



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**EVALUACIÓN DE REFORESTACIÓN EN ÁREA NATURAL PROTEGIDA DE  
ESPECIES DE *Pinus*, SAN MIGUEL CANOA, PUEBLA**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA**

**FELIPE NERI RAMÍREZ BARONA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. FRANCISCO DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ**

**Tetela de Ocampo, Puebla, México. Mayo de 2015.**



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**EVALUACIÓN DE REFORESTACIÓN EN ÁREA NATURAL PROTEGIDA DE  
ESPECIES DE *Pinus*, SAN MIGUEL CANOA, PUEBLA**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA**

**FELIPE NERI RAMÍREZ BARONA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. FRANCISCO DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ**

**ASESORES**

**M.C. JOAQUÍN ESTEBAN MEDINA**

**M.C. VERÓNICA TORRES VALENCIA**

**Tetela de Ocampo, Puebla, México. Mayo de 2015.**

**La presente tesis titulada:** Evaluación de reforestación en área natural protegida de especies de *Pinus*, San Miguel Canoa, Puebla, y realizada por Felipe Neri Ramírez Barona, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

**LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**  
**Facultad de Ingeniería Agrohidráulica**

**Consejo Particular integrado por:**

**Firma**

**Director:** Dr. Francisco Domínguez Hernández



**Asesor:** M.C. Joaquín Esteban Medina



**Asesora:** M.C. Verónica Torres Valencia



**Tetela de Ocampo, Puebla, México. Mayo de 2015.**

**El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado:** Gestión sostenible de sistemas agrícolas y agroforestales **y de la Línea de Investigación:** Desarrollo rural y manejo de las cuencas hidrográficas. **Dicho trabajo, fue financiado** con recursos propios.

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios.***

*Primero y antes que nada, gracias a Dios Por ser mi padre y confidente, haberme dado salud, estar junto a mí en cada paso, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes, cada maravilloso día para cumplir cada una de mis metas y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante mis estudios, para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

### ***A ti Madre.***

*Adriana Isabel Barona Sánchez por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad. ¡Gracias por darme la vida! ¡Te quiero mucho!*

### ***A ti Padre.***

*Candelario Ramírez Suarez a quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el Apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional.*

### ***A mis Hermanos***

*María Mirna Ramírez Barona, Claudia Ramírez Barona y cristhian Alexander Ramírez Barona por su apoyo incondicional en apoyo a mis padres y económicamente para la terminación de la carrera en la que estudie y apoyo moralmente gracias*

### ***A mi novia y amiga***

*Catalina Luna Sánchez por ser alguien muy especial en mi vida y por demostrarme que en cada momento cuento con ella, su interminable amor que en todo momento ha sido apoyo y fuerza, para lograr mis metas, por la paciencia y ternura con la que respondía en mis momentos de enojo y desesperación, gracias por tu apoyo incondicional.*

### ***A mis amigos***

*Que son las personas que han estado más cerca de mí en estos años de universidad impidiendo que me sienta solo, apoyándome y regañándome cuando era necesario, y asíéndome pasar momentos inolvidables.*

## AGRADECIMIENTOS

*Primero y antes que nada, gracias a Dios, por estar junto a mí en cada paso, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante mis estudios.*

*Se le agradece a la institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Buap)** que me dieron la oportunidad de formar parte de ellas. ¡Gracias!*

*A la facultad de ingeniería Agrohidráulica campus Tetéla de Ocampo por permitirme estar en las instalaciones donde pude cursar los cuatro años de carrera universitaria y hacer prácticas durante toda la carrera.*

*El reconocimiento a mi novia **Catalina Luna Sánchez** por su infinita ayuda en la recopilación de datos en campo, y por su apoyo incondicional durante los cuatro años de carrera, y por ser especial en mi vida*

*A mis padres **Candelario Ramírez Suarez** y **Adriana Isabel Barona Sánchez** que se sacrificaron por mi bienestar, guiaron mis pasos con mucho amor, me enseñaron a continuar luchando para vencer los obstáculos, sin perder la esperanza de conseguir las metas propuestas, a pesar de los tropiezos y dificultades que se han presentado en el difícil sendero de mi vida.*

*Especial reconocimiento y agradecimiento al **Dr. Francisco Domínguez Hernández** mi por ser Director de Tesis por sus sabios conocimientos, su don de gente, y sobre todo por su inestimable apoyo y confianza depositada en mi persona.*

*Sin dejar de lado un eterno agradecimiento al cuerpo de asesores conformado por la **Ing. Verónica Torres Valencia** y el **Mc. Joaquín Esteban Medina**. Por su invalorable respaldo y aporte técnico en la culminación de este trabajo investigativo.*

*Agradecer al **Ing. Amado Fernández Islas** por permitirnos hacer servicio social en la institución de la CONANP (comisión nacional de áreas naturales protegidas) revisando físicamente los proyectos de reforestación y la elaboración de estufas ahorradoras de leña. Ya que fue material de investigación de elaboración de tesis en san miguel canoa puebla.*

*Se le agradece a la **Comisariada Eligiá Sánchez** y a su esposo **Adrián Luna** de San Miguel Canoa Junta Auxiliar de Puebla, por facilitarnos los medios para la realización de la investigación y el respaldo dentro de la comunidad, para llevar a cabo la investigación en campo.*

*Al **técnico forestal Mario Karin** se le agradece por su ayuda en la ubicación de los predios de investigación en San Miguel Canoa y a la recopilación de datos en campo, por su infinito apoyo.*

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRAC</b> .....	xii
<b>PALABRAS CLAVE</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
2.2. Objetivo general.....	3
2.3. Objetivos particulares.....	3
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
4.1. Evaluación de la reforestación.....	4
4.2 problemática local de la reforestación.....	4
4.2.1. Problemática de las áreas naturales protegidas (ANP).....	4
4.2. Descripción de las especies .....	4
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	8
5.1. Ubicación del área experimental.....	8
5.2. Clima.....	9
5.3. Hidrología.....	9
5.4. Flora.....	10
5.5. Fauna.....	10
5.6. Sector primario.....	11
5.7. Materiales.....	11
5.7. Metodología.....	11
5.8. Diseño experimental.....	12
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	14
6.1. Supervivencia de las especies de <i>Pinus hartwegii</i> y <i>Pinus montezumae</i> en la reforestación del año 2014 del Parque Nacional La Malinche.....	14
	16

6.2. Características morfométricas de las especies. Las variables fueron diámetro al cuello de la raíz y altura morfométrica de la plántula.....	15
6.3. Evaluar el porcentaje de supervivencia de <i>Pinus hartweggi</i> y <i>Pinus moctezumae</i> .....	19
<b>VII. CONCLUSIONES</b> .....	21
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b> .....	22
<b>IX. ANEXOS</b> .....	24

---

## ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
<b>Cuadro 1.</b> Áreas naturales protegidas del estado de Puebla.....	2
<b>Cuadro 2.</b> Descripciones de la flora en el Área Natural Protegida en Parque Nacional la Malinche.....	12
<b>Cuadro 3.</b> Descripción de la fauna silvestre más frecuentes en el Área Natural Protegida la Malinche son. ....	12
<b>Cuadro 4.</b> Utilización de herramienta para la investigación en campo.....	13
<b>Cuadro 5.</b> Diseño del muestreo de las especies de <i>Pinus hartwegii</i> con un diseño completamente al azar.....	16
<b>Cuadro 6.</b> Diseño del muestreo de las especies de <i>Pinus moctezumae</i> en un diseño completamente al azar.....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio de San Miguel Canoa.....	9
<b>Figura 2.</b> Supervivencia de las especies de <i>P. hartwegii</i> y <i>P. moctezumae</i> en la reforestación del año 2014 del Parque Nacional La Malinche.....	18
<b>Figura 3.</b> Altura morfométrica de la planta y comparación entre especies <i>P. hartwegii</i> y <i>P. moctezumae</i> .....	19
<b>Figura 4.</b> Características morfométricas de las especies, variables en Diámetro al cuello de la raíz, de <i>P. hartwegii</i> y <i>P. moctezumae</i> .....	20
<b>Figura 5.</b> Características morfométricas de las especies. Las variables fueron diámetro al cuello de la raíz y altura morfométrica de la plántula <i>P. hartwegii</i> y <i>P. moctezumae</i> . .....	21
<b>Figura 6.</b> Evaluación el porcentaje de supervivencia de <i>P. hartwegii</i> y <i>P. moctezumae</i> .....	22

