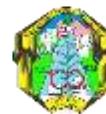




EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico
del Valle de Morelia

“2021: Año de la independencia”

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

“SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DE LA ESPECIE *Pinus devoniana* Lindl CON
DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ESTABLECIMIENTO, EN ZIRACUARETIRO,
MICHOACÁN”

TESIS

QUE PRESENTA:

DIANA LAURA REYES PAHUA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERIA FORESTAL

ASESOR:

ING. ROGELIO ORTIZ MORENO

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO, 2021



Km 6.5 Carretera Morelia -
Salamanca, C.P. 58100 Morelia, Mich.
Tel: 4433500660
e-mail: dir_vmorelia@tecnm.mx
tecnm.mx | vmorelia.tecnm.mx





"2021: Año de la Independencia"

**Anexo XXXIII
Formato de liberación de proyecto para la titulación integral**

SECCIÓN: Ciencias Ambientales
OFICIO No.: D.C. Am / 431 /2021
Expediente: TITULACIÓN

Morelia, Michoacán, a 04 de mayo de 2021

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

**C. ING. ALBERTO MILLÁN MONTAÑEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
Presente**

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del Egresado	Diana Laura Reyes Pahua
Carreta:	Ingeniería forestal
No. De Control	15850156
Nombre del proyecto	"SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DE LA ESPECIE <i>Pinus devoniana</i> Lindl CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ESTABLECIMIENTO, EN ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN"
Producto	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica.
"HOMBRES, MUJERES Y CIENCIA HACIA EL PROGRESO"

**MARIO MENDOZA ANGULANO
JEFATURA DE INGENIERÍAS (CIENCIAS AMBIENTALES)**



C. Rogelio Ortiz Moreno	C. Vicente Salinas Malgoza	C. José Luis Nayarrete Pérez Negrón	C. Antonio Paniagua Cornejo
Nombre y Firma del Aprobador	Nombre y Firma del Revisor	Nombre y Firma del Revisor	Nombre y Firma del Revisor



Km 5.5 Carretera Morelia -
Salamanca, C.P. 58100 Morelia, Mich.
Tel: 4437500460
e-mail: dir_etcv@itecm.mx
itecm.mx | morelia.itecm.mx



DEDICATORIA

A la persona más importante de mi vida, mi mamá, por ser promotora de mis sueños, apoyarme y creer en mí. No habría llegado hasta este punto si no fuese por ti, este logro no es solo mío, sin dudarlo es más tuyo que mío.

Eres mi gran ejemplo a seguir, nunca me alcanzara la vida para agradecer todas y cada una de las cosas que haces y que seguramente continuaras haciendo por mí, este y absolutamente todos mis logros son y serán siempre en tu honor.

AGRADECIMIENTOS

Al M.C Luis Daniel Ruiz Carranza por brindarme las herramientas para trabajar en este proyecto, por estar siempre que necesitaba de su ayuda, brindarme su confianza y un poco de sus conocimientos y por hacer este proceso un poco menos complicado.

A los trabajadores de la empresa COBANO, por ayudarme cuando tenía dudas y siempre apoyarme en lo que pudieran.

Al ingeniero Rogelio por aceptar ser mi asesor y estar pendiente de mi proceso, por apoyarme y brindarme sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mi papá Samuel por estar presente en mi vida y haberme apoyado en esta y en todas las etapas de mi vida, por ser ejemplo para salir adelante, gracias por confiar en mí y darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

A mi mamá Belén por preocuparse, por estar pendiente de mí y por su apoyo incondicional.

A mi hermano Sebastian por ayudarme, apoyarme y siempre estar conmigo.

A mis primas Kathya, Karen y Paola por estar conmigo y preocuparse por mí, por hacer de este proceso un poco más llevadero y por enseñarme a disfrutar y vivir cada momento de la vida.

A mis sobrinos Gael y Fernanda, por impulsarme cada día a seguir trabajando en mis proyectos.

Y en general a mi familia por siempre ser mi motor y mi mayor impulso para lograr esta meta.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la sobrevivencia, el crecimiento y desarrollo de *Pinus devoniana* Lindl con diferentes tratamientos de establecimiento, en un predio del municipio de Ziracuaretiro Michoacán.

Las plantas fueron evaluadas utilizando un diseño experimental de bloques al azar, en donde se aplicaron un testigo y tres tratamientos: cajete, hidrogel 1 (3g) e hidrogel 2 (6g), cada tratamiento está formado por tres repeticiones de tres individuos, con un total de nueve plantas por tratamiento, obteniendo un total de 36 plantas por sitio.

Después de un año de establecimiento, se evaluó la sobrevivencia, altura y diámetro, se realizó un análisis de varianza para identificar diferencias significativas entre tratamientos con una significancia de $p < 0.05$.

Los tratamientos no mostraron diferencias significativas, para ninguna de las variables evaluadas, estadísticamente el uso de hidrogel, así como el uso de cajetes no tiene ningún efecto para el desarrollo y sobrevivencia de *Pinus devoniana* Lindl en la zona de Ziracuaretiro Michoacán.

SUMMARY

The present study had the objective of evaluating the survival, growth and development of *Pinus devoniana* Lindl with different establishment treatments, in a property of the municipality of Ziracuaretiro Michoacán.

Plants were evaluated using an experimental design of randomized blocks, where one control and three treatments: cajete, hydrogel 1 (3g) and hydrogel 2 (6g), each treatment is formed by three repetitions of three individuals, with a total of nine plants per treatment, obtaining 36 plants per site.

After one year of establishment, survival, height and diameter were evaluated, a variance analysis was performed to identify significant differences between treatments with a significance of $p < 0.05$.

Treatments did not show significant differences, for any of the evaluated variables, statistically the use of hydrogel, as well as the use of boxes does not have any effect for the development and survival of *Pinus devoniana* Lindl in the zone of Ziracuaretiro Michoacan.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
AGRADECIMIENTOS PERSONALES	V
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. OBJETIVOS.....	4
3.1 Objetivo general.....	4
3.2 Objetivos específicos.....	4
4. HIPÓTESIS.....	5
5. JUSTIFICACIÓN.....	6
6. MARCO TEÓRICO	7
6.1 Reforestación.....	7
6.2 Estrés hidrico	8
6.3 Hidrogel	9
6.4 Obras de conservación del suelo.....	10
6.4 Características de la especie.....	10
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
7.1 Descripción de la especie	12

7.2 Descripción del área de estudio.....	12
7.2.1 Clima.....	13
7.2.2 Edafología.....	13
7.3 Ubicación del proyecto.....	13
7.4 Descripción de la metodología.....	14
7.4.1 Plantación	16
7.5 Diseño experimental	17
7.6 Variables evaluadas.....	18
7.6.1 Supervivencia	19
7.6.2 Diámetro	19
7.6.3 Altura	20
7.7 Análisis de datos.....	20
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
8.1 Supervivencia	21
8.2 Diámetro	23
8.3 Altura	25
9. CONCLUSIONES.....	27
10. BIBLIOGRAFÍA.....	29
11. ANEXOS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del área de estudio	14
Figura 2 Ubicación de los sitios.....	16
Figura 3 Diseño de plantación dentro de la parcela experimental.....	17
Figura 4 Supervivencia por mes.....	21
<i>Figura 5 Supervivencia por tratamiento.....</i>	<i>22</i>

Figura 6 Crecimiento en diámetro por tratamiento	23
Figura 7 Crecimiento en altura por tratamiento	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas de las parcelas experimentales.....	15
Tabla 2 Diseño del experimento.....	18

1. INTRODUCCIÓN

México posee una extensa riqueza de especies forestales, desafortunadamente enfrenta procesos de deforestación, pérdida y degradación de los ecosistemas, como consecuencia está la posible modificación del clima local. Por ello, es necesario intervenir para facilitar la estabilización de las condiciones actuales del ambiente y promover su mejoramiento a través de diversas prácticas y actividades (biodiversidad, 2020).

