.4	16.2	15.6	15.4	15.3	
Precipitación (mm)	113	126		86	36	4	4	8	25	78		138	79
93													

La precipitación varía 134 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. La variación en la temperatura anual está alrededor de 1.8 ° C.

3.2. Procedimiento experimental.

3.2.1. Obtención de la planta

Se dispuso de 48 plantas de 4 meses de edad las cuales fueron producidas en el sistema tradicional, en bolsas de polietileno de color negro con dimensiones de 10x 20 cm; las cuales fueron obtenidas del vivero forestal del proyecto de reforestación Chichucancha, de la región Ancash.

3.2.2. Preparación del terreno

Para el establecimiento del experimento fue la preparación del terreno. Lo cual se realizó la limpia y hoyado del terreno con palanas y barretas.

3.2.3. Trazado de la plantación

Una vez realizada la limpia, se procedió a trazar las líneas con ayuda de cintas métrica. El diseño de plantación que se utilizó fue de manera triangular y el espaciamiento entre plantas fue de 3x 3 m., se procedió abrir los hoyos con la ayuda de una barreta. La dimensión del hoyo cilíndrico fue de 40 cm de profundidad por 40 cm de diámetro.

3.2.4. Pesado del hidrogel

Se pesaron 50 gr y 100 gr de hidrogel con una balanza analítica para tener más precisión y estas fueron colocadas en vasos pequeños; en total fueron 16 dosis por cada tratamiento.

3.2.5. Establecimiento de la plantación

Se procedió a trasladar las plantas del vivero a la parcela experimental. Se realizó la plantación retirando cuidadosamente las bolsas de polietileno de las plantas, se mezcló el hidrogel con un poco de suelo y al colocar la planta en el hoyo se le agregó, se apisonó el suelo para evitar que quedaran bolsas de aire que pudiesen afectar el desarrollo de la raíz.

3.3. Materiales y Equipos

Materiales

- 48 plantones de pino (*Pinus radiata*)
- Poliacrilato de potasio
- Etiquetas
- Sacos
- Letreros
- Estacas
- Cordeles
- sobres de manila

Herramientas

- Wincha
- Balanza
- Mochila
- Palanas
- Barreta **Equipos.**
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Computadora e Impresora de buena capacidad de proceso.
- Software estadístico **INFOSTAT**

3.4. Tratamientos

Se establecieron 3 tratamientos con la aplicación de hidrogel; el primero con 50 gr de Hidrogel, el segundo 100 gr y el tercero fue el testigo 0 gr.

Tabla 2.

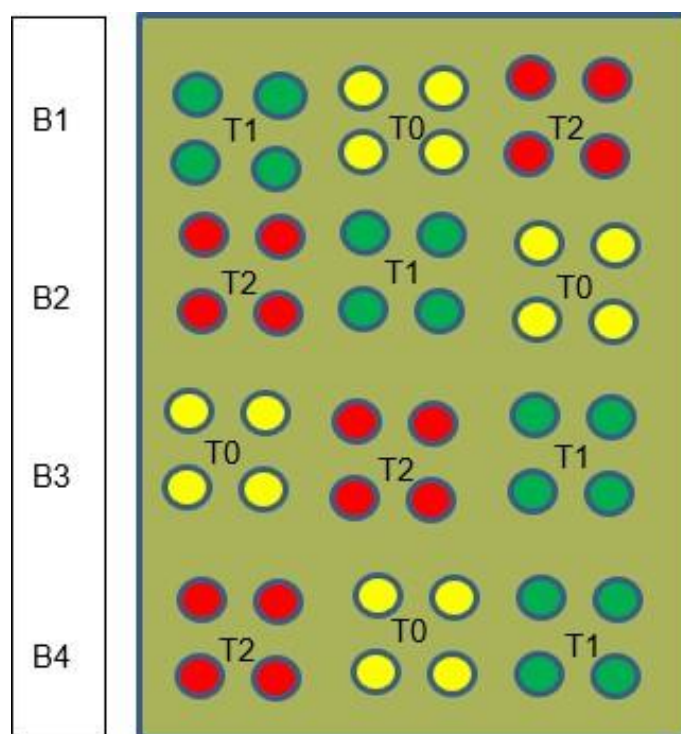
Tratamientos aplicados para el experimento

de hidrogel	Tratamientos		Dosis
	T1	50 gr. de hidrogel.	
	T2	100 gr. de hidrogel.	
	T0 = Testigo	Plantación normal sin aplicación de hidrogel	

3.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es el completamente al azar (DCA), **Figura 4** Se realizó el análisis estadístico de la evaluación previa formación de una base de datos, el procesamiento de estos datos se utilizó el programa **infostat 2018** versión estudiantil. El total de plantas que se evaluaron en el estudio fue de 48 plantas **Tabla 4**, utilizando 16 plantas (repeticiones) en los tratamientos T1, T2, T0.