## EVALUACIÓN DE REFORESTACIÓN EN ÁREA NATURAL PROTEGIDA DE ESPECIES DE *PINUS*, SAN MIGUEL CANOA, PUEBLA

### RESUMEN

En México se tiene aproximadamente 64 millones de hectáreas de bosques, en el Estado de Puebla se encuentran 253 mil ha forestales. En el Parque Nacional La Malinche se tienen bosques conformados por *Pinus hartwegii* y *Pinus moctezumae*, donde se manifiestan de manera recurrente problemas de tala clandestina e incendios forestales en la parte forestal de Puebla. Por lo cual, las jornadas de reforestación realizadas anualmente para rehabilitar esas partes deforestadas son necesarias para incrementar la cobertura forestal. Por ello, en esta investigación se propone la necesidad de evaluar la sobrevivencia de las plántulas y la calidad de las mismas. En base a los resultados se determinara la especie más adaptable y eficiente para la reforestación en las áreas afectadas. Se realizó el conteo directo de los arbolitos en los rodales del área de investigación, diseñando dos sitios de 1 ha. Se establecieron cinco sitios de muestreo de 400 m<sup>2</sup> con plántulas de la reforestación del año 2014, midiendo las variables diámetro al cuello de la raíz y altura foliar. Los resultados nos muestran la altura total promedio del *Pinus hartwegii* de 27.77 cm y *Pinus moctezumae* 22.08 cm y en diámetro promedio al cuello de raíz de *P. hartwegii* 9.97 mm y *P. moctezumae* fue de 8.61 mm y con una sobrevivencia de *hartwegii* 94.25% y *moctezumae* de 88.62%. Con lo anterior, se proponen programas anuales de plantación y reforestación para la recuperación productiva de las áreas degradadas del bosque mediante jornadas de reforestación de *Pinus hartwegii* y en menor cantidad de *Pinus montezumae* para la conservación de las especies en su hábitat natural, ante las dependencias como CONAFORT, CONANP y PRONATURA, de acuerdo a los resultados, discusión y conclusiones del presente estudio son las especies que se adaptan a esas condiciones en la Comunidad San Miguel Canoa, Puebla.

**Palabras clave:** *Pinus hartwegii*. *Pinus moctezumae*, tala clandestina, incendios forestales, dasimetría.

REFORESTATION EVALUATION IN NATURAL AREA PROTECTED SPECIES OF *PINUS*,  
SAN MIGUEL CANOA, PUEBLA

ABSTRACT

In Mexico it has about 64 million hectares of forests in the state of Puebla are 253 000 forest has . In the La Malinche National Park have made up *Pinus hartwegii* and *Pinus moctezumae* where manifest recurrent problems illegal logging and forest fires in forests of Puebla. Therefore, the reforestation activities performed annually to rehabilitate these deforested parts are needed to increase forest cover. Therefore, in this research the need to assess seedling survival and quality of them is proposed. Based on the results the most adaptable and efficient for reforestation in areas affected species was determined. Direct counting of trees in stands of the research area was performed by designing two sites of 1 ha. Five sampling sites 400 m<sup>2</sup> with reforestation seedlings were established in 2014, measuring variables collar diameter root and leaf height. The results show the average total height of Pine hartwegii of 27.77 cm and 22.08 cm and *Pinus moctezumae* average root collar diameter of 9.97 mm hartwegii P. and P. moctezumae was 8.61 mm and a survival of 94.25 % and hartwegii moctezumae of 88.62 %. With this, annual planting and reforestation programs for productive recovery of degraded forest areas are proposed through reforestation activities of *Pinus hartwegii* and fewer *Pinus montezumae* for the conservation of the species in the wild , with the departments as CONAFORT, CONANP and Pronatura , according to the results , discussion and conclusions of this study are the species that are adapted to these conditions in the Community San Miguel Canoa, Puebla.

**Keywords:** *Pinus hartwegii*. *Pinus moctezumae*, illegal logging, forest fires, forest mensuration.

**ABREVIATURAS**

CONAFOR	Comisión Nacional Forestal.
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
AMP	Altura Morfométrica de la Planta
DCR	Diámetro Cuello de Raíz
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INEGI	Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía
P	Pinus
PRONATURA	Programa de Protección a la Naturaleza
SAS	Statistical Analysis System
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

## I. INTRODUCCIÓN

En México se tiene aproximadamente 64 millones de hectáreas de bosques, en el Estado de Puebla se encuentran 253 mil ha forestales, la sociedad demanda de los bosques la producción de diversos bienes como madera, leña, carbón, trementina, entre otros, así como servicios de recreación, protección a la fauna silvestre y al suelo, captación de agua de lluvia, secuestro de carbono, entre otros (Vega, 1995).

La destrucción de la vegetación de los ecosistemas forestales en México está ligada a actividades antropogénicas como agricultura, ganadería y forestaría mal planificadas, En el estado de Nuevo León se desmontaron 157,875 ha durante el periodo 1981 a 1986 para efectos de actividades agrícolas y ganaderas (Medina, 1995).

Los pinos son muy importantes y frecuentemente componentes dominantes de la vegetación de una gran extensión de bosque es el país. Tienen una gran importancia económica por la utilización de la pulpa para fabricar papel, los frutos, las resinas, la madera y otros productos (Richardson, 1998). Influyen en los ecosistemas de muchas maneras; afectan los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos, regímenes de fuego, proveen alimento y crean hábitat para animales; determinan el régimen de cambio climático a nivel regional y global (Richardson, 1998).

Según Flores *et al* (1971) los bosques de coníferas ocupan cerca del 15 % del territorio nacional y de estos del 90 % corresponden a bosques de pino o de pino y encino.

En México en los últimos años se ha incrementado considerablemente la producción de planta forestal para diversos programas de gobierno federal y los gobiernos estatales, principalmente para los programas de reforestación y forestación. Sin embargo, los resultados de estos programas no son satisfactorios debido al alto porcentaje de mortalidad registrado en campo (Conafor, 2012).

La importancia que revisten las Áreas Naturales Protegidas para los mexiquenses, es prioritaria, debido a la constante disminución de los recursos naturales por la presión de labores antropogénicas. El Estado de México posee una alta diversidad biológica, a pesar de contar con un escaso territorio (2'249,995has). Debido a su peculiar ubicación geográfica, relieve accidentado, historia geológica y, variedad de climas y ecosistemas, que le confieren una complejidad ambiental.

El Estado de Puebla, en éste sentido, cuenta dentro de su territorio con una Reserva de la Biosfera, cuatro Parques Nacionales, un Área de Protección de los Recursos Naturales, un Parque Estatal, y numerosas áreas susceptibles de conservación que es necesario regularizar, dentro de cuáles destacan seis zonas cercanas a la capital, como se ilustra en el cuadro siguiente:

**Cuadro 1. Áreas naturales protegidas del estado de Puebla**

Reserve de la Biosfera	Parque Nacional	Áreas de protección de recursos Naturales	Parque Estatal	Reservas ecológicas
Tehuacán cuicatlán	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iztaccihuatl</li> <li>• Popocatepetl</li> <li>• Pico de Orizaba</li> <li>• La malinche</li> <li>• Zoquiapan y anexas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenca del río encasa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lázaro Cárdenas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerro totolqueme</li> <li>• Cerro zapoteca</li> <li>• Cerro amalucan</li> <li>• Cerro comalo</li> <li>• Cerro medocinas</li> <li>• Cerro tepeyac</li> </ul>

En el Estado de Puebla existen ANP y abarcan El Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, es el onceavo parque con mayor extensión de los 67 Parques Nacionales decretados en el país, comprende una superficie total de 46 mil 112.24 hectáreas. La conservación de dichas ANP está enfocada para Asegurar la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad, salvaguardando la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva, incluyendo los procesos ecológicos y los cambios naturales, además de proteger el ciclo hidrológico de cuencas y proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de sus ecosistemas y su equilibrio.

## **II. Objetivos**

### **2.1. General**

Evaluar sobrevivencia y características morfométricas de las especies de *Pinus hartwegii* y *Pinus montezumae* en la reforestación del año 2014 del Parque Nacional La Malinche en la Junta Auxiliar de San Miguel Canoa, Puebla

### **2.2. Específicos**

1. Evaluar el porcentaje de supervivencia de *Pinus hartwegii* y *Pinus moctezumae*.
2. Determinar el crecimiento foliar y desarrollo del diámetro de las plántulas sobrevivientes que se evaluaron en cinco sitios de muestreo.

## **I. Hipótesis**

De las especies establecidas en el ANP La Malinche en la reforestación del año 2014, la especie de *Pinus hartwegii* es más resistente al suelo, a la altura del predio forestal y a las condiciones climáticas, por lo tanto, su sobrevivencia y calidad de planta es mayor que el *Pinus moctezumae*.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Evaluación de la reforestación

Es una actividad forestal de más importancia cada año, debido a las altas tasas de deforestación. En México, se ha perdido cerca del 50% de la superficie arbolada, unos 44.2 millones de has, mayormente durante los últimos 60 años (Arriaga, 2000 basado en el Inventario nacional forestal y FAO). En un país con casi 90 millones de personas existen grandes presiones sobre todos los recursos naturales.