En México la reforestación es una actividad forestal de gran importancia, para volver productivas las áreas deforestadas y degradadas, se han puesto en marcha diversos programas de reforestación para recuperar la superficie deforestada, pero los resultados de las evaluaciones indican que la supervivencia es inferior al 60%, las sequías prolongadas, heladas, el sobrepastoreo y otros factores ambientales se atribuyen como una de las principales causas de la mortalidad. (Palacios Romero *et al.*, 2015; (Robles Villanueva, Rodríguez Trejo, & Villanueva Morales, 2017)).

A nivel nacional solo un 40% de las áreas reforestadas cuentan con un nivel aceptable de supervivencia y calidad. (Wightman & Cruz Blas, 2003). El éxito de las reforestaciones se ve reflejado a corto plazo, a través de la supervivencia y el desarrollo inicial de los individuos plantados (Sermeño, 2000). El estrés hídrico es uno de los factores que más limitan la supervivencia y crecimiento inicial de los árboles durante y después de su plantación en campo.

El uso de hidrogel es una de las estrategias que se tiene para aumentar el éxito de las plantaciones forestales. Al mezclar este polímero en el suelo se logra aprovechar mejor el agua de lluvia o de riego, aumentando la capacidad de retención del agua en el suelo, favoreciendo el desarrollo de las plantas. tiene el potencial de mejorar la supervivencia y el crecimiento de las plantas para resistir periodos secos (Agaba, *et al.*, 2010; (Hernández, 2014)

Se deben buscar técnicas que permitan aprovechar al máximo la humedad del suelo, para lograr el mayor éxito en las reforestaciones.

Para el establecimiento de reforestaciones es recomendable que se considere la elaboración de obras de conservación de suelo, las cuales asumen la función de captar agua, con el propósito de asegurar la sobrevivencia de las plantas durante periodos de sequía (Rodríguez, 2018).

Pinus devoniana Lindl es de gran importancia y es de las más utilizadas en programas de reforestación con fines de restauración o de producción en México (Bernaola Paucar *et al.*, 2016), por lo que es conveniente evaluar nuevas tecnologías y distintos métodos que garanticen una alta sobrevivencia y un mejor desarrollo de la planta.

En este contexto se planteó como objetivo la evaluación de sobrevivencia y desarrollo de *Pinus devoniana* Lindl, con diferentes tratamientos de establecimiento: testigo, cajete, hidrogel 1 (3 g) e hidrogel 2 (6g)2.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para incrementar la supervivencia y el desarrollo de *Pinus devoniana* Lindl, se evaluo el efecto de diferentes tratamientos como son; el uso de hidrogel en diferentes dosis y la construccion de terrazas individuales, con la finalidad de identificar con que tratamiento de establecimiento la planta tiene una mejor respuesta ante la presencia de estrés hidrico, que es de los factores que mas limitan la supervivencia y crecimiento inicial de los arboles y se presenta despues de la plantación.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el crecimiento y desarrollo de *Pinus devoniana* Lindl con diferentes tratamientos de establecimiento.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la sobrevivencia de *Pinus devoniana* Lindl
- Evaluar el incremento en altura
- Evaluar el incremento en diámetro

4. HIPÓTESIS

La sobrevivencia y desarrollo de *Pinus devoniana* Lindl durante el primer año de establecimiento, será mayor con alguno de los tratamientos de mitigación del estrés hídrico.

Para este tipo de investigación se propusieron las siguientes hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

H₀: *Pinus devoniana* Lindl presenta la misma respuesta de sobrevivencia y desarrollo en todos los tratamientos.

H₁: *Pinus devoniana* Lindl presenta una mejor respuesta de sobrevivencia y desarrollo en al menos un tratamiento.

5. JUSTIFICACIÓN

La zona de estudio tiene una diversidad biológica importante debido a la variedad de sus topofomas, lo que da origen al desarrollo de una gran cantidad de especies de flora; sin embargo, buena parte de esta zona ha sido sometida a la perturbación de origen humano dando como resultado sitios degradados y erosionados.

Por lo tanto, se implementaron acciones de reforestación, para con ello contribuir a la protección y conservación de las especies nativas.

Los avances en materia de reforestación se miden en función del grado de vigor y sanidad de las plantas establecidas, la evaluación dasométrica, pretende proporcionar información de las condiciones óptimas para el establecimiento de *Pinus devoniana* Lindl, la decisión de trabajar con esta especie radica en su amplia distribución e importancia económica, debido a ello se pretende generar conocimientos básicos para aumentar las posibilidades de éxito en trabajos de futuras reforestaciones.

La importancia de este proyecto reside en conocer con cuál de los diferentes tratamientos implementados la especie tiene una mejor respuesta de supervivencia y desarrollo en la zona.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Reforestación

La reforestación es frecuentemente la fase de mayor riesgo y costo en el manejo forestal, el éxito de la plantación depende de diversos factores: las condiciones ambientales del sitio, el manejo de la planta en vivero, la morfología y la fisiología de la misma. Por ello, antes de establecer una reforestación es importante identificar los factores ambientales limitantes, de manera que la planta se cultive bajo el sistema de producción con los atributos necesarios para garantizar altas tasas de supervivencia en dicho sitio. (Sigala Rodríguez, González Tagle, & Jiménez Pérez, 2015).

Los avances en materia de reforestación se miden en función del grado de supervivencia de las plantas establecidas, dado en porcentaje, así como del índice de calidad de la reforestación a un año de establecida en campo (Sáenz Reyes *et al.*, 2013).

La disponibilidad de agua durante el primer año de establecimiento es el factor principal de la supervivencia y desarrollo de especies arbóreas usadas en una reforestación (Sáenz-Romero y Lindig-Cisneros, 2004 citado en Gómez-Romero, *et al.*, 2012, p.805).

Los cambios toscos y desfavorables, sobre todo de precipitación y temperatura pueden tener consecuencias para las reforestaciones (Reyes, 1994). Son de los factores que tienen una mayor influencia en la distribución y crecimiento inicial en las reforestaciones (Rodríguez, 2013).

El propósito de cualquier planta destinada a la reforestación es superar satisfactoriamente la fase de establecimiento, además de lograr alto porcentaje de supervivencia y crecimiento en campo. (Sigala Rodríguez, González Tagle, & Prieto Ruíz, 2018).

6.2 Estrés hídrico

El cambio climático ha modificado los patrones de lluvia prolongando las sequías y ocasionando que las plantas se expongan a un estrés hídrico mayor, reduciendo la supervivencia en campo (Palacios-Romero *et al.*, 2017). Todas las plantas pueden llegar a presentar signos de estrés, ya sea durante unos pocos minutos, días, semanas o meses (Palacios Romero *et al.*, 2016).

El estrés hídrico es de las características más comunes que afectan la supervivencia de los árboles (BURDETT, 1990). Es una condición desarrollada por pérdidas excesivas de agua o inadecuada absorción. Se produce cuando la cantidad de agua que se evapora mediante la transpiración es superior a la que la planta es capaz de incorporar a través de sus raíces, su primera manifestación es visible en el marchitamiento de las hojas y si se prolonga, el crecimiento se reduce hasta que finalmente se detiene (Granados-Sánchez *et al.*, 1998).

Los principales factores que pueden ocasionar estrés hídrico son: temperaturas extremas, altas demandas de vapor de la atmósfera, déficit hídrico y baja conductividad hidráulica del suelo, alta concentración de sales, exceso de agua en el suelo, alta resistencia al flujo de agua en las raíces y daños por frío (Ortiz, 2006).