Figura 4. Croquis del campo experimental.



Donde B son bloques y T son los tratamientos

Tabla 3

Bloques y tratamientos

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
B1	50	0	100	
B2	100	50	0	T0 = 0 GR
B3	0	100	50	T1 = 50 GR
B4	100	0	50	T2 = 100 GR

Cuadro de la base de datos que se usara para el ANAVA

3.6. Análisis estadístico de los datos

Se realizó el análisis estadístico de la evaluación previa formación de una base de datos, se efectuará el ANAVA **Tabla 4**, se determinó el coeficiente de variabilidad (CV) así mismo se utilizó la prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos, previamente se probaron los supuestos del análisis de varianza.

Tabla 4

Modelo del análisis de varianza

Fuentes de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados
Tratamientos	2	S.C. Tratamientos
Error	45	S.C. Error
TOTAL	47	S.C. Total

3.7. Parámetros a Medir

Los parámetros que se tomaron son:

- La sobrevivencia y mortalidad. Esto de acuerdo a las características fenotípicas de las plántulas. Se evaluó la sobrevivencia considerando las plantas iniciales y el número actual de árboles vivos. El cual se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Sobreviv. (\%)} = (\text{N}^\circ \text{ plantas vivas al momento de la evaluación} / \text{N}^\circ \text{ plantas iniciales}) \times 100$$

- Diámetro del cuello (mm). Se realizó con la ayuda de un vernier; se midió el cuello de la planta lo más cercano posible al ras del suelo.
- La altura (cm). Se midió con una cinta métrica desde la base del suelo hasta en meristemo apical de la planta

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Resultados por factores

Para realizar el análisis de los datos obtenidos en campo tras las mediciones efectuadas en la plantación, se empleó el paquete infostat 2018, en el cual se procesaron los datos; cabe señalar que cada uno de los árboles se tomó como una repetición.

3.1.1. Porcentaje de sobrevivencia

A los 4 meses de haber sido establecida la plantación de acuerdo al análisis de varianza mostró que si hay diferencia significativa.

Para el registro de datos tomados en campo se presenta en el Anexos 1. Y 3

$$\text{Sobreviv. (\%)} = (\text{N}^\circ \text{ plantas vivas al momento de la evaluación} / \text{N}^\circ \text{ plantas iniciales}) \times 100$$

Tabla 5

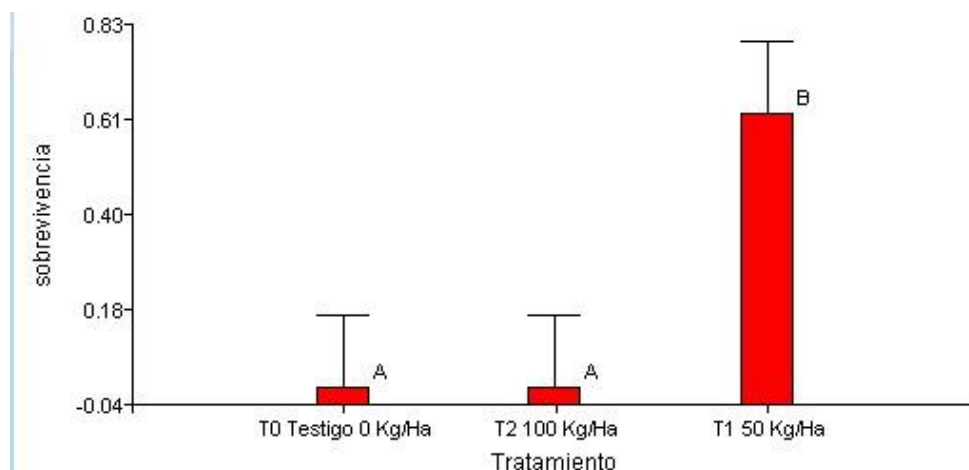
Resultados de sobrevivencia

DOSIS	RESULTADO
T0: %Sobreviv =	0/16 x100= 0%
T1: %Sobreviv=	11/16x100=68.75%
T2: %Sobreviv =	0/16 x100= 0%

Para el tratamiento uno (T1) mostró una sobrevivencia final de 68.75% para el segundo tratamiento (T2) alcanzó el 0%; y finalmente el testigo (T0) se alcanzó 0%.