Aldana (2000) afirma que se debe reforestar 600 mil ha anualmente para poder reemplazar las pérdidas en la cobertura vegetal. Desde hace 15 años hay un gran esfuerzo por parte de varios sectores públicos y privados para reforestar, encabezado actualmente por el Programa Nacional de Reforestación, PRONARE que desde 1998 se incorporó a la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

### 4.2. Problemática local de la reforestación

Es la cacería, incendios forestales, la tala clandestina, erosión de suelo y pérdida de mantos acuíferos

#### 4.2.1. Problemática de áreas naturales protegidas

**Bosque:** es tala clandestina, plagas y enfermedades, incendios forestales y cambio de uso de suelo.

**Clima:** alteración en régimen de lluvias, sequías prolongadas e inviernos crudos.

**Biodiversidad:** pérdida de flora y fauna

**Suelo:** avances en la frontera agrícola, contaminación por agroquímicos, cárcavas, minas, basura, desertificación, erosión y asentamientos irregulares

### 4.3. Descripción de las especies

El *Pinus hartwegii*, también conocido como el pino de las altas montañas, es una especie que muestra una elevada tolerancia a las bajas temperaturas y es la única especie de pino en México que se encuentra en el límite de la vegetación arbórea entre los 2800 4200 m (Campos, 1993).

Se encuentra en sitios con clima semifrío, con temperaturas medias anuales de entre 5 a 12 °C, con precipitaciones medias anuales del orden de 967 a 1,200 mm, régimen de

lluvias en verano y con menos de 5 % de la precipitación en invierno (Mendoza, 1977; Benitez, 1988; García, 1981).

Iglesias et al. (1999), indica que las poblaciones de esta especie, pueden encontrarse seriamente afectadas, ya que presenta un bajo porcentaje de germinación así como el elevado número de semillas vacías que se ha observado en la misma.

**Adaptaciones al fuego en *Pinus hartwegii*.** Este es uno de los pinos mexicanos más adaptados al fuego, ha sido sometida tanto a un exceso de fuego, relacionado con actividades agropecuarias, como a la falta de este factor ecológico por las actividades de prevención y combate de incendios (Rodríguez, 2001).

**Regeneración en sitios quemados.** El fuego permite el contacto de la semilla con el suelo mineral, eliminando la barrera física que los zacatones representan y reduciendo temporalmente la competencia que las plántulas tendrán con los mismos. El suelo es enriquecido por el lecho de cenizas que posteriormente permitirá a las plántulas contar con más nutrientes. Cuando hay abundante producción de semilla, que está lista para su liberación en el invierno, se puede observar abundante regeneración sobre sitios quemados. Así, Sarukhán y Franco (1981), reconocen en el fuego un elemento importante para la repoblación de *Pinus hartwegii*.

**Rebrotos.** La única adaptación al fuego que se observa en estas plántulas es la capacidad de rebrote a partir del cuello de la raíz. Sin embargo, aunque esta propiedad es común, no se observa en todas las poblaciones. (Rodríguez, 1996).

**Recuperación de follaje.** Esta especie puede tolerar pérdidas de todo el follaje, al menos por incendios producidos en el invierno, siempre y cuando no se mate a la yema terminal o a las yemas enclavadas en la parte más alta de la copa, que en caso de muerte de la primera puedan tomar su lugar. A mayor chamuscado de copa, el árbol tiene como prioridad recuperar su follaje para poder producir fotosintatos. Acorde con ello, González (2001) y González y Rodríguez (enviado), señalan que los árboles que pierden más del 60 % del follaje de su copa, recuperan un 69.9 % al cabo de un año: los árboles afectados entre 30 y 60 %, recuperan 39.3 %; mientras que aquellos que pierden menos del 30 %, recuperan 11.8 %.

***Pinus moctezumae*:**

**Nombres comunes:** pino, ocote, *pino Moctezumae*. Origen: nativo de México.  
**Asociación vegetal:** bosque de encino y bosque de coníferas. Distribución: se localiza en el Eje Neovolcánico, Sierra Madre Oriental, Norte, Sur y Sureste del país; adentrándose a las montañas de Guatemala. Forma biológica: árbol de 20 a 35 m y DN de 30 a 70 cm; con un crecimiento de rápido a moderado (Eguiluz, 1978).

Presenta una estrategia de crecimiento llamada “cespitosa”, durante la cual los primeros cinco años los árboles jóvenes crecen muy lentamente, generalmente de 15 a 30 cm.; sin embargo, el grueso y denso crecimiento de las hojas formado a nivel del suelo aparentemente protege al joven tallo del daño de los incendios. Bajo suelo, una enorme raíz se desarrolla durante este periodo, después del cual, un rápido crecimiento del tallo y la corteza iniciará<sup>12</sup>. Fenología: a) Hojas: perennifolio, b) Flores: de febrero a abril; C) Frutos: la maduración de los conos generalmente ocurre 26 meses después de la polinización, de abril a junio, la apertura de los conos se ve favorecida por la ocurrencia de las altas temperaturas en esa temporada. Es común que la producción de conos se concentre en “años semilleros”, los cuales se pueden presentar cada 3 a 5 años dependiendo de las condiciones climáticas<sup>12</sup>. Crecimiento: el incremento corriente anual culmina entre los 30 y 40 años de edad (Santillán, 1991).

**Requerimientos Ambientales:** se desarrollan en altitudes que van desde los 900 a 3350 pero su óptimo está alrededor de los 2,5000 msnm. Los suelos donde se desarrolla esta especie son de origen volcánico, ubicados en las mesetas altas y pendientes bajas de las montañas; ricos en Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Potasio (K) y ricos en materia orgánica, bien drenados, moderadamente profundos con textura arenosa, arenosa-limosa y migajón-arenosa, con un pH óptimo de 6.5. La temperatura media en la que se extienden oscila alrededor de 12°C con una precipitación media anual de entre los 600 a los 1,200 mm o más (Santillán, 1991). Esta especie también se puede desarrollar en sitios secos o áridos, aunque bajo estas condiciones el crecimiento es lento y los árboles son de baja estatura y muy ramificados. Cuando se encuentra en estado cespitoso es tolerante a la sombra. Es una especie muy resistente a heladas y condiciones de alta montaña<sup>12</sup>.

**Usos:** su madera se utiliza para la fabricación de muebles, estructuras, celulosa, cajas de empaque, puntales para minas, durmientes, postes, duelas, cercas, construcciones pesadas y

livianas, chapa, triplay y extracción de resina, también se ha empleado para recuperar suelos degradados (Santillán, 1991).

**Abundancia.** Para algunos su existencia es escasa; para otros, es regular; y para varios productores es abundante. En algunos predios los productores aprovechan los bosques donde se encuentra esta especie en forma ordenada, otros más ya casi no la encuentran por la transformación de sus tierras en agrícolas y ganaderas.

**Calidad de la madera.** Para la mayoría de entrevistados que la utilizan, es de calidad regular; para un entrevistado es de buena calidad.

**Tratamiento de la madera** Algunos de los entrevistados secan la madera aserrada bajo techo, para evitar que se raje.

**Tiempo y tamaño para aprovechar.** Los entrevistados comentaron que lo aprovechan mínimo a los 15 años de edad, con 20 cm de diámetro y 10 m de altura; la mayoría señaló que lo aprovechan con alturas entre 20 y 35 m, con diámetros entre 40 a 75 cm y edad máxima de 40 años.

**Silvicultura tradicional.** La dejan crecer en su terreno, algunos la han trasplantado de otras zonas, y pocos la han plantado específicamente. En la región de Huayacocotla, esta especie se encuentra sujeta a aprovechamiento regular con Programas de Manejo Forestal autorizados por las dependencias oficiales.

**Importancia de uso según literatura.** La madera es de color clara, pesada y resinosa, ampliamente utilizada como madera de carga y construcción en general.

**Distribución de la especie.** Registrado para México y Guatemala. En México ha sido reportada para los estados de Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Jalisco, Colima, Michoacán, México D.F. Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz.

**Requerimientos ecológicos:**

Altitud: 1,400 a 3,000 msnm.

Clima: Templado frío.

Temperatura media anual: 11 – 18 ° C

Precipitación de 900 a 1,600 mm anuales.

Suelo: Mejor crecimiento en suelos fértiles y profundo.