Existen dos tipos de déficit hídrico, el temporal y el permanente: El temporal, se produce en días soleados y afecta solo la transpiración, incrementándola y aumentando la absorción de agua en el suelo y el permanente se produce por una insuficiencia de agua existente en el suelo, alcanzando la muerte vegetal (Ortiz, 2006). Existen periodos de tiempo en los que las plantas son sensibles al estrés hídrico: durante la elongación activa del tallo, durante los procesos de extracción del vivero y una vez trasplantadas (Moreno, 2001).

Los efectos del estrés hídrico se producen a nivel celular, individual y a nivel de rodales. Además de que tiene efectos en el crecimiento del árbol, afectándolo en la altura, diámetro y elongación de raíces, reduce la turgencia, disminuye la elongación

celular y altera negativamente los procesos fisiológicos (Ortiz, 2006). Varían en función de la especie y su grado de tolerancia.

6.3 Hidrogel

Para disminuir los efectos negativos a causa de la disponibilidad de agua en zonas con baja precipitación y/o sequías, se recomienda la utilización de retenedores de agua, se consideran una herramienta muy útil (Gómez Pérez , 2014) . El uso de estos productos ha experimentado un importante crecimiento en los trabajos de repoblación forestal (Campo *et al.*, 2008).

Para disminuir el estrés hídrico, dentro de las nuevas tecnologías destaca el uso de hidrogel; son polímeros hidrófilos, blandos, elásticos y capaces de expandirse en presencia del agua, aumentando su volumen (Palacios-Romero *et al.*, 2017). Favorece significativamente el crecimiento y el incremento en biomasa de diversas especies de interés agrícola y forestal, pero es importante mencionar que existen estudios en los que se observa que no aporta ningún beneficio en cuanto a supervivencia, crecimiento o incremento en biomasa (Palacios Romero *et al.*, 2016).

Se tiene un efecto variable según la naturaleza textural del suelo sobre el que se aplican (Campo García *et al.*, 2008).

En plantaciones forestales, el hidrogel retrasa el punto de marchitamiento en la planta. (Gómez Pérez , 2014). No solo mitiga el estrés hídrico, sino que también es un mitigador del estrés post trasplante (Palacios Romero *et al.*, 2016).

La mayor retención de agua en el suelo por el acondicionamiento con hidrogeles permite sobrevivir a las especies forestales ante condiciones de sequía. En las aplicaciones forestales se consume mayor cantidad de los hidrogeles para la aplicación en el suelo (Barón Cortés, Barrera Ramírez , Boada Eslava, & Rodriguez, 2007).

Una mezcla de hidrogel en el suelo, puede mejorar el aprovechamiento del agua de lluvia o riego y perder menor cantidad por filtración, consiguiendo disminuir su evaporación (Ramos González *et al.*, 2009). La aplicación de hidrogel, modifica positivamente la dinámica hidráulica del suelo mejorando la actividad biológica y aumentando su producción (retención y liberación del agua) (Barón Cortés *et al.*, 2007).

6.4 Obras de conservación del suelo

Prácticas como la construcción de terrazas individuales se considera como obras hidráulicas destinadas a la protección y conservación. Las cepas individuales con cajete favorecen la captación de agua para la planta. Son tratamientos mecánicos y/o manuales; en las que se hace uso de materiales como el propio suelo. Tienen por objetivo retener suelo y sedimentos, impedir la formación de cárcavas, atenuar laderas accidentadas, captar e infiltrar agua de lluvia, reducir la velocidad de los escurrimientos, incrementar la humedad del suelo para asegurar la sobrevivencia de la planta.

El cajete es parte del mantenimiento que requiere una planta y es importante para el mantenimiento del árbol, funciona como microcuenca para la captación de agua, se debe mantener libre de hierbas, porque pueden quitarle luz al árbol (CONAFOR , 2010).

Se ha comprobado que la utilización de lotes con terraza presenta una mayor infiltración comparada con lotes sin terraza (Mancilla Villa, Oropeza Mota, & Martínez Menes, 2009).

6.4 Características de la especie

La respuesta de los pinos al consumo de agua es diferente dependiendo la especie, por ejemplo; *P. devoniana* es una especie intermedia en cuanto a la resistencia al estrés por sequía, es menos resistente que *P. cembroides* y *P. greggii*, pero más resistente que *P. pseudostrobus* (Gómez-Romero, *et al.*, 2012).

Las plantaciones de *Pinus devoniana* Lindl son muy importantes no solo para fines de restauración ecológica, sino también para la economía local, particularmente la del segmento más pobre de la sociedad mexicana, los indígenas nativos. (Sáenz Romero & Tapia-Olivares, 2008). Por lo que es de importancia probar nuevas tecnologías y prácticas que ayuden en futuras reforestaciones con esta especie.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Descripción de la especie

7.1.1 Taxonomía

Nombre científico: *Pinus devoniana* Lindl

Sinonimia: *Pinus michoacana* Mart.

7.1.2 Distribución

Se distribuye a lo largo de la Sierra Madre Occidental, extendiéndose por el sur hasta las montañas de Chiapas y en los estados del centro-Sur en el Eje Neovolcánico. La distribución de esta especie se ubica entre los paralelos 16° 35´ a 21° 15´ de latitud Norte y meridianos 92° 15´ a 105° 05´ de longitud Oeste. En México se le ha observado y reportado en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Veracruz, Guanajuato, Tlaxcala, Zacatecas, Colima, Hidalgo y Puebla (CONAFOR, 2001).

En Michoacán se encuentra en los municipios de los Reyes, Morelia, Parangaricutiro, Cherán, Uruapan, Ziracuaretiro, y en la sierra Madre del Sur en los municipios de Aguililla y Coalcomán (Acuña, 2013).

Habita en zonas de clima templado cálido, con una precipitación anual de 1,000 a 1,500 mm; en altitudes de 1,500 a 2,500 m (con crecimiento óptimo a 2,000 msnm) (Sáez Romero *et al.*, 2012).

Habita en bosques de Pino-encino y bosques de pino, mezclados con *Pinus montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. oocarpa* (Sáenz Romero & Tapia-Olivares, 2008)

7.2 Descripción del área de estudio

Se ubica entre los paralelos 19°21´ y 19°31´ de latitud norte; los meridianos 101°48´ y 102°00´ de longitud oeste; altitud entre 1 200 y 2 400 m.

Colindando al norte con los municipios de Uruapan y Tingambato; al este con los municipios de Tingambato, Salvador Escalante y Taretan; al sur con los municipios de Taretan y Uruapan; al oeste con el municipio de Uruapan. (INEGI, 2009).

7.2.1 Clima

Su rango de temperatura es desde 16 – 24°C.

Con una precipitación de 1 200 – 2 000 mm.

Un clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (53.07%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (26.05%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (12.26%) y templado húmedo con abundantes lluvias en verano (8.62%) (INEGI, 2009).

7.2.2 Edafología

Andosol (52.03%), Luvisol (23.31%), Leptosol (16.31%) y Cambisol (4.86%). (INEGI, 2009).

7.3 Ubicación del proyecto

Se eligió un área con una superficie de 48.91 ha, en donde se desarrolló la reforestación, fue seleccionado previamente mediante recorridos de campo y toma de fotografías aéreas con dron, en la (Fig. 1) se muestra el polígono donde fueron establecidas las parcelas experimentales.