Figura 5

*Porcentaje de sobrevivencia de **Pinus radiata** según tratamientos de hidrogel y un testigo evaluados en chichucancha anchash 2019*



La falta de poliacrilato de potasio en el suelo reduce drásticamente la sobrevivencia de las plantas como se puede observar en la **Figura 5**; se ve como las plantas donde no se aplicó hidrogel presentan mortandad, siguiéndole las plantas en donde se aplicó más hidrogel debido a que 100 kg/ha absorbe demasiada agua la cual produce la erupción del suelo lo cual conlleva a la muerte radicular

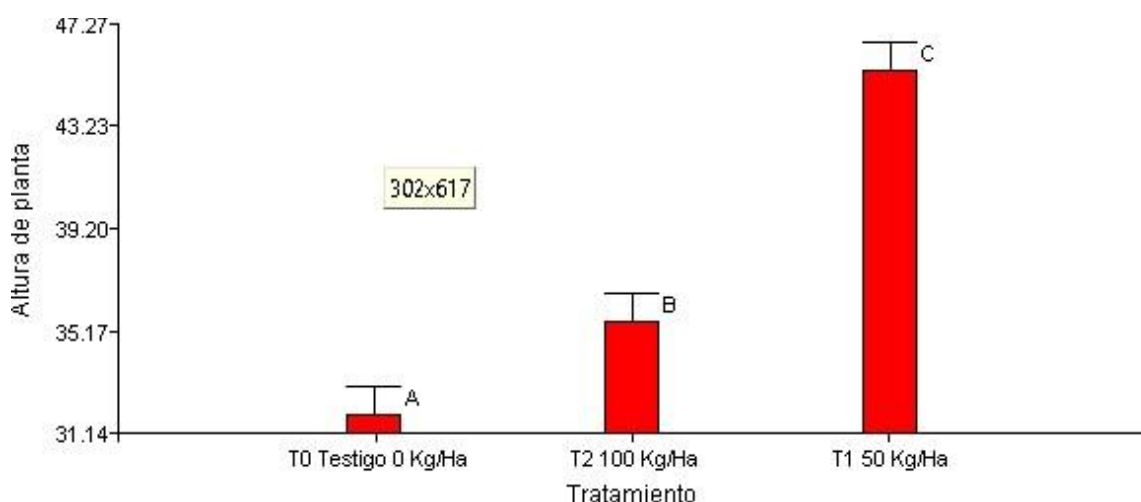
3.1.2. Altura de la planta

En la evaluación que corresponde a los 4 meses haber sido establecida la plantación, si se encontró diferencia significativa en la variable altura de los tres tratamientos aplicados por lo que $P > 0.0005$

El registro de datos tomados en campo se presenta en el Anexo 1

Analisis de varianza anexo 4 Figura 6

Medias de la altura de Pinus radiata según tratamientos de hidrogel y un testigo evaluados en chichucancha anchash 2019



Según el Análisis de Varianza para altura total de planta a los 120 días después del trasplante, se observó diferencias significativas para dosis de 50 kg/ha de hidrogel, para y diferencias no significativas para el testigo 0 kg/ha y 100 kg/ha

3.1.3. Diámetro de la planta

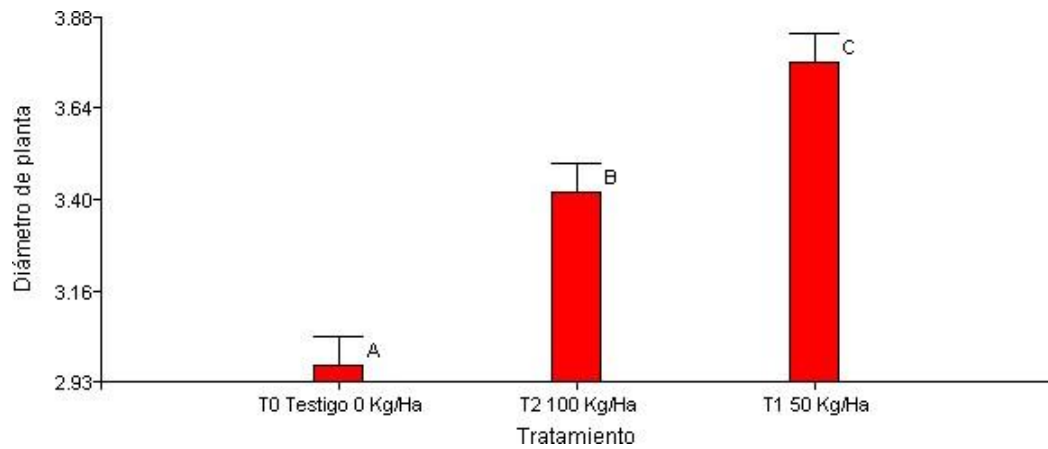
A los 4 meses de haber establecida la plantación la variable diámetro de acuerdo al análisis de varianza donde $P > 0.0005$ mostró que si hubo diferencia significativa en los 3 tratamientos aplicados **figura 7**.