## **5.2. Clima**

Es templado y cálido en San Miguel Canoa. En invierno hay en San Miguel Canoa mucho menos lluvia que en verano. De acuerdo con Köppen y Geiger el clima se clasifica como Cwb (). La temperatura media anual en San Miguel Canoa se encuentra a 13.9 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 1003 mm. El mes más seco es diciembre, con 7 mm. 190 mm, mientras que la caída media en junio. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año. El mes más caluroso del año con un promedio de 16.0 °C de mayo. El mes más frío del año es de 10.8 °C en el medio de enero. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 183 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 5.2 °C.

## **5.3. Hidrología.**

El Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl forma parte de la cuenca del Río Atoyac (región hidrológica del Río Balsas) y cuenca cerrada Guadalupe (región hidrológica Río Papaloapan). Las condiciones del suelo y subsuelo las fuertes pendientes dan lugar a un drenaje muy rápido, no existen corrientes de agua permanente, únicamente se registran corrientes principalmente intermitentes de fuertes pendientes y recorrido corto. La mayoría de estos cauces han perdido la capacidad de conducción debido al arrastre de sedimentos que se originan en la parte alta del volcán y que se depositan a lo largo del cauce. Debido al fuerte escurrimiento son muy escasos los manantiales en esta región. El único recurso lacustre en esta zona lo constituye la laguna de Acuitlapilco, alimentada por escurrimientos provenientes de la montaña. Esta laguna se ubica en la ladera occidental a unos 7kilómetros aproximadamente al sur dela ciudad de Tlaxcala, sobre la carretera Tlaxcala-Puebla. Asimismo, esta montaña aporta volúmenes considerables de agua subterránea a la presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo, Puebla), es importante señalar, que en la zona poniente de la montaña se localiza un manantial que abastece a la población de Ixtenco, Tlaxcala.

#### 5.4. Flora

**Cuadro 2. Descripción de la flora en el Área Natural Protegida en el Parque Nacional la Malinche.**

Comunidad vegetal	Especie	Abundancia
Coníferas	<i>Pinusmoctezumae</i>	25.9%
	<i>Pinusteocote</i>	10.0%
	<i>Abiesreligiosa</i>	9.8%
Hojosas	<i>Alnusjorullensis</i>	23.3%
	<i>Quercuscrassifolia</i>	6.0%
	<i>Salix paradoxa</i>	4.2%

#### 5.5. Fauna

**Cuadro 3. Descripción de la fauna silvestre más frecuentes en el Área Natural Protegida Parque Nacional la Malinche.**

Grupo	Nombrecientífico	Nombrecomún
Anfibios	<i>Pseudoeuryceagadovi</i>	Lagartijaflaca
	<i>Pseudoeurycealeprosa</i>	Salamandre
Reptiles	<i>Barisiaimbricata</i>	Scorpion
	<i>Eumecesbrevirostris</i>	Lincer
	<i>Sceloporusaeneus</i>	Lagartija
	<i>Crotalustriseratus</i>	víbora de cascabel
	<i>Crotalusravus</i>	víbora de cascabelenana
Aves	<i>Cyrtonixmontezumae</i>	Codorniz
	<i>Catharusoccidentales</i>	chepito Serrano
	<i>Ergaticusruber</i>	orejas de plata
	<i>Oriturussuperciliosus</i>	Zorzalrallado
Mamíferos	<i>Lynx rufus</i>	Gatomontés
	<i>Nasuanarica</i>	Tejónsolitario
	<i>Neotomodonalstoni</i>	ratón de los volcanes
	<i>Sylvilagusunicularis</i>	Conejo
	<i>Sorexsaussurei</i>	Musaraña

## 5.6. Sector Primario

Las principales fuentes de desarrollo de la población se basan en la agricultura, explotación forestal, ganadería.

Por sectores de actividad, la población se encuentra distribuida de la siguiente manera, en el sector primario, trabaja un total de 6,529 personas que ocupan el 5.3 por ciento, resaltando la población que habita en el Área Natural Protegida y representa la mayor proporción de trabajadores (as), mientras que para el sector secundario son 17,456 habitantes, que representan el 14.4 por ciento; en el sector terciario se encuentran ocupadas 12,378. La tendencia que refleja es que las personas ocupadas en los sectores secundario y terciario, generalmente de la industria manufacturera y de la construcción, se encuentran asentadas en las comunidades del área de influencia del Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, debido a que sus servicios son requeridos en las grandes ciudades, así como en los diferentes corredores industriales de la región.

## 5.7. Materiales

Para realizar el experimento se utilizaron los siguientes equipos, materiales y herramientas:

### Cuadro 4. Utilización de herramienta para la investigación en campo.

1. <i>Machetes</i>	6. <i>Cuerdas</i>
2. <i>Verniers</i>	7. <i>Aparato A</i>
3. <i>Cámara Fotográficas</i>	8. <i>Palas</i>
4. <i>Geoposicionador</i>	9. <i>Cinta métrica</i>
5. <i>Pintura</i>	10. <i>Estacas</i>

## 5.8. Metodología

De acuerdo a Torres y Magaña (2001) la plantación es asegurar un adecuado establecimiento de los brinzales. La sobrevivencia adecuada, depende del objetivo para el cual se estableció la plantación, tales como calidad de planta utilizada, sistema y método de plantación, y condiciones ambientales.

## 5.9. Diseño experimental

La plantación se realizó en junio de 2014 utilizándose plántulas de 12 meses de edad, las cuales se cultivaron en el vivero forestal de Atempan, Puebla. La unidad experimental fue de una hectárea con un arreglo completamente al azar, tomando las dos especies con sitios de muestreo de 400 m<sup>2</sup> con cinco repeticiones en un espaciamiento entre planta y planta de 2 x 2 m. y entre hileras de 4 x 4 m. Los parámetros que se midieron fueron sobrevivencia (%), diámetro cuello de raíz (cm) y altura foliar para determinar la calidad de planta. Estos datos obtenidos se evaluaron a través de un análisis estadístico utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS).

Una de las metodologías utilizadas para la evaluación técnica fue la del PRONARE, que consiste en el levantamiento técnico de información en los predios reforestados que conformaron la muestra para el ejercicio 2014 del Programa en la entidad. Para conocer la situación en que se encuentra la reforestación, la Gerencia de Evaluación definió el cálculo de diferentes indicadores con base en las siguientes formulas.

### 1. Grado de Supervivencia Aparente (SA) de la plantación

*Supervivencia Aparente*

$$= \frac{\text{plantas vivas} - \text{plantas repuestas}}{\text{plantas vivas} - \text{plantas respuestas} + \text{plantas muertas}}$$

### 2. Grado de Supervivencia con Relación al Padrón (SRP) de la plantación

*Supervivencia en Relación al Padrón*

$$= \frac{\text{plantas vivas} - \text{plantas repuestas}}{\text{Plantas Vivas} - \text{Plantas Repuestas} + \text{Plantas Muertas} + \text{Plantas Faltantes}}$$

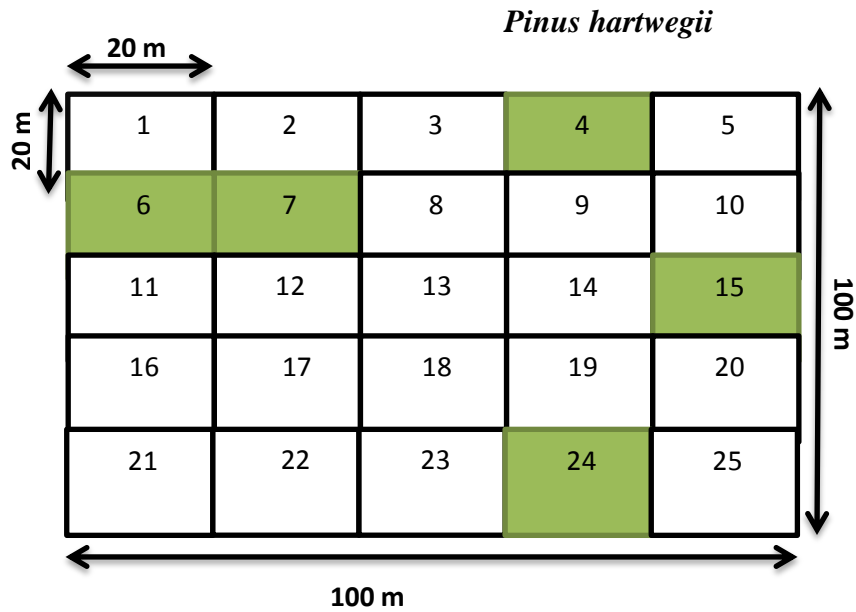
### 3. Porcentaje de Plantas Faltantes

$$\text{porcentaje de plantas faltantes} = \frac{\text{numero de plantas faltantes}}{\text{numero de plantas en el padron}}$$