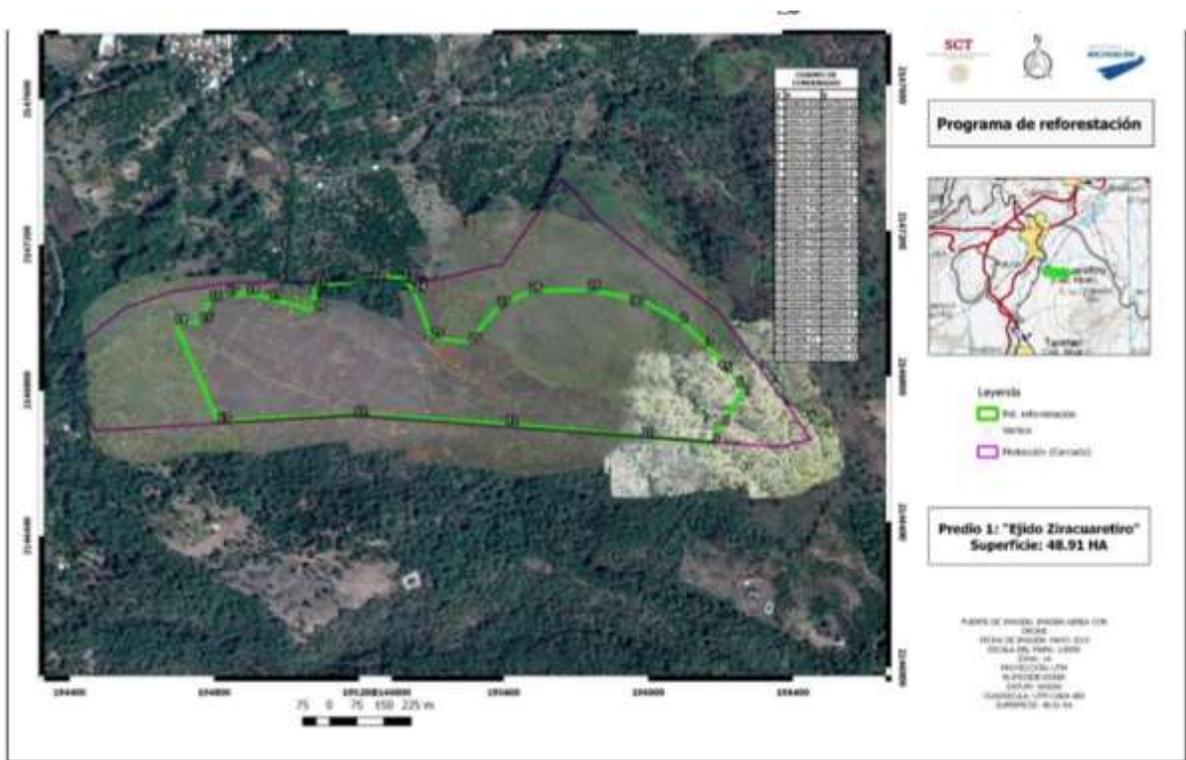


Figura 1 Ubicación del área de estudio

7.4 Descripción de la metodología

A la par que se realizaban los trabajos de reforestación se establecieron 14 parcelas experimentales. Fueron ubicadas con un equipo de geoposicionamiento global (GPS) (Tabla 1).

Sitio	Coordenadas	
	X	Y
1	0195513	2146885
2	0195619	2146869
3	0195222	2146752
4	0195243	2146816
5	0195338	2146998
6	0195587	2146816
7	0195287	2147026

Sitio	Coordenadas	
	X	Y
8	0195687	2146782
9	0195288	2146926
10	0195420	2146694
11	0195473	2146680
12	0195528	2146800
13	0195375	2146936
14	0195640	2146718

Tabla 1 Coordenadas de las parcelas experimentales

En las parcelas experimentales (Fig. 2), se aplicaron tres tratamientos y un testigo, con la finalidad de encontrar con cuál de los tratamientos la planta tendría el mayor porcentaje de sobrevivencia y un mejor desarrollo.

Cada parcela está conformada por tres especies:

- *Pinus oocarpa*
- *Pinus devoniana*
- *Quercus candicans*

Se delimito cada parcela con estacas en los cuatro puntos cardinales, tomando azimut con ayuda de un clinómetro, teniendo 36 m al norte y 27 m al este, formando así un rectángulo que dio origen a las parcelas experimentales con una superficie de 972 m² cada una.

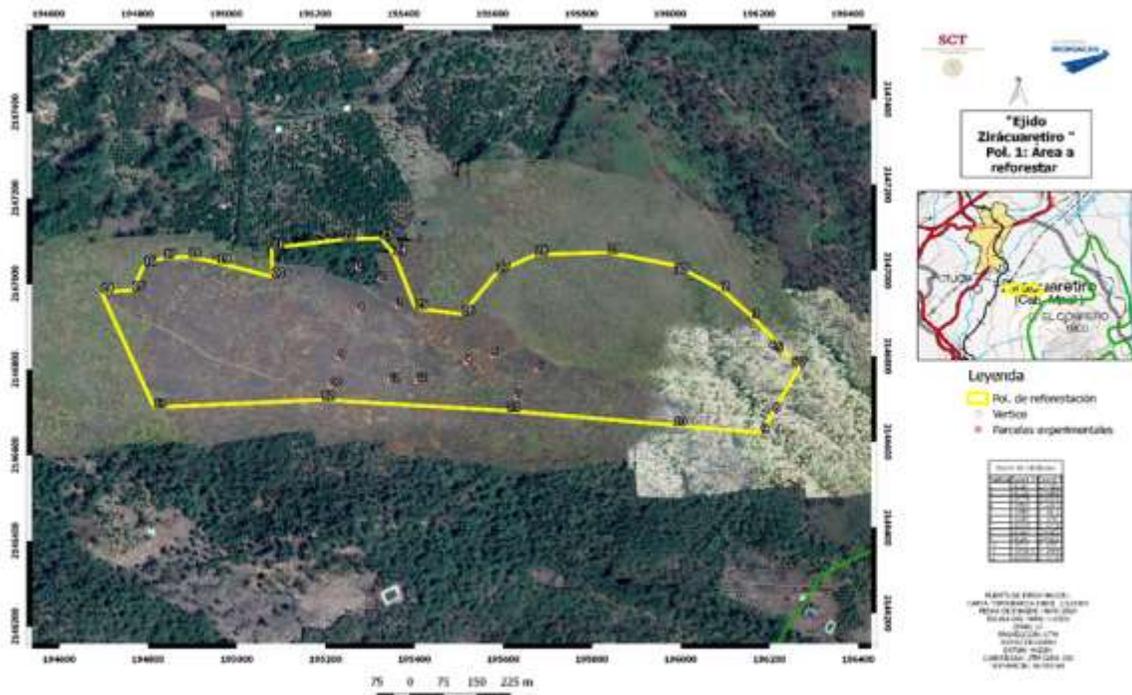


Figura 2 Ubicación de los sitios

Antes de realizar las actividades de establecimiento de la plantación se realizaron acciones de preparación del sitio. Se llevaron a cabo actividades de limpieza, lo cual consistió en la eliminación de maleza que pudiera dañar a la planta, únicamente en el espacio de establecimiento.

7.4.1 Plantación

Se implementó un diseño de plantación a marco real con separación entre plantas y líneas de 3x3 m (Fig. 3) obteniendo un total por parcela de 108 plantas con edad aproximada de un año. Para el caso de *Pinus devoniana* Lindl únicamente se cuenta con 36 plantas por sitio.

Las distancias y densidades empleadas se determinaron de acuerdo al crecimiento y desarrollo de la especie, es sus fases tempranas.



Figura 3 Diseño de plantación dentro de la parcela experimental

7.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar donde se aplicaron un testigo y tres tratamientos (Tabla 2); cada tratamiento está formado por tres repeticiones de tres individuos, con un total de nueve plantas por tratamiento. Dando un resultado de 36 plantas por especie en cada parcela experimental.

Se establecieron tres tratamientos y un testigo, los tratamientos fueron los siguientes

- Testigo
- Cajete
- Hidrogel 2 (6 g)
- Hidrogel 1 (3 g)

Repetición 1				Repetición 2				Repetición 3			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Tabla 2 Diseño del experimento

Los tratamientos se aplicaron en el momento de la plantación.

El testigo consistió únicamente en el retiro de la bolsa de la planta y se colocó dentro de la cepa, se agregó la tierra superficial, rellenándose con la tierra más profunda y se compacto de tal manera que no quedara tan fuerte para permitir la aireación y drenaje del suelo.