El registro de datos tomados en campo se presenta en el Anexo 1 se presenta el diámetro total de planta en (cm) por tratamiento; Análisis de varianza en el

Anexo 5

Figura 7

Medias del diametro de la plantacion según tratamientos de hidrogel y un testigo evaluados en chichucancha anchash 2019



Según el Análisis de Varianza para el diámetro de planta, se observó diferencias significativas para las dosis de hidrogel 50 kg y 100 kg.

4.1.4 Análisis económico de los tratamientos

En base al rendimiento de cada uno de los tratamientos se efectuó el análisis económico.

Los costos de producción están referidos a los gastos directos efectuados desde la preparación del terreno, seguido de la instalación del polímero “HIDROGEL”, uso de mano de obra, conducción y manejo del cultivo. Bajo estas condiciones los gastos efectuados han sido del orden de S/ 3 971.50

Tabla 6

Cuadro de los costos de producción para la siembra de pino

DEPARTAMENTO		Ancash	EPOCA DE SIEMBRA		Junio
RUBROS	UNIDAD MEDIDA	DE	CANTIDAD POR HECTAREA	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I - COSTOS DIRECTOS					3,471.50
INSUMOS					1,666.50
SEMILLA Semilla (Plantones)	Plantón		1,111.00	1.50	1,666.50 1,666.50
MANO DE OBRA					1,605.00
PREP. TERRENO Matada, junta y quema	Jornal		5.00	15.00	75.00
Preparación de hoyos	Jornal		30.00	15.00	450.00
LABORES CULTUR.					1,080.00
Traslado de Plantones	Jornal		2.00	15.00	30.00
instalación definitiva	Jornal		10.00	15.00	150.00
Control de campo	Jornal		60.00	15.00	900.00
OTROS GASTOS					200.00
Flete transporte de plantones	Global		1.00	200.00	200.00
II - COSTOS INDIRECTOS					500.00
Costo de la inversion	Global		1.00	350.00	350.00
Gastos de Administrativos	Global		1.00	150.00	150.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA (EN NUEVOS SOLES)					3,971.50

Tabla 7

Presupuesto comparativo para Instalación del pino con el hidrogel

Descripción	Costo por ha S/.
Sin polímero	3971
Dosis 50 kg/ha	5500
Dosis 100 kg/ha	7000

El total de costos que varían considerando el factor dosis 50 kg/ha

50 kg/ha, 1 kg cuesta 30 soles S/. 1500 soles por ha.

100 kg / ha, 1 kg cuesta 30 soles S/.

3000 soles por ha.

5. CONCLUSIONES

1. El hidrogel además de ser un polímero que absorbe agua, es muy eficiente, utilizando una dosis adecuada,
2. El uso del hidrogel estadísticamente si mostró diferencia significativa, resultó que hubo mayor sobrevivencia con la aplicación de 50 kg/ha. En comparación con los otros tratamientos.
3. Con la variable diámetro, mostró que con la aplicación de 50 kg/ha de hidrogel tuvo un incremento promedio de 1.20 mm que fue mayor que los demás tratamientos.
4. Con la aplicación del hidrogel hubo estadísticamente diferencias significativas, resultó que con la aplicación de 50 kg/ha de hidrogel se obtuvo un mejor incremento promedio en altura de 5.2 cm que los demás tratamientos.
5. Tomando en consideración el mejor tratamiento, conseguido con la dosis de 50 Kg/ha, para la instalación del polímero “Hidrogel”, es 1500 soles más en comparación al que no se agregó hidrogel. Relativamente son costos elevados que se compensarían con el tiempo de vida del gel en el suelo y el ahorro en el consumo de agua.

1. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el hidrogel a una dosis de 50 kg/ha en el establecimiento de una plantación de pino por ser económicamente viable y alcanzar el mayor porcentaje de prendimiento, aún en tiempo de bajas precipitaciones.
2. Continuar realizando pruebas con la aplicación de hidrogel en diferentes especies, climas y dosis.
3. Hacer otra prueba con hidrogel, siendo más estricto en la incorporación de Hidrogel dado que este gel logra acumular 200 veces su peso, además puede lograr erosionar el suelo, causando la muerte de la planta, esto paso con la dosis de 100 kg/ha.
4. Se recomienda en plantaciones con esta especie, aplicar menos de 50 gramos de hidrogel a cada planta; esto de acuerdo a los resultados obtenidos ya que mostró mayor sobrevivencia y desarrollo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **Acuagel (2011)**. Agua en forma de gel. Idea COM International Consulting. Disponible en: <http://www.ideacominternational.com/hidrogel-agua-en-forma-de-gel/>
2. **ANDERSONS (2009)** Silvotecnia, Costa Rica. <http://www.silvotecniacr.com/productos.html>
3. **Barón C., A. Barrera R., I. Boada E., L.F. Rodríguez N., G. (2007)**. Evaluación de Hidrogeles para Aplicaciones Agroforestales. Ingeniería de Investigación. Universidad Nacional de Colombia. Colombia 1-20 p.
4. **Barreto, N. I. (2011)**. Evaluación del efecto de retenedores de agua en el establecimiento y crecimiento inicial de *uniperus fláccida* Schelechtendal en Ixcateopan, Gro. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 55 p
5. **Carrillo, F.A., M. Musalem., A. Muñoz. Y C.Mendoza. (1998)**. Influencia de la época, edad de la planta y sistema de plantación en la sobrevivencia de plantas de *Pinus montezumae* Lamb. Agrociencia 72:41-54
6. **Cerdeira S. Ceretti., H. y Reciulshi., E. (2000)**. Polímeros II: hidrogeles. Departamento de Química. Argentina. http://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml___get___5ca690bfc851-11e08274-e7f760fda940/index.htm
7. **CLIMATE-DATA.ORG (2019)**. <https://es.climate-data.org/americadel-sur/peru/ancash/chichucanhca-659109/#temperature-graph>
8. **COMACO FORESTAL, (2010)**. Empresas Cóndor, Bosque de Pino radiata. Chile http://www.comacoforestal.com/esp/bosques_de_pino_radiata/
9. **CONTENSSE, D., (1987)**, Apuntes y consideraciones para e *Pinus radiata* en Chile. Boletín de la Academia chilena de Historia N° 97. Santiago de Chile.
10. **Doane M. (1984)**. The potential of starch graft polymers, "super slurpers," for forestry and agriculture. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1-60 pp
11. **Estudio de suelos del callejón de Conchucos (Semidetallado) (1975)**, <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1011>
12. **Estrada G., Torres L. Mendoza A. Rodríguez L. (2010)**. Hidrogeles Biopoliméricos Potencialmente Aplicables en Agricultura. Departamento de Física y Matemáticas,

Universidad Iberoamericana. México. 76 p

13. **FREITAS A., T, L. BERTONHA A. ANDRADE G. A., C. (2002).** Uso de Hidrogel en la Agricultura. Revista do Programa de Ciencias Agro-Ambientales, Alta Floresta, v.1, n.1, p.2331.
14. **GALLOWAY, G., (1986).** Guía sobre la repoblación forestal en la Sierra ecuatoriana. Dirección Nacional Forestal Proyecto DINAF/AID. Quito - Ecuador.
15. **Gómez (2014)** .Aplicación del Hidrogel como Retenedores de Agua en la agroforesteria <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1089/62938s.pdf?sequence=1>
16. **IDEACOM INTERNATIONAL, (2009).** Agua Sólida para Riego Residencial e Industrial. México. <http://www.espanol.ideacominternational.com/nosotros.html>.
17. **Jasso, P. J. y O. Plascencia. (1992)** Poliacrilamida In: cursos nutrición II. Colegio de Posgraduados. Texcoco, Estado de México. 21 p.
18. **JONGSMA, W; HOFSTEDE, R; LIPS, J. (1997).** Ambiente y plantaciones forestales en la Sierra Andina Ecuatoriana; Revisión de literatura. Quito, Ecuador. Ecopar.
19. **MARTINEZ, M., (1992).** Los Pinos Mexicanos, tercera edición. México.
20. **Jasso, P. J. y O. Plascencia. (1992)** Poliacrilamida In: cursos nutrición II. Colegio de Posgraduados. Texcoco, Estado de México. 21 p
21. **Learcher. L. (1977).** Ecofisiología Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona España. 305 p.
22. **Martínez, (2014).** Evaluación del Efecto del Hidrogel Mezclado con Sustrato en la Germinación y Desarrollo de *Pinus greggii* Engel en Invernadero <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/807>
23. **Pardos, M. y Montero G. (1997).** Ensayo de diferentes técnicas de cultivo de plantas de Alcornoque en vivero y su seguimiento en campo. S.E.C.F. No 4. Madrid. España. pp. 93-101.
24. **Plantamejor (2013).** Hidrogel para Agricultura y Jardinería. Jalisco, Guadalajara, México. Disponible en: <http://insumosagropecuarios.vivanuncios.com.mx/ganaderosagricolas+guadalajara-y-area-met/hidrogel-para-agricultura-y-jardineria--costalde-25-kg--/69919952>