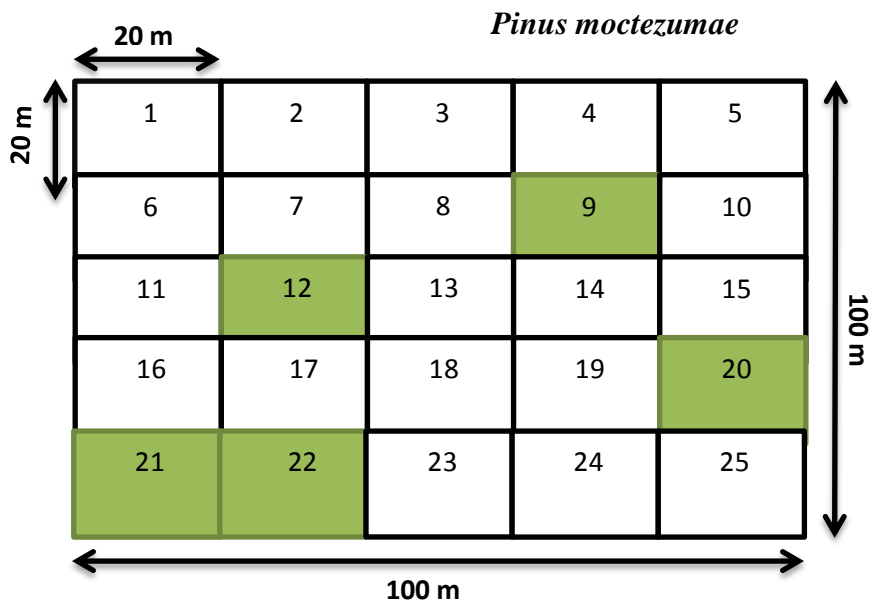
### 4. Porcentaje de Superficie

$$\text{porcentaje de superficie} = \frac{\text{superficie plantada}}{\text{superficie reportada en el padron}}$$

Cuadro 5. Diseño del muestreo de las especies de *Pinus hartwegii* con un diseño completamente al azar.



Cuadro 6. Diseño del muestreo de las especies de *Pinus moctezumae* en un diseño completamente al azar.



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los datos obtenidos, analizados y en congruencia con los objetivos, los resultados son los siguientes:

### 6.1 Supervivencia de las especies de *Pinus hartwegii* y *Pinus moctezumae* en la reforestación del año 2014 del Parque Nacional La Malinche

**Supervivencia.** La supervivencia alcanzada por *P. hartwegii* de 1 año en San Miguel Canoa después del establecimiento de este ensayo, fue de menor supervivencia, reportada por Felipe Neri. (2015) el *hartwegii* con un 94.25% en comparación con el *P. helepenensis* que tuvo 96% de supervivencia, respectivamente, en ensayos de plantación en Nuevo León.

El sitio de plantación denominada el arco fue el que registro la supervivencia de *P. Moctezumae* más alta en campo (88.62); en comparación en comparación del predio Napanapa , de Tulmiac y Cuautzin México, (84.44%), (75.10%) y (75.01) respectivamente.

En dicho ensayo no se observó plagas o enfermedades en las plantas, por lo que se especula que la mortalidad fue provocada por factores climáticos adversos, heladas y repentinos cambios de temperatura. Estas mismas causas son las que afectaron la supervivencia de las especies en plantaciones en Nuevo León, (Domínguez et al., 2001)

Como se puede ver en la tabla los resultados obtenidos en porcentaje de supervivencia es más alto el de *P. hartwegii*, eso se debe por la altura sobre el nivel del mar q se adapta a las montañas, ya que puede ser uno de los mejores factores para reforestar en estas áreas degradadas por los talamontes.

Como segunda opción se puede reforestar con *P. moctezumae* ya que también tiene mayor porcentaje o similitudes de supervivencia en los terrenos degradados de san miguel canoa puebla.

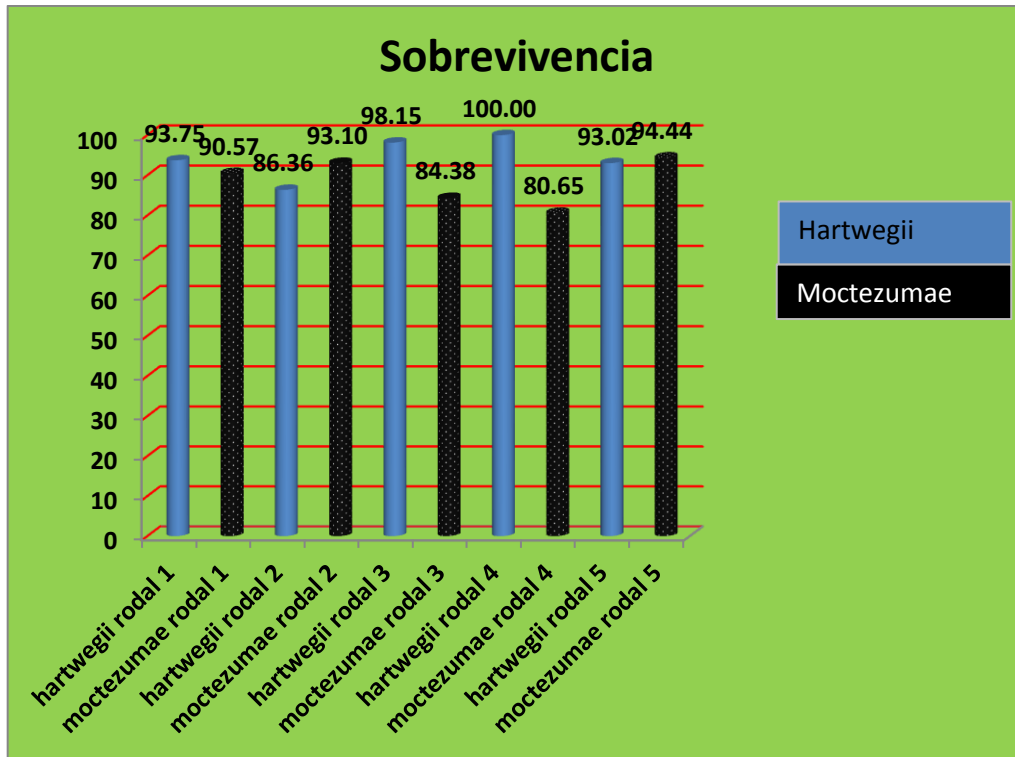
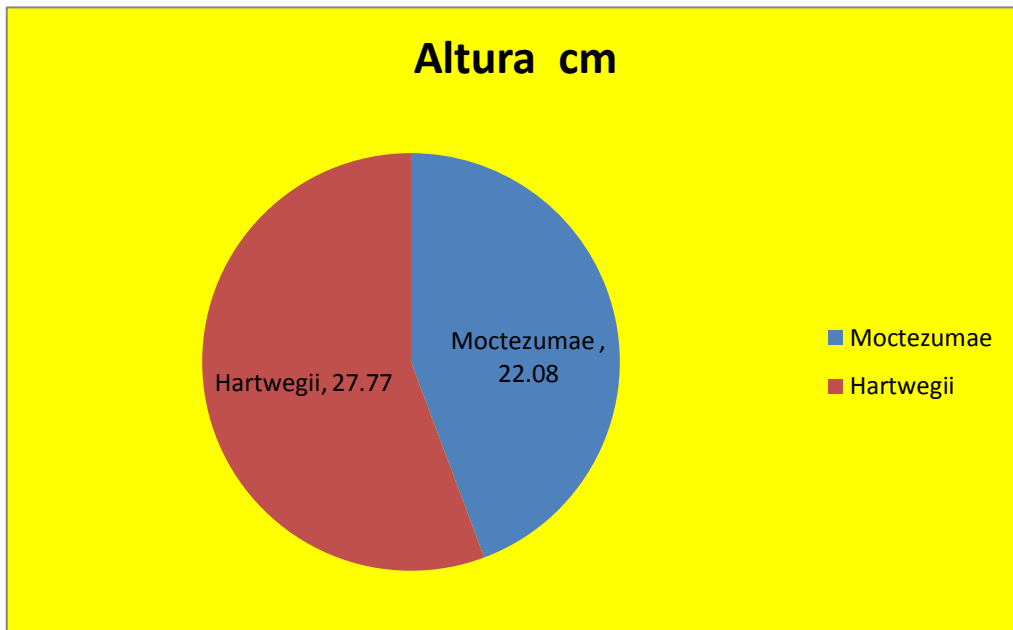


Figura 2. Sobrevivencia de las especies de *P. hartwegii* y *P. moctezumae* en la reforestación del año 2014 del Parque Nacional La Malinche.