El tratamiento de cajetes o terrazas individuales, se realizaron de acuerdo al manual de conservación de suelo de la CONAFOR y fueron realizadas con azadón, posterior a la plantación quedando cada terraza individual con un diámetro de 1m.

Hidrogel de 6 g, se colocó la cantidad pesada previamente en una báscula de gramaje y en seco, el material se revolvió con la tierra y fue colocada alrededor de la raíz cubriéndose con más tierra para que el hidrogel quedase en contacto con la raíz y posteriormente se hidratase con el drenaje de la lluvia.

Para el caso del ultimo tratamiento se procedió a pesar la cantidad de 3 g de hidrogel y de igual manera que el tratamiento anterior se realizó la plantación.

7.6 Variables evaluadas

Se evaluaron las variables:

Sobrevivencia, incremento en diámetro, y altura.

Las evaluaciones se llevaron a cabo una al principio de la plantación y después cada tres meses.

7.6.1 Sobrevivencia

La sobrevivencia es uno de los parámetros de mayor importancia en la evaluación de los ensayos de reforestación, ya que representada la capacidad de adaptación de las especies a las condiciones de sitio.

La sobrevivencia fue evaluada de manera visual, contando los individuos que se encontraban muertos, y calculando el porcentaje de sobrevivencia como lo indica el manual de (CONAFOR, 2010).

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

Donde:

$\sum_{i=1}^n$ = Sumatoria de los datos de acuerdo a la variable a o m

p = Proporción estimada de árboles sanos

ai = Número de plantas vivas en el sitio de muestro i

mi = Número de plantas vivas y muertas en sitio de muestro i

7.6.2 Diámetro

El diámetro se midió a un centímetro del suelo con el apoyo de un vernier digital milimétrico.

El crecimiento se estimó con la siguiente formula:

$$D = Df - Di$$

Donde:

D = diámetro

Di = Primer registro en diámetro

Df = Ultimo registro en diámetro

7.6.3 Altura

El crecimiento es indicativo de vitalidad y expresa la respuesta a la adaptación de la especie al sitio.

El incremento en altura fue medido con un flexómetro (cm) se consideró como base la superficie del suelo hasta la yema apical.

El crecimiento en altura se estimó con la siguiente formula:

$$H = Hf - Hi$$

Donde:

H= Crecimiento en altura

Hi= Primer registro en altura

Hf= Ultimo registro en altura

7.7 Análisis de datos

Los datos del porcentaje obtenidos para cada tratamiento fueron normalizados utilizando la transformación del arco seno (Sokal & Rohlf, 1995) con la finalidad de cumplir los supuestos de normalidad, posteriormente se realizó la prueba estadística de Shapiro Wilk. Cumpliendo con los supuestos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar las diferencias significativas entre los tratamientos.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el Software IBM © SPSS © Statistic versión 19.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia presentado durante el periodo fue de 37.78%. Se observó una mayor mortalidad durante los meses de marzo a mayo, debido a que son los meses en que se presentan la mayor temperatura y la menor precipitación (Figura 4).

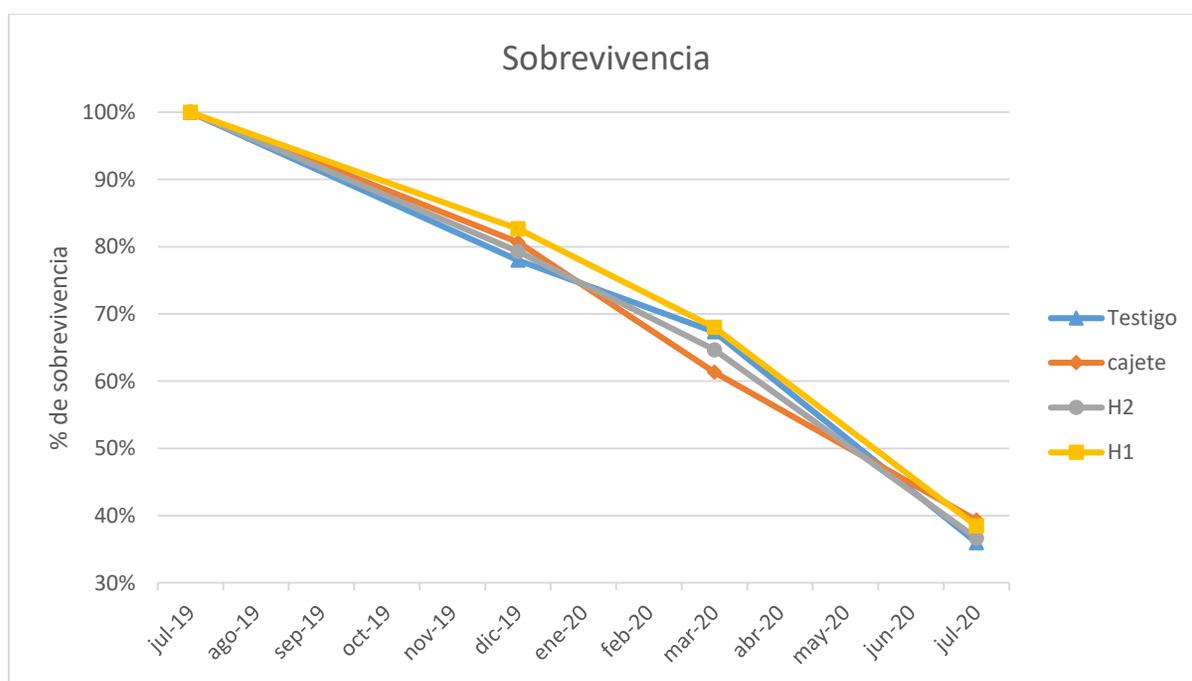


Figura 4 Sobrevivencia por mes

A un año del establecimiento el tratamiento de cajete obtuvo una mayor sobrevivencia (39.3%) posteriormente H1 (38.5%), H2 (36.7%) y por último el testigo (36.00%) (Figura 5).

En general la condición del sitio, tanto topográficas como meteorológicas implican restricciones para la sobrevivencia, (Musalem, 1984) sostiene que la supervivencia de las plantas más jóvenes se merma en un periodo crítico que inicia en octubre y termina a finales de mayo, ya que en este lapso existen condiciones de bajas temperaturas (heladas), alta radiación solar y sequía.

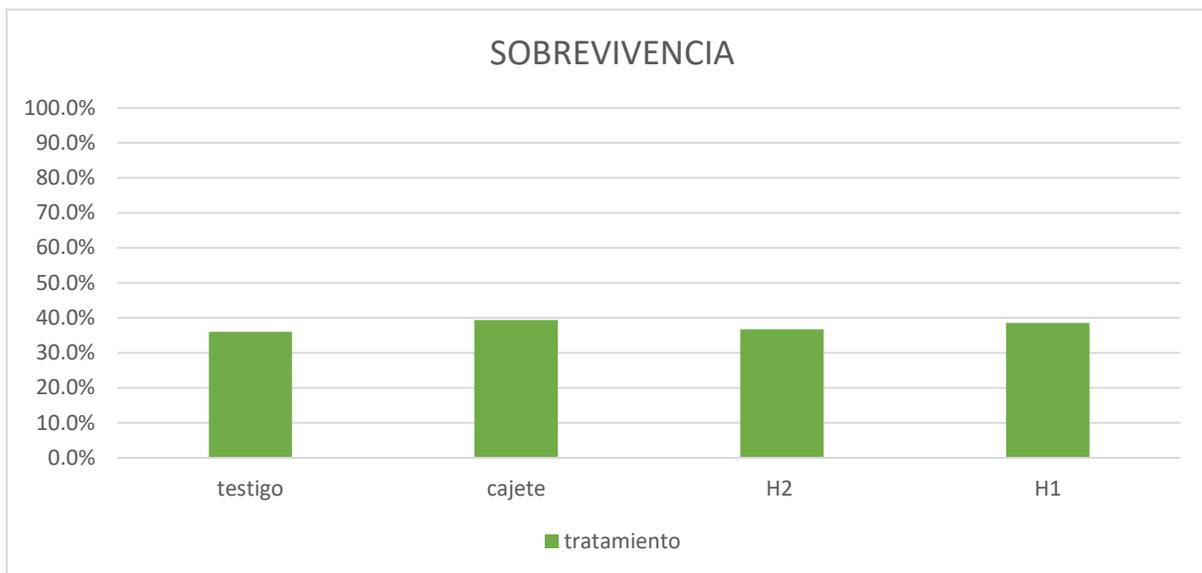


Figura 5 Sobrevivencia por tratamiento

Los resultados del análisis de varianza para la sobrevivencia no mostraron diferencias significativas en los tratamientos aplicados ($P=.919$) (Anexo 1), sin embargo, se puede observar que se tuvo una mejor sobrevivencia con el uso de cajetes y el menor porcentaje de sobrevivencia lo presenta el testigo (Figura 5).