25. **Ramos G, R. Velázquez, M. K. De la Rosa L., P. Segura C., E. P. (2009).** Atrapamiento de sustancias húmicas en hidrogeles de gelatina con aplicación en agricultura. Departamento de Polímeros. Facultad de Ciencias Químicas. México.
26. **Rojas de gascue. (2006).** Los Hidrogeles Poliméricos Como Potenciales Reservorios De Agua Y Su Aplicación En La Germinación De Semillas De Tomate En Diferentes Tipos De Suelos <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/AGO06/gascue.pdf>
27. **Rojas, G. B.; M. Ramírez; R. Aguilera; J.L. Prin y C. Torres. (2006).** Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. En Revista Iberoamericana de Polímeros 7(3). Venezuela, Venezuela. pp. 199-210.
28. **Rubira G. (2013).** El Hidrogel en Cultivos Agrícolas, Cítricos y Frutícolas. Actualidad del Campo Agropecuario. Congreso internacional CEA. 53 y 54 p. Disponible en: http://issuu.com/adca/docs/campo_149_noviembre13
29. **SACSA, (2014).** El Hidrogel y la Agricultura. Noticias y Actividades. Proveedor de los Servicios Web de grupo SACSA. Disponible en la página web: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:a65_diuJ_DYJ:www.gruposacsa.com.mx/index.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D193:el-hidrogel-y-la-agricultura%26catid%3D5:noticias+&cd=8&hl=es419&ct=clnk&gl=us
30. **Sandoval, M. C.(1998).** Sustratos y polímeros en la producción de planta de Pinus cembroides Zucc. Bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 56 p.
31. **Terra-sorb (1989).** Hidrogel Soluciones Naturales. Incrementa el Rendimiento del Tomate. Resultados en el cultivo de papa. Hipódromo Condesa. México. 1-16 pp. Disponible en: <http://www.phcmexico.com.mx/pdfs/catalogos/terratorb.pdf>
32. **Tornado (2012).** Distribuidora Comercializadora 2012. Usos del hidrogel, Cristales inteligentes, Disponible en: http://hidrogelmex.com/usos_de_hidrogel.html
33. **Trujillo, E. (2009).** Plantines y retenedores de agua. Edición Especial. Revista ElSemillero. pp. 25-27. (Disponible: <http://www.revistamm.com/rev50/forestal1.pdf>. Consultada el: 15 de Enero de 2014).

34. **TRUJILLO, N (2003).**, Plantines y Retenedores de Agua, <http://www.revistamm.com/rev50/forestal1.pdf>
35. **TUPI, A; PATHAUER, P., (2002).** Fertilización Inicial en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNAM- EEA Montecarlo –INTA, Argentina.
36. **Universidad Nacional Abierta a Distancia (UNAD) (2009).** Sequía y Plantaciones Forestales.http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30173/Contenido_en_EXE_30173/MODULO%20CURSO%20SANIDAD%20AGROFORESTAL%2030173/sequia_y_plantaciones_forestales.html
37. **Villarreal H. (2011).** Aplicación de Hidrogel en el Establecimiento de Plantaciones Forestales. Limpiadores Industriales y Petroleros S.A. Disponible en:<http://www.buenastareas.com/ensayos/Hidrogel/3264745.html>
38. **XILEMA GEL (2019).** Ficha técnica del hidrogel.
39. **Nissen, M. J. y C. Ovando R. (1999).** Efecto de un hidrogel humectado aplicado a las raíces de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. durante su trasplante. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 13 p
40. **ZEASER, D., (1989).** Zonificación de especies forestales en la región interandina del Ecuador. Quito, Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 100 p

8. ANEXOS Anexo 1

Registro De Datos Tomados En Campo diámetro de planta y altura de planta A Los 120 Días Después Del Trasplante.

Bloque	Tratamiento	Diámetro de planta	Altura de planta
I	T1 50 Kg/Ha	4	53
I	T1 50 Kg/Ha	3.8	48
I	T1 50 Kg/Ha	3.6	45
I	T1 50 Kg/Ha	3	34
II	T1 50 Kg/Ha	3.7	47
II	T1 50 Kg/Ha	3.6	45
II	T1 50 Kg/Ha	4.1	40
II	T1 50 Kg/Ha	3	33
III	T1 50 Kg/Ha	3.8	47
III	T1 50 Kg/Ha	4	51
III	T1 50 Kg/Ha	3.9	48
III	T1 50 Kg/Ha	4	49
IV	T1 50 Kg/Ha	4.2	51
IV	T1 50 Kg/Ha	3.7	46
IV	T1 50 Kg/Ha	4.1	53
IV	T1 50 Kg/Ha	3.6	37
I	T2 100 Kg/Ha	3.1	35
I	T2 100 Kg/Ha	3.6	37
I	T2 100 Kg/Ha	3.7	36
I	T2 100 Kg/Ha	3	31
II	T2 100 Kg/Ha	3.8	40
II	T2 100 Kg/Ha	3.5	36
II	T2 100 Kg/Ha	3.6	38
II	T2 100 Kg/Ha	3.9	41
III	T2 100 Kg/Ha	3.5	37
III	T2 100 Kg/Ha	3	33
III	T2 100 Kg/Ha	3	29
III	T2 100 Kg/Ha	3.9	39
IV	T2 100 Kg/Ha	3.6	38
IV	T2 100 Kg/Ha	3	31
IV	T2 100 Kg/Ha	3.5	37
IV	T2 100 Kg/Ha	3	31
I	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	33
I	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	31
I	T0 Testigo 0 Kg/Ha	2.7	29
I	T0 Testigo 0 Kg/Ha	2.7	28
II	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	34
II	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	32
II	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	35