## 6.2. Características morfométricas de las especies. Las variables fueron diámetro al cuello de la raíz y altura morfométrica de la plántula

**Altura y diámetro.** Según Nájera (1983), realizó un ensayo de adaptación de seis especies de pinos y encontró que *P. halepensis* Miller es de 16.4 cm y el *P. Cembroides* sp con 15.5 cm en el crecimiento.

Mientras que las alturas en este estudio para *P. hartwegii* (27.77 cm), *P. moctezumae* (22.08) son reportadas para las especies por Felipe Neri (2015). Una plantación de un año respectivamente. Como se ve en la Figura 3.

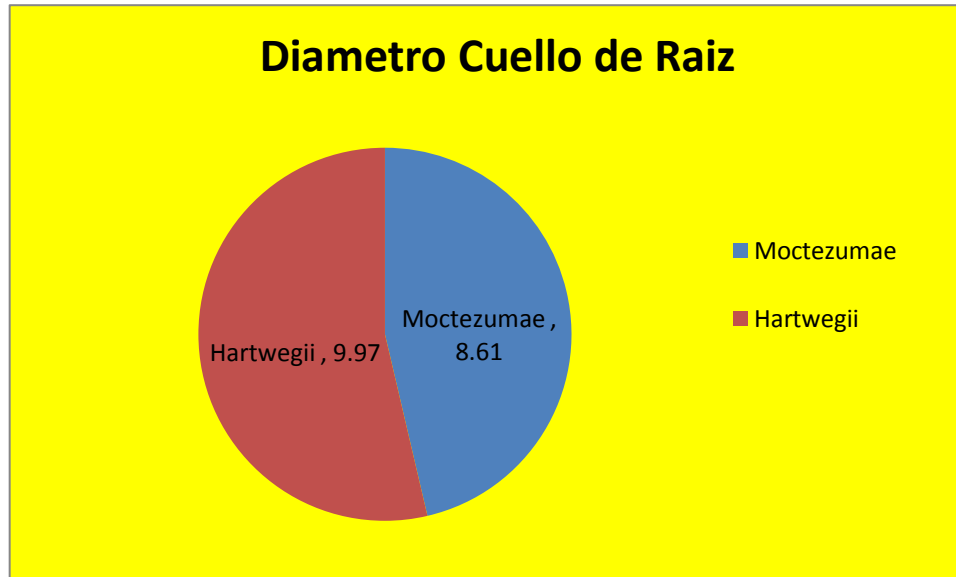


**Figura 3. Altura morfométrica de la planta y comparación entre especies *P. hartwegii* y *P. moctezumae***

**Diámetro a cuello de raíz.** En árboles de *P. hartwegii* el diámetro al cuello de la raíz es de hasta 24 mm de diámetro, en Chapingo estado de México, en tanto que en la junta auxiliar de San Miguel canoa puebla presenta dicho diámetro de 9.97 mm. Debido a que las condiciones de altura y de calidad es menor en el proceso de reforestación.

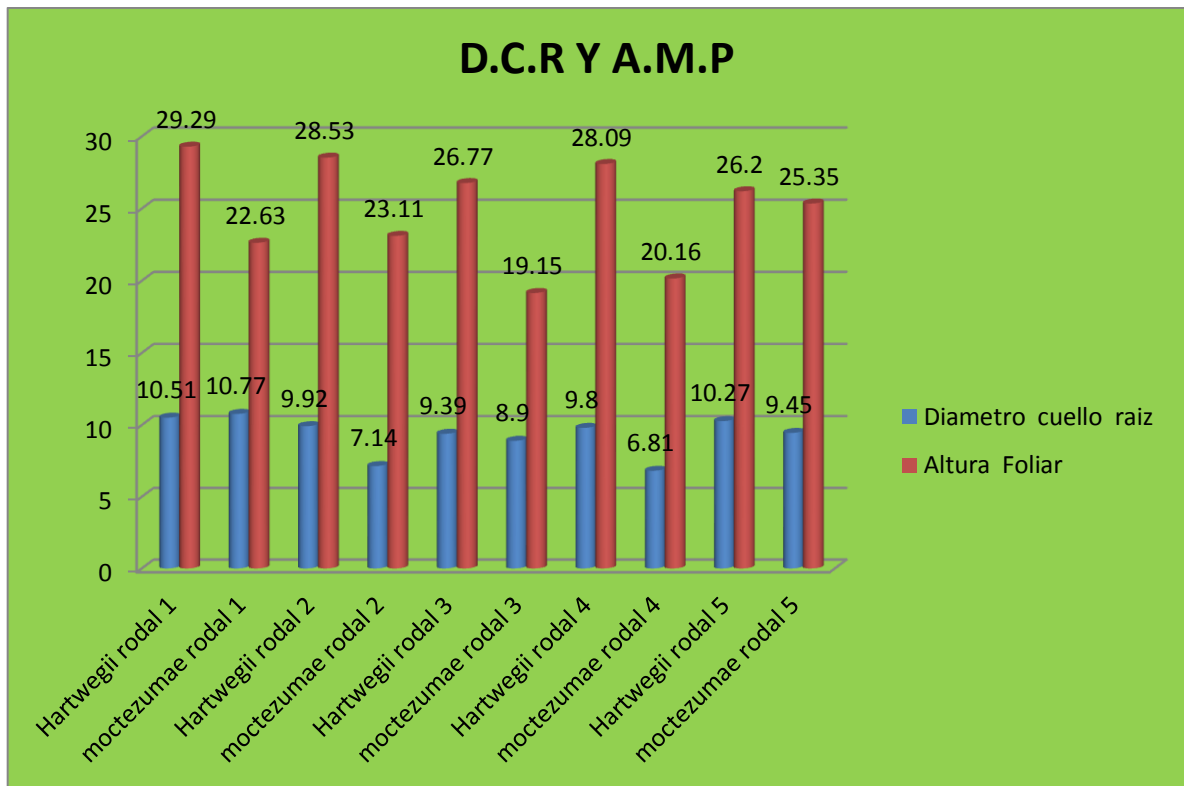
En la especie de *P. Moctezumae* en la junta auxiliar de San Miguel Canoa fue de 8.61 mm mientras que el diámetro más grande es de 6 mm en el distrito federal descrito por Noé. B y Víctor. M. (2005). Como se muestra en la figura 4.

También valores por rodales se presentan en la figura 5, donde se muestra que la especie de *P. hartwegii* se desarrolló en altura en mayor que el *P. moctezumae* en todos los rodales, porque está científicamente comprobado que es el P. de las alturas, con mayor alto porcentaje de reforestación en las montañas.



**Figura 4** Características morfométricas de las especies, variables en Diámetro al cuello de la raíz, de *P. hartwegii* y *P. moctezumae*.

El *P. hartwegii* tiene mayor diámetro a cuello de raíz como se muestra en el cuadro que el *P. moctezumae* en los rodales 2, 3, 4, 5, hay una diferencia mínima en el rodal 1 como se muestra en el cuadro el *P. moctezumae* fue mayor en diámetro de cuello de raíz porque está más expuesto a mayor horas sol diariamente.



**Figura 5.** Características morfométricas de las especies. Las variables fueron diámetro al cuello de la raíz y altura morfométrica de la plántula *P. hartwegii* y *P. moctezumae*.

### 6.3. Evaluar el porcentaje de supervivencia de *P. hartwegii* y *P. moctezumae*.

Como se muestra en la Figura 6 el porcentaje de supervivencia es mayor el de *P. hartwegii* que el *P. moctezumae* y es un buen factor para hacer una reforestación en alturas prolongadas ya que tiene la capacidad de adaptarse