A un año de establecimiento en *Pinus devoniana* Lindl se muestra una sobrevivencia de 37.78% en donde el testigo es el que tiene un valor de sobrevivencia más bajo, para el caso de los hidrogeles la cantidad de 3 g presenta un porcentaje de sobrevivencia superior a H2 de 6 g.

(Hernández, 2014) reporta una sobrevivencia a un año de 43.33% en una evaluación de tres dosis de hidrogel para *Pinus arizonica* Engelm, en la que el testigo presenta la menor sobrevivencia y la dosis más alta de hidrogel (7.5 g) tiene la mayor sobrevivencia.

Es importante aclarar que (Hernández, 2014) utilizó una especie distinta y distintas dosis de hidrogel, pero aun así el uso de hidrogel en ambas especies no es estadísticamente significativo.

(Rodríguez, 2018) en su ensayo evaluación del efecto de cinco métodos de preparación de suelo en la sobrevivencia y desarrollo de *Pinus pseudostrobus* Lindl reporta que la tasa de sobrevivencia más alta la tiene la obra de microcuenca/ terraza individual o cajete. En este ensayo se obtiene el mismo resultado para *Pinus devoniana* Lindl, dando como resultado que el tratamiento de cajete fue el que obtuvo una mejor respuesta en sobrevivencia comparado con el testigo, que obtuvo el menor porcentaje.

Es importante aclarar que (Rodríguez, 2018) habla de una especie distinta, pero se puede comprobar que el uso de cajetes ayuda a obtener una mejor respuesta en sobrevivencia en ambas especies.

8.2 Diámetro

El tratamiento que presentó un mejor incremento en diámetro fue el testigo (8.87 mm) seguido de H1 (6.69 mm), cajete (6.097 mm) y por último H2 (4.79 mm) (Figura 6).

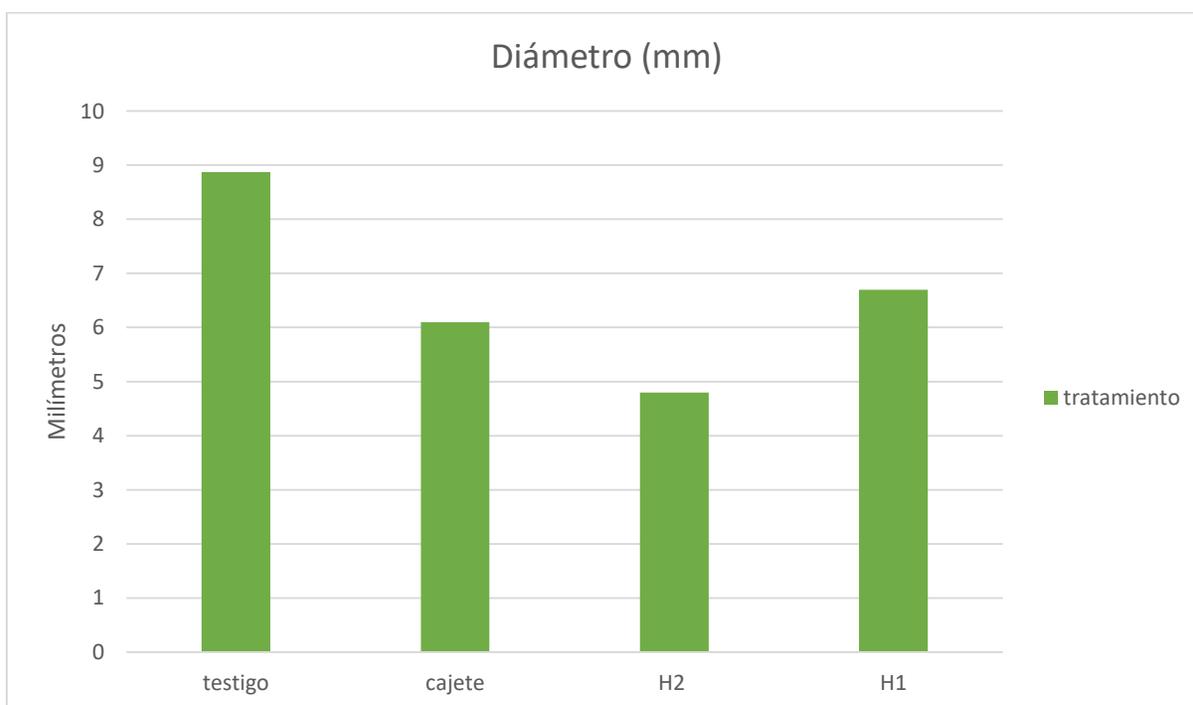


Figura 6 Crecimiento en diámetro por tratamiento

Los resultados del análisis de la varianza para los diámetros promedio no mostraron diferencias significativas ($P=123$) (Anexo 2), a pesar de eso, el tratamiento de testigo mostro un mayor incremento en diámetro y el menor incremento lo tiene H2.

En este ensayo los incrementos en diámetro promedio van desde 4.79 mm a 8.77 mm, donde testigo tiene el mayor incremento en diámetro y el que menor incremento muestra es la dosis de hidrogel (6 g).

(Hernández, 2014) en su estudio señala que los incrementos en diámetro para *Pinus arizonica* Engelm van desde 2.4 mm a 3.1 mm a un año de establecimiento, mostrando un mayor diámetro la dosis de hidrogel (7.5 g) y la de menor diámetro (5 g),

Para el estudio de (Hernández, 2014) entre más cantidad de hidrogel tenga la planta mejor resultados obtendrá, para este ensayo y con la especie de *Pinus devoniana* Lindl la dosis de hidrogel menor (3g) es la que representa mejores resultados comparada con una dosis de hidrogel de 6 g.

Es una especie distinta, pero para ninguna de las dos especies en condiciones ambientales distintas es estadísticamente significativo usar hidrogel para obtener mejores resultados en crecimiento en diámetro.

(Reyes, 1994) Reporta que una dosis de hidrogel de 10 g no muestra diferencias significativas en el crecimiento en diámetro de la especie de *Pinus michoacana* en su ensayo se observa que los testigos muestran un mejor crecimiento en diámetro comparado con el hidrogel, *Pinus michoacana* es la sinonimia de *Pinus devoniana* Lindl especie con la cual se trabajó en este ensayo y en la cual tampoco se muestra diferencia significativa en el crecimiento en diámetro con el uso de hidrogeles, donde de igual manera se puede observar que los testigos tienen un mejor resultado en crecimiento en diámetro.

8.3 Altura

Después de un año de establecimiento, los individuos con cajete mostraron un mayor crecimiento en altura (18.02 cm), H1 (16.53 cm), testigo (12 cm) y por último H2 (11.32 cm) (Figura 7).