II	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3.2	36
III	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	33
III	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	31
III	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	30
III	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3.6	38
IV	T0 Testigo 0 Kg/Ha	2.5	27
IV	T0 Testigo 0 Kg/Ha	2.8	29
IV	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	33
IV	T0 Testigo 0 Kg/Ha	3	31

Anexo 2

Registro de datos tomados en campo sobrevivencia del pino

Bloque	Trat.	Descripcion	#De Plantas vivas
B1	T1	50 Kg/Ha	3
	T2	100 Kg/Ha	0
	T0	Testigo 0 Kg/Ha	0
B2	T1	50 Kg/Ha	2
	T2	100 Kg/Ha	0
	T0	Testigo 0 Kg/Ha	0
B3	T1	50 Kg/Ha	3
	T2	100 Kg/Ha	0
	T0	Testigo 0 Kg/Ha	0
B4	T1	50 Kg/Ha	3
	T2	100 Kg/Ha	0
	T0	Testigo 0 Kg/Ha	0

Anexo 3

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
sobrevivencia	48	0.17	0.14	317.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.17	2	2.08	4.75	0.0135
Tratamiento	4.17	2	2.08	4.75	0.0135
Error	19.75	45	0.44		
Total	23.92	47			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.4389 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0 Testigo 0 Kg/Ha	0.00	16	0.17 A
T2 100 Kg/Ha	0.00	16	0.17 A
T1 50 Kg/Ha	0.63	16	0.17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4

Altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	48	0.63	0.61	12.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1573.63	2	786.81	38.50	<0.0001
Tratamiento	1573.63	2	786.81	38.50	<0.0001
Error	919.63	45	20.44		
Total	2493.25	47			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 20.4361 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0 Testigo 0 Kg/Ha	31.88	16	1.13 A
T2 100 Kg/Ha	35.56	16	1.13 B
T1 50 Kg/Ha	45.44	16	1.13 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5

Diámetro de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de planta	48	0.53	0.51	9.35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.00	2	2.50	24.99	<0.0001
Tratamiento	5.00	2	2.50	24.99	<0.0001
Error	4.50	45	0.10		
Total	9.49	47			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1000 gl: 45

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0 Testigo 0 Kg/Ha	2.97	16	0.08	A
T2 100 Kg/Ha	3.42	16	0.08	B
T1 50 Kg/Ha	3.76	16	0.08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

9. FOTOGRAFIAS

Figura 1

Cavando hoyos en el área donde se instaló el experimento.



Figura

2

Mezcla de hidrogel con suelo



Figura 3

Siembra y Apisotamiento de la plantación

Figura



4

XILEMA GEL (hidrogel) y pinos utilizados en este experimento.



Figura

Figura 5

Recoleccion de los datos fecha 7 de OCTUBRE 2019



6

Erosión del suelo debido a la excesiva cantidad de hidrogel 100kg/ha , lo cual genera la muerte de la planta



Figura



Figura 7 muerte de plantas de pino, tratamiento con 100 kg/ha

Figura 8

Hidrogel expuesto por la excesiva dosis de 100 kg por ha.



Figura 9 *plantas de pino en excelente estado 50 kg/ha*





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chiclayo a los diez días del mes noviembre del año dos mil diecinueve, siendo las cuatro de la tarde, se reunieron en los ambientes del Centro Preuniversitario Francisco Aguinaga Castro de nuestra Universidad, los miembros del Jurado, dando inicio a la lectura del Decreto N° 404-2019-FAG de fecha 08 de noviembre del 2019, mediante el cual autoriza la sustentación de la tesis, dicho jurado está conformado por los siguientes docentes:

Dr. FRANCISCO REGALADO DIAZ
Ing. ROSO PRÓSPERO PASACHE CHAPOÑAN
Ing. RODIL LEODAN CÓRDOVA NÚÑEZ
Ing. M.Sc. JORGE ZEÑA CALLACNA

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

Para evaluar y calificar el trabajo de Tesis Titulado: "EFECTO DE DOS DOSIS DE HIDROGEL EN LA SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DEL PINO (*Pinus radiata*) PLANTADOS EN ÉPOCA DE BAJA PRECIPITACIÓN, REGIÓN ANCASH", presentado por el Bachiller JULIO CÉSAR PEREZ VEGA.