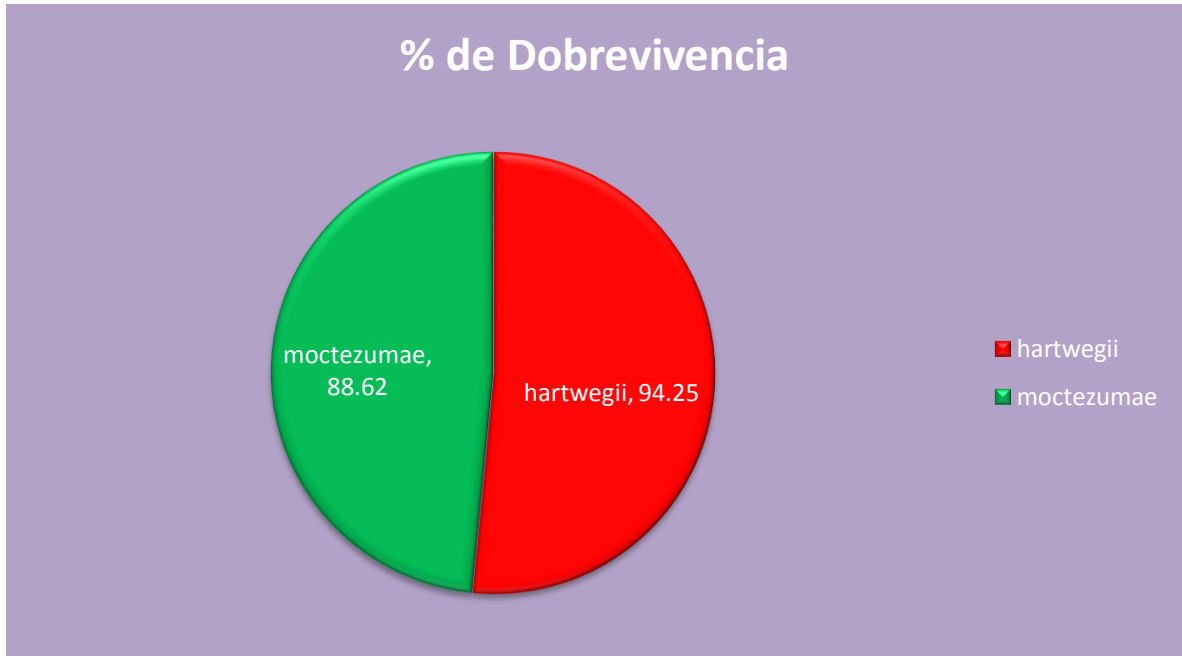


Figura 6. Evaluación el porcentaje de supervivencia de *P. hartwegii* y *P. moctezumae*.

### 1. Grado de Supervivencia Aparente (SA) de la plantación

*P. hartwegii*: 232

*P. moctezumae*: 167

Conforme a la formula el *P. hartwegii* tiene más grados de supervivencia aparente de la plantación en balance del *P. moctezumae*.

### 2. Grado de Supervivencia con Relación al Padrón (SRP) de la plantación

*P. hartwegii*: 236

*P. moctezumae*: 181

Acorde a la formula el *P. Hartwegii* tiene mayor grado de supervivencia con relación al padrón de la plantación en comparación al *P. Moctezumae*

### 3. Porcentaje de Plantas Faltantes

*P. hartwegii*: 0.01

*P. moctezumae*: 0.08

Mediante a la formula el *P moctezumae* tiene mayor porcentaje de plántulas faltantes ya que de cada diez plantas ocho son faltantes comparación con el *P. hartwegii*, que de cada diez una planta es faltante. Son factores, que pueda ser en el transcurso de la plantación, el sobre pastores o las condiciones climáticas

### 4. Porcentaje de Superficie

*P. Hartwegii*: 1

*P. Moctezumae*: 1

El porcentaje de superficie es la misma para las dos especies de *P. hartwegii* y *P. moctezumae*. Ya que fue la parcela a evaluar con un rodal de 400 m con cinco repeticiones cada parcela.

**5. Diseño experimental.** El análisis estadístico mediante el programa SAS, empleando las pruebas de Tukey-Kramer y la *t* student para la comparación de medias de las variables diámetro al cuello de la raíz y la altura morfométrica en los cinco sitios de muestreo para los dos especies muestran diferencias y significancia ( $p>0.06$ ) y ( $p>0.002$ ) en el diseño experimental

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye en este trabajo de investigación que:

1. La sobrevivencia de las especies de *P. hartwegii* y *P. montezumae* en la reforestación del año 2014 del Parque Nacional La Malinche fue de un 94.25 % del *P. hartwegii* ya que tuvo la mayor sobrevivencia por sitio y toda el área de estudio tuvo una mayor sobrevivencia y el porcentaje de sobrevivencia del *P. montezumae* fue de un 88.62%.
2. Se recomienda el *P. hartwegii*, porque son árboles de mayor dosel y se adaptan a las condiciones naturales de la región. El *P. montezumae* no desarrollo igual en esos sitios teniendo un porcentaje de supervivencia adecuado. Son dos especies que se desarrollan en los sitios y es una alternativa para reforestar en las áreas degradadas de San Miguel Canoa, para implementar manejo de conservación y recuperación de esos bosques que brindan servicios ambientales.
3. Las características morfométricas de las especies como el diámetro al cuello de la raíz y altura morfométrica de la plántula fueron las medidas dasométricas mayores para el *P. hartwegii* y en menor para el *P. montezumae*.

Las reforestaciones proporciona múltiples beneficios y servicios que brindan a la comunidad local: productos y materias primas forestales, protección de suelos y cuencas, regulación del ciclo hidrológico, captura del carbono y servicios ambientales, entre otros. Por diversas causas y agentes estos ecosistemas naturales han sufrido un menoscabo que se hace cada día más evidente, reflejado en la disminución de la superficie forestal y en el cambio de uso de los suelos forestales.

Una alternativa que ha surgido para frenar tal situación e incrementar tanto la superficie como la producción forestal, es el establecimiento de plantaciones forestales. De esta manera se puede frenar el deterioro de los suelos y ecosistemas forestales, y satisfacer una parte de los requerimientos tan diversos que de los bosques se demandan. Al efecto, se hace necesaria la investigación técnica, económica, social y legal que implica la plantación y desarrollo de una masa forestal.

## IX. LITERATURA CITADA

ALDANA, B.M. 2000. Supervisión de Viveros. Resultados de la Supervisión 2000. Memoria del Primer Congreso Nacional de Reforestación, 8- 10 Nov. 2000. Montecillo, México.

Áreas Naturales Protegidas de la Región Centro Poniente del Estado de Puebla, México, Sigsasedurbecop, 2002

ARRIAGA, V.M. 2000. La reforestación en México. Memoria del Primer Congreso Nacional de Reforestación, 8-10 Nov. 2000. Montecillo, México.

Campos, J. L. 1993. Claves para la determinación de los pinos mexicanos. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp. 22-70.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2012. Evaluación Complementaria del PROCOREF Ejercicio Fiscal 2011. Universidad Autónoma Chapingo. 325 Pp.

Flores, M., J. Jiménez, X. Madrigal, F. Moncayo y F. takaki, 1971, memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana, Secretaria de recursos Hidráulicos, México, D.F. 59 Pp.

González, R., A.; Rodríguez, T., D. A. Efecto del chamuscado de copa en el crecimiento en diámetro de *Pinus hartwegii* (enviado a: Agrociencia).

Iglesias, L.; Alba, L.J. y Enríquez, J.L. 1999. Estrategias para la conservación de la población de *Pinus hartwegii* Lindl. En la región de Perote, Veracruz. España. Revista Monte Bravo 4 y 5: 20-22.

Intranet. 2008. Características Edafológicas, Fisiográficas, Climáticas e Hidrográficas de México. Consultada 11 de diciembre de 2014.

[http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/1GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/1GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf)

Medina, M. 1995. Fitodiversidad en relación al tamaño de fragmentos remanentes de matorral en Linares, N.L. México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

Mendoza, B., M. A. 1977. Datos meteorológicos de la Estación de Enseñanza e Investigación Forestal Zoquiapan, México. Información Técnica de Bosques 4(10): 23-25.

Návar, J. y P. A. Domínguez, 1997. Ajuste de modelos de volumen y que describen el perfil dimétrico de cuatro especies de pino, plantadas en el nordeste de México. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 6 (1 y 2). Madrid

Noé. B. Z. y Víctor. M. C. et al. 2005 Evaluación de la calidad de brinzales de pinus moctezumae lamb. Producidos en el vivero de San Luis Tlaxial Temalco, Distrito Federal. Universidad indígena de Mexico. Ximhai, Enero - Abril. Vol.1 Numero 001. Pp. 167-176

Pedro, A., D. C et. Al. 2001. Comparación del rendimiento de pinos en la reforestación de sitios marginales en Nuevo León. Primavera, 2001 Instituto de Ecología, A.C. México. Pp. 27-35, vol. 7, núm. 1.

Programa Nacional de Reforestacion. Manual de Reforestación. Folleto. México. 97 p.

Richardson, D. M. (Ed.), 1998, ecology and biogeography of pinus, Cambridge University Press, Cambridge, p. 3-46, 137-149.

Rodríguez, T., D. A. 1996. Incendios forestales. MundiPrensa. Universidad Autónoma Chapingo. México, D. F. 630 p.

Rodríguez, T., D. A. 2001. Ecología del fuego en el ecosistema de Pinus hartwegii Lindl. Revista Chapingo Serie Forestal y del Ambiente 7(2): 145- 151.

Rzedowski, J., y Rzedowski, 1979, flora fanerogamica del valle de Mexico, vol. 1, CECSA, México, p. 14 – 18, 68.

Santillán P., J. 1991. Silvicultura de las coníferas de la región central. Tesis licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México. 305 p.

Sarukhán K., J.; Franco B., M. 1981. Un modelo de simulación de la productividad forestal de un bosque de pino. SARH, Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Unidad de Apoyo Técnico 1. Serie Premio Nacional Forestal.