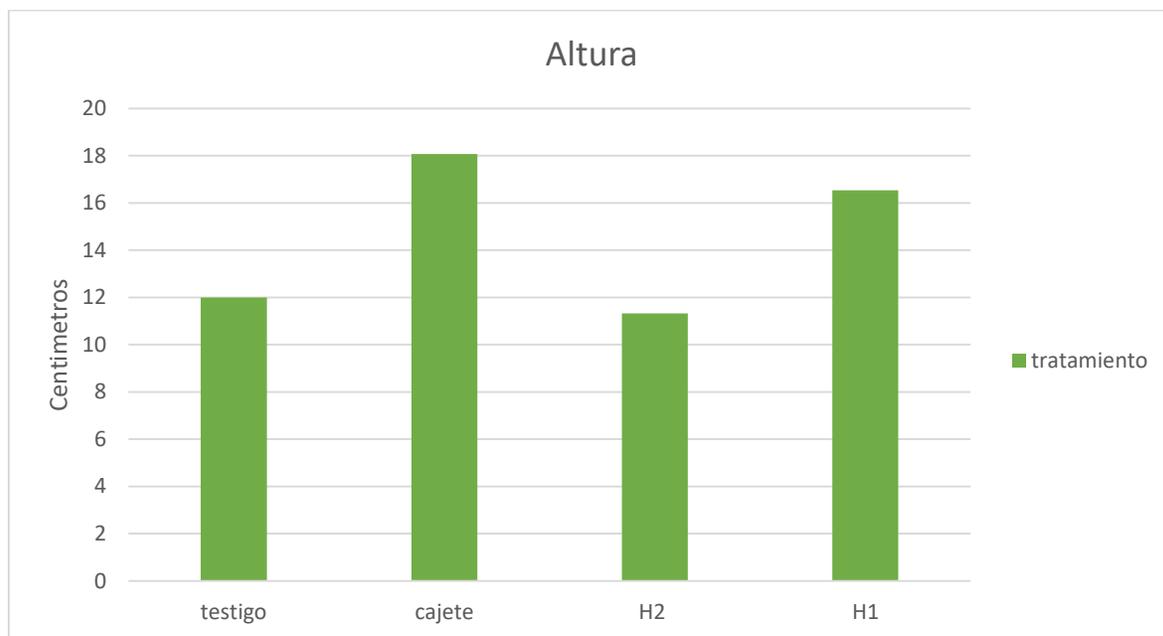


Figura 7 Crecimiento en altura por tratamiento

Los resultados del análisis de varianza para altura no mostraron diferencias significativas ($P=.376$) (Anexo 3), en la figura 7 se puede observar que el tratamiento de cajete obtuvo una mejor respuesta en cuanto al crecimiento en altura y el que menor crecimiento muestra en el H2.

(Salazar García, y otros, 1999) señalan que los componentes del crecimiento en altura también son un resultado de la capacidad de adaptación de los individuos a condiciones ambientales específicas del sitio.

La altura de la planta se ve influenciada por las condiciones ecológicas del suelo y su dimensión refleja el nivel de adaptación

Se pudo observar que el segundo tratamiento que muestra un mayor incremento en altura es H1 (3g), mientras que la dosis de H2 (6 g) fue la que menor incremento mostro, observando que para *Pinus devoniana* Lindl entre menos cantidad de hidrogel tenga la planta obtendrá mejores resultados.

(Hernández, 2014) habla de un incremento en altura de 6.133 cm a 8.038 cm, obteniendo como resultado que la dosis de hidrogel de 7.5 g tiene una mejor respuesta en cuanto a crecimiento en altura.

(Rodriguez, 2018) en su investigación evaluación del efecto de cinco métodos de preparación de suelo en la sobrevivencia y desarrollo de *Pinus pseudostrobus* Lindl, obtuvo una mejor respuesta en el crecimiento en altura con el tratamiento de microcuencas también conocido como cajetes, y este ensayo se obtiene de igual manera para la especie de *Pinus devoniana* Lindl una mejor respuesta de crecimiento en altura con el tratamiento de cajete.

Son dos especies totalmente distintas y las condiciones climatológicas no son iguales, pero se puede observar que para ambas especies el uso de cajetes ayuda a obtener mejores resultados en cuanto al crecimiento en altura.

(Reyes, 1994) En su ensayo reporta que una dosis de hidrogel de 10 g ayudo a que *Pinus michoacana* tuviera un mejor resultado para la variable de altura comparada con testigo. En esta investigación se reporta que una dosis de hidrogel de 3 g si ayuda a que la planta tenga un mejor crecimiento en altura comparado con los testigos, pero una dosis de hidrogel de 6 g muestra resultados menos favorables para la planta en comparación al testigo.

9. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en esta investigación realizada en un periodo de un año, se puede concluir que:

La aplicación de los diferentes tratamientos no muestra diferencias estadísticamente significativas para la sobrevivencia y desarrollo de *Pinus devoniana* Lindl, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

Se pudo observar que la mortalidad tan alta que presentó *P. devoniana* Lindl se puede atribuir principalmente al ataque de hormigas, lo cual influyó en los resultados, ya que una gran parte de las plantas se encontraron defoliadas.

El uso de hidrogel en distintas dosis muestra diferencias, pero no son significativas. Se observa que la especie tiene mejores resultados en cantidades menores de hidrogel (3 g) ya que el uso de hidrogel de 3 g fue el segundo tratamiento que muestra mejores resultados para todas las variables evaluadas.

Aplicar una dosis mayor como fue el caso de H2 (6g) no es recomendable para *Pinus devoniana* Lindl ya que no tiene efecto en sobrevivencia y la planta no muestra desarrollo en diámetro y altura.

El uso de cajetes es recomendable para obtener mejores resultados en sobrevivencia y crecimiento en altura para la especie de *Pinus devoniana* Lindl, pero para el crecimiento en diámetro no muestra ningún efecto.

Para el crecimiento en diámetro se observó una mejor respuesta con los testigos, por lo cual no es de gran importancia utilizar ningún tratamiento para el desarrollo en diámetro.

Es importante continuar realizando trabajos de investigación, considerando los posibles efectos de los diferentes tratamientos, por periodos más largos, ya que se pudieran encontrar diferencias en el desarrollo de los arboles a largo plazo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, D. C. (2013). *MIGRACIÓN ASISTIDA DE PROCEDENCIAS DE Pinus pseudostrobus, P. devoniana y P. leiophylla EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRIMICUARO, MICHOACÁN [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]*. Morelia, Michoacán.
- Agaba, H., Baguma Orikiriza, L., Osoto Esegu, J., Obua, J., Kabasa, J., & Aloys. (2010). Effects of Hydrogel Amendment to Different Soils on Plant Available Water and Survival of Trees under Drought Conditions. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 328 - 335.
- Barón Cortés, A., Barrera Ramírez, L., Boada Eslava, L., & Rodríguez. (2007). Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. *Redalyc*, 25-44. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/643/64327305.pdf>
- Bernaola Paucar, R. M., Zamora Natera, J. F., Vargas Radillo, J. J., Cetina Álcala, V. M., Rodríguez Macías, R., & Salcedo Pérez, E. (2016). Calidad de planta en etapa de vivero de dos especies de pino en sistema Doble-Trasplante. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(33).
- biodiversidad, C. n. (30 de septiembre de 2020). *Biodiversidad Mexicana*. Obtenido de Biodiversidad Mexicana: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/reforestacion>
- Campo García, A. D., Aguilera, S. A., Lindón Cerezuela, A., & Segura Orenga, G. (2008). INFLUENCIA DEL TIPO Y DOSIS DE HIDROGEL EN LAS PROPIEDADES HIDROFÍSICAS DE TRES SUELOS FORESTALES DE DISTINTA TEXTURA. *Sociedad española de ciencias forestales*, 137-143.
- CONAFOR. (2001). *Pinus devoniana* Lindley.
- CONAFOR. (2010). *Prácticas de reforestación Manual básico*. Zapopan, Jalisco, México.
- Gómez Pérez, A. A. (2014). *Aplicación del Hidrogel como Retenedores de Agua en la agroforestería [tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]*. Saltillo, Coahuila, México.