Después de escuchar la exposición y las respuestas a las preguntas formuladas por los Miembros del Jurado, se acordó calificar el trabajo como:

- BUENO -

En consecuencia el Bachiller en referencia queda apto para recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria, Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para constancia de ello firman:

Dr. FRANCISCO REGALADO DIAZ
Presidente

Ing. ROSO PRÓSPERO PASACHE CHAPOÑAN
Secretario

Ing. RODIL LEODAN CÓRDOVA NÚÑEZ
Vocal

Ing. M.Sc. JORGE ZEÑA CALLACNA
Patrocinador

OBSERVACIONES:

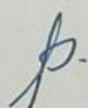
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

YO, ING. JORGE ZEÑA CALLACNA en condición de Asesor de la Tesis Titulada: **EFFECTOS DE DOS DOSIS DE HIDROGEL EN LAS SOBREVIVENCIA DEL PINO (*Pinus radiata*) PLANTADOS EN ÉPOCA DE BAJA PRECIPITACIÓN – REGION ANCASH**, presentado por el Bachiller PEREZ VEGA JULIO CESAR con código universitario **082032-J** a efecto de optar por el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO** habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de uso del sistema anti plagio considerando que el reporte del software TURNITIN dio un porcentaje de coincidencia de **18%** de la tesis antes citada, y de acuerdo a los criterios de evaluación de originalidad **NO HA SIDO PLAGIADO NI CONTIENE DATOS FALSOS**. En caso se demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Se emite la presente constancia para fines de proseguir con el trámite respectivo.

Lambayeque, 21 de agosto de 2023



 FIRMA DEL ASESOR
- Ing. JORGE ZEÑA CALLACNA

RESOLUCION N° 08-2022-VIRTUAL-CF-FAG

EFFECTO DE DOS DOSIS DE HIDROGEL EN LA SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DEL PINO (*Pinus radiata*) PLANTADOS EN ÉPOCAS DE BAJA PRECIPITACIÓN-REGIÓN ANCHASH

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

6%

2

vsip.info

Fuente de Internet

4%

3

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

es.wikipedia.org

Fuente de Internet

1%

5

agrolalibertad.gob.pe

Fuente de Internet

1%

6

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

7

www.jove.com

Fuente de Internet

<1%

8

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1%

9	www.ciget.pinar.cu Fuente de Internet	<1 %
10	antropocene.it Fuente de Internet	<1 %
11	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
12	www.ideacominternational.com Fuente de Internet	<1 %
13	Rosela Pérez-Ceballos, Stephanie Echeverría-Ávila, Arturo Zaldívar-Jiménez, Tomás Zaldívar-Jiménez et al. "Contribution of microtopography and hydroperiod to the natural regeneration of <i>Avicennia germinans</i> in a restored mangrove forest", <i>Ciencias Marinas</i> , 2017 Publicación	<1 %
14	conosce.osce.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
15	copsa.cop.es Fuente de Internet	<1 %
16	Sosa Marquez, María Viridiana. "¿Quién se casa con quién? Sus distintas dimensiones de análisis: una perspectiva espacial e intergeneracional", <i>El Colegio de México</i> , 2022 Publicación	<1 %
calidaddevida.eluniversal.com		

17	Fuente de Internet	<1 %
18	es.climate-data.org Fuente de Internet	<1 %
19	www.agroinformacion.com Fuente de Internet	<1 %
20	www.energuia.es Fuente de Internet	<1 %
21	J & E CONSULTORES GENERALES S.R.L.. "EIA-SD del Proyecto Instalación de la Línea de Transmisión en 60 kV Pongo de Caynarachi - Yurimaguas y Subestaciones-IGA0002612", R.D. N° 196-2017-MEM/DGAAE, 2020 Publicación	<1 %
22	bmeditores.mx Fuente de Internet	<1 %
23	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	es-mx.topographic-map.com Fuente de Internet	<1 %
25	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
26	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %

www.authorstream.com



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Julio Cesar Perez Vega
Título del ejercicio: MSC
Título de la entrega: EFECTO DE DOS DOSIS DE HIDROGEL EN LA SOBREVIVENCIA ...
Nombre del archivo: TESIS_PINO_1.docx
Tamaño del archivo: 3.05M
Total páginas: 29
Total de palabras: 6,534
Total de caracteres: 34,562
Fecha de entrega: 23-jul.-2023 08:18p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2135681008



UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO



ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

EFECTO DE DOS DOSIS DE HIDROGEL EN LA SOBREVIVENCIA Y
DESARROLLO DEL PINO (*Pinus radiata*) PLANTADOS EN ÉPOCAS DE BAJA
PRECIPITACIÓN REGIÓN ANCHASH

AUTOR

Bach. JULIO CESAR PEREZ VEGA

ASESOR

Ing. JORGE ZEÑA CALLACRA

LAMBAYEQUE - PERÚ

2019

Derechos de autor 2023 Turnitin. Todos los derechos reservados.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Ing. M. Sc. Eduardo Ezequiel Deza León
Decano