- Gómez-Romero, M., Soto-Correa, J. C., Blanco-García, J. A., Sáenz-Romero, C., Villegas, J., & Lindig-Cisneros, R. (2012). Estudio de especies de Pino para restauración de sitios degradados. *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n8/v46n8a5.pdf>
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G., & Gama-Flores, J. (1998). Adaptaciones y estrategias de las plantas de zonas áridas. *Chapingo serie Ciencias forestales y del ambiente*, 169.178.
- Hernández, N. P. (2014). *Evaluación de tres dosis de hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo de Pinus arizonica Engelm, variedad stormiae Martínez plantados bajo condiciones de sequía extrema [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]*. Saltillo, Coahuila.
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16111.pdf
- Mancilla Villa, O. R., Oropeza Mota, J. L., & Martínez Menes, M. (2009). Evaluación de terrazas de banco para plantaciones comerciales. *Revista de ciencias forestales México*, 34(105).
- Moreno, C. C. (2001). *Influencia de la calidad de Pinus Pseudostrobus Lindl, en sobrevivencia y crecimiento de un ensayo de reforestación en Iturbide, Nuevo León [Tesis de licenciatura, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN]. FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, Linares, Nuevo León.*
- Musalem, M. A. (1984). Effect of environmental factors on regeneration of pinus montezumae lamb, in a temperate forest of Mexico.
- Ortega, M. O. (2006). *Respuesta fisiológicas y bioquímicas de dos especies de pinos en condiciones limitantes de humedad [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del estados de Hidalgo]*. Tulancingo de Bravo, Hidalgo.
- Palacios Romero, A., Rodríguez Laguna, R., Prieto García, F., Meza Rangel, J., Razo Zárate, R., & Hernández Flores, M. (2015). Supervivencia de Pinus leiophylla Schiede ex Schltdl. et Cham. en campo mediante la aplicación de espuma fenólica hidratada. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(32), 83-92.

Obtenido

de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000600083&lng=es&tlng=es.

Palacios Romero , A., Rodriguez Laguna, R., Prieto Garcia, F., Meza Rangel, J., Razo Zarate, R., & Hernández Flores, M. (2016). Hidrogel como mitigador de estrés hídrico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(5).

Palacios-Romero, A., Rodriguez-Laguna, R., Razo-Zárate, R., Meza-Rangel, J., Prieto-García , F., & Hernandez-Flores, M. (2017). Espuma fenólica de célula abierta hidratada como medio para mitigar estrés hídrico en plántulas de *Pinus leiophylla*. *Madera y Bosques*, 43-52. doi:10.21829/myb.2017.232512

Prieto-Ruíz, J., Almaraz Roldán, R. J., Corral-Rivas, J. J., & Díaz Vázquez, A. (2012). Efecto del estrés hídrico en *Pinus cooperi* Blanco durante su preacondicionamiento en vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(12).

Ramos González, R., Velázquez Manzano , K., De la Rosa Loera , M., Váldez Flores , A., & Segura , C. E. (2009). Atrapamiento de sustancias húmicas en hidrogeles de gelatina con aplicación en agricultura. *CienciaCierta*, 14-16.

Reyes, A. G. (1994). EVALUACIÓN DE UN POLIMERO RETENEDOR DE HUMEDAD EN PLANTACIONES DE *Pinus* spp EN EL BOSQUE-ESCUELA DEL IMCyP [Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara]. *Guadalajara*.

Robles Villanueva, F., Rodríguez Trejo, D. A., & Villanueva Morales, A. (jul./ago. de 2017). Calidad de planta y supervivencia en reforestación de *Pinus montezumae* Lamb. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 8(42).

Rodríguez, J. A. (2013). EFECTO DEL MANEJO Y CALIDAD DE PLANTA EN VIVERO, EN LA SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE *Pinus pseudostrobus* Lindl. EN SITIOS DE BAJA PRODUCTIVIDAD [Tesis de maestría, Universidad autónoma de Nuevo León]. Facultad de ciencias forestales, Linares, Nuevo León.

Rodriguez, J. C. (2018). EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE SUELO EN LA SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DE *Pinus pseudostrobus* Lindl, EN EL CAMPO FORESTAL EXPERIMENTAL LAS

CRUCES [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo]. Chapingo, México.

Sáenz Reyes, J., Villaseñor Ramírez, J., Muñoz Flores, H., Rueda Sánchez, A., & Prieto Ruíz, J. (2013). Evaluación de plantaciones de restauración en tres municipios del estado de Michoacán. *INIFAP*(32).

Sáenz Romero, C., & Tapia-Olivares, B. (2008). Genetic variation in frost damage and seed zone delineation within an altitudinal transect of *Pinus devoniana* (*P.michoacana*) in Mexico. *Silvae genetica*, 57(16), 165-170. doi:<https://doi.org/10.1515/sg-2008-0025>

Sáenz Romero, C., Aguilar Aguilar, S., Silva Farías, M. Á., Madrigal Sánchez, X., Lara Cabrera, S., & López Upton, J. (2012). VARIACIÓN MORFOLÓGICA ALTITUDINAL ENTRE POBLACIONES DE *Pinus devoniana* Lindl Y LA VARIEDAD PUTATIVA *cornuta* EN MICHOACÁN. *Revista Mexicana de Ciencias forestales*, 3(13).

Salazar García, J. G., Vargas Hernández, J., Jasso Mata, J., Molina Galán, J., Ramírez Herrera, C., & López Upton, J. (1999). Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades tempranas. *Madera Y Bosques*, 19-34.

Salazar García, J. G., Vargas Hernández, J., Jasso Mata, J., Molina Galán, J., Ramírez Herrera, C., & López Upton, J. (1999). Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades tempranas. *Madera y Bosques*, 2(5), 19-34. Obtenido de <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumenes/5.2/pdf/Salazar%20et%20al%201999.PDF>

Sermeño, M. A. (2000). *Calidad de la planta de Pinus pseudostrobus lind, cultivado en dos sistemas de producción en vivero y su rendimiento inicial en una plantación forestal en Sta. Rosa, Iturbide N.L [Tesis de licenciatura, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN].* Facultad de ciencias forestales, Linares Nuevo León.

- Sigala Rodríguez, J. Á., González Tagle, M. A., & Jiménez Pérez, J. (2015). Análisis de supervivencia para una reforestación con *Pinus pseudostrobus* Lindl. en el sur de Nuevo León. *Ciencia UANL*.
- Sigala Rodríguez, J. Á., González Tagle, M. A., & Prieto Ruíz, J. Á. (2018). Supervivencia en plantaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en función del sistema de producción y preacondicionamiento en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(30), 20-31. Obtenido de <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/205/243>
- Wightman, K., & Cruz Blas, S. (2003). LA CADENA DE LA REFORESTACIÓN Y LA IMPORTANCIA EN LA CALIDAD DE LAS PLANTAS. *Foresta Veracruzana*, 5(1), 45-51.

11. ANEXOS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.031	3	.010	.166	.919
Dentro de grupos	3.199	51	.063		
Total	3.230	54			

Anexo 1 Resultados del ANOVA para sobrevivencia

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
LOGDPROM	Entre grupos	.408	3	.136	2.023	.123
	Dentro de grupos	3.290	51	.067		
	Total	3.697	54			

Anexo 2 Resultados de ANOVA para diámetro

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
LOGHPROM	Entre grupos	.703	3	.234	1.058	.376
	Dentro de grupos	10.634	51	.222		
	Total	11.337	54			

Anexo 3 Resultados de ANOVA para altura