SEMARNAP. Atlas Forestal 2000. pp. 67-68; 89-90.

Vega G., M. G. 1995. Elaboración de una guía de densidad para Pinus Pseudostrobus Lindl. En el estado de Nuevo León. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L. 45 p.

Violeta V. V. y Dante A. R. T. 2007. Supervivencia e incremento en altura de pinus hartwegii a dos años de quemas prescritas e incendios experimentales. Chapingo, Estado de México. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 219-230.

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos dasométricos de las especies de estudio.

<b>Especie <i>Pinus</i></b>		
<b>Rodal 1     <i>hartwegii</i></b>		
No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	10.83	30
2	11.3	30
3	8.09	32
4	8.12	28
5	18.3	36
6	13.09	23
7	12.75	39
8	10.51	35
9	14.06	32
10	8.86	24
11	8.6	39
12	12.34	26
13	7.3	30
14	6.16	15
15	6.37	24
16	7.82	25
17	9.67	22
18	9	28
19	8.69	25
20	11.89	30
21	13.14	29
22	11.82	32
23	13.6	30
24	8.63	28
25	12.92	31
26	8.66	23
27	12.23	27
28	8.68	21
29	10.55	32

30	11.16	33
31	10.16	34
32	9.08	28
33	8	19
34	9.28	26
35	10.08	43
36	13.05	32
37	9.33	26
38	9.82	20
39	14.36	36
40	9.5	41
41	11.98	32
42	11.74	34
43	12.76	29
44	8.25	29
45	10.43	30
<b>Promedio</b>	<b>10.51</b>	<b>29.29</b>

Faltantes 2

Muertas 1

**Porcentaje de sobrevivencia 93.75**

**Porcentaje de muerte 6.25**

**Plantación 100**

### **Rodal 2**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	11	30
2	10.18	15
3	13.68	35
4	11.81	31
5	7.19	18
6	9.2	22
7	11.1	17
8	14	34
9	7.27	24

10	4.1	5
11	10.6	26
12	8.61	23
13	9.46	18
14	9.03	47
15	7.63	35
16	10.45	21
17	11.76	28
18	8.32	27
19	11.68	30
20	12.09	36
21	10.82	22
22	10.92	26
23	11.03	32
24	10.68	36
25	7.4	39
26	10.98	28
27	9.08	10
28	11.59	32
29	13.15	36
30	10.76	24
31	7.75	20
32	8.37	35
33	8.87	35
34	7.68	14
35	10.72	75
36	11.76	42
37	9.7	30
38	6.63	26
	<b>9.92</b>	<b>28.53</b>
Faltantes	0	
Muertas	6	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>86.36</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>13.64</b>

**Plantación****100****Rodal 3**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	9.38	40
2	13.47	36
3	12.15	10
4	10.4	29
5	9.1	36
6	8.4	13
7	7.68	32
8	14.35	30
9	9.75	14
10	7.5	24
11	6.59	22
12	6.45	25
13	10.15	22
14	11.18	24
15	11.82	30
16	10.01	24
17	7.82	26
18	6.95	23
19	6.98	22
20	10.46	27
21	11.12	28
22	11.14	30
23	6.91	23
24	7.94	23
25	7.31	26
26	8	28
27	5.64	30
28	6.68	25
29	8.71	40
30	8.37	29
31	12.09	29

32	9.64	23
33	11.27	30
34	12.17	30
35	9.61	27
36	7.36	24
37	8.55	23
38	8.5	30
39	11.42	28
40	11.81	24
41	11.23	28
42	11.29	28
43	11.27	30
44	11.3	30
45	7.33	30
46	6.73	24
47	6.74	33
48	10.27	22
49	10.28	23
50	7.63	25
51	9.3	32
52	11.1	27
53	8.37	28
	<b>9.39</b>	<b>26.77</b>
Faltantes	0	
Muertas	1	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>98.15</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>1.85</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

**Rodal 4**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	7.97	21
2	10.26	24
3	10.06	29
4	6.7	31

5	9.99	24
6	12.18	31
7	10.18	29
8	11.73	35
9	10.7	29
10	9.14	22
11	7.26	28
12	7.38	12
13	5.68	28
14	10.64	27
15	10.13	48
16	10.48	21
17	10.74	27
18	8.97	37
19	8.21	28
20	7.87	35
21	9.33	40
22	9.42	32
23	11.56	35
24	11.31	26
25	7.36	17
26	9.59	24
27	11.31	23
28	11.345	28
29	11.96	28
30	7.9	24
31	8.48	30
32	9.69	27
33	9.8	24
34	19.7	33
35	10.27	29
36	10.55	35
37	7.77	20
38	12.01	41

39	10.22	28
40	8.53	27
41	10.35	29
42	11.95	30
43	8.32	27
44	8.54	25
45	7.78	21
46	9.4	24
47	9.66	27
	<b>9.80</b>	<b>28.09</b>
Faltantes	0	
Muertas	0	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>100.00</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>0.00</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

**Rodal 5**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	8.18	25
2	10.24	36
3	10.73	30
4	11.23	31
5	10.09	28
6	10.15	31
7	5.94	24
8	8.29	14
9	10.41	33
10	9.14	25
11	9.41	34
12	10.43	29
13	8.3	30
14	11.52	12
15	11.17	27
16	11.34	22
17	8.68	21

18	7.66	27
19	7.67	12
20	11.13	36
21	9.59	30
22	9.59	27
23	9.45	18
24	11.47	20
25	11.17	32
26	7.59	26
27	7.36	28
28	12.58	34
29	11.68	27
30	11.12	30
31	8.65	15
32	12.22	34
33	12.31	23
34	10.23	24
35	11.15	12
36	13.12	18
37	11.69	29
38	13.55	34
39	11.5	22
40	13	38
	<b>10.27</b>	<b>26.2</b>
Faltantes	2	
Muertas	1	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>93.02</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>6.98</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

**Especie Pinus**

**Rodal 1 moctezumae**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	14.36	33
2	14.82	14

3	16.39	30
4	12.19	12
5	7.42	15
6	13.03	30
7	10.47	25
8	11.37	24
9	16.8	33
10	14.32	40
11	13.04	30
12	12	22
13	21.57	20
14	10.33	22
15	15.26	25
16	13.98	20
17	11.6	16
18	7.9	37
19	13.42	18
20	12.04	20
21	9.61	22
22	27.6	20
23	4.93	17
24	8.07	35
25	8.22	20
26	9	20
27	15.12	30
28	9.51	16
29	6.64	31
30	6.65	22
31	6.67	23
32	21.46	30
33	8.62	15
34	11.18	26
35	7.07	14
36	8.69	15

37	7.28	15
38	10.18	41
39	8.04	23
40	5.46	18
41	9.1	32
42	6.79	12
43	5.71	12
44	4.93	10
45	7.52	20
46	5.38	22
47	6.81	21
48	7.34	18
<b>Promedio</b>	<b>10.75</b>	<b>22.63</b>
Faltantes	3	
Muertas	2	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>90.57</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>9.43</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

**Rodal 2**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	5.96	16
2	5.9	12
3	6.85	22
4	6.27	16
5	5.42	32
6	7.35	18
7	8.9	25
8	5.96	18
9	7.8	28
10	4.04	27
11	13.79	25
12	6.64	14
13	6.63	27
14	5.85	15

15	12.2	40
16	13.43	20
17	7.14	30
18	7.15	22
19	8.05	10
20	5.22	17
21	0.01	36
22	7.7	21
23	5.42	19
24	5.73	19
25	7.83	32
26	7.03	22
27	8.61	41
<b>Promedio</b>	<b>7.14</b>	<b>23.11</b>
Faltantes	2	
Muertas	0	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>93.10</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>6.90</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

**Rodal 3**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	6.38	16
2	17.19	15
3	6.32	22
4	6.82	23
5	6.897	35
6	14.59	15
7	7.98	19
8	7.95	18
9	12.11	16
10	10.03	30
11	8.34	15
12	11.28	17
13	13.96	13

14	6	14
15	5.88	15
16	5.89	20
17	6	11
18	5.34	15
19	5.34	14
20	13.05	28
21	6.66	33
22	6	17
23	15.82	15
24	5.23	20
25	7.77	29
26	13.85	20
27	7.68	12
<b>Promedio</b>	<b>8.90</b>	<b>19.15</b>
Faltantes	4	
Muertas	1	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>84.38</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>15.63</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

**Rodal 4**

No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	7.69	13
2	7.48	15
3	8.44	26
4	5.51	13
5	5.83	19
6	8.49	32
7	6	34
8	5.98	14
9	5.99	19
10	6.99	38
11	11.05	12
12	10.45	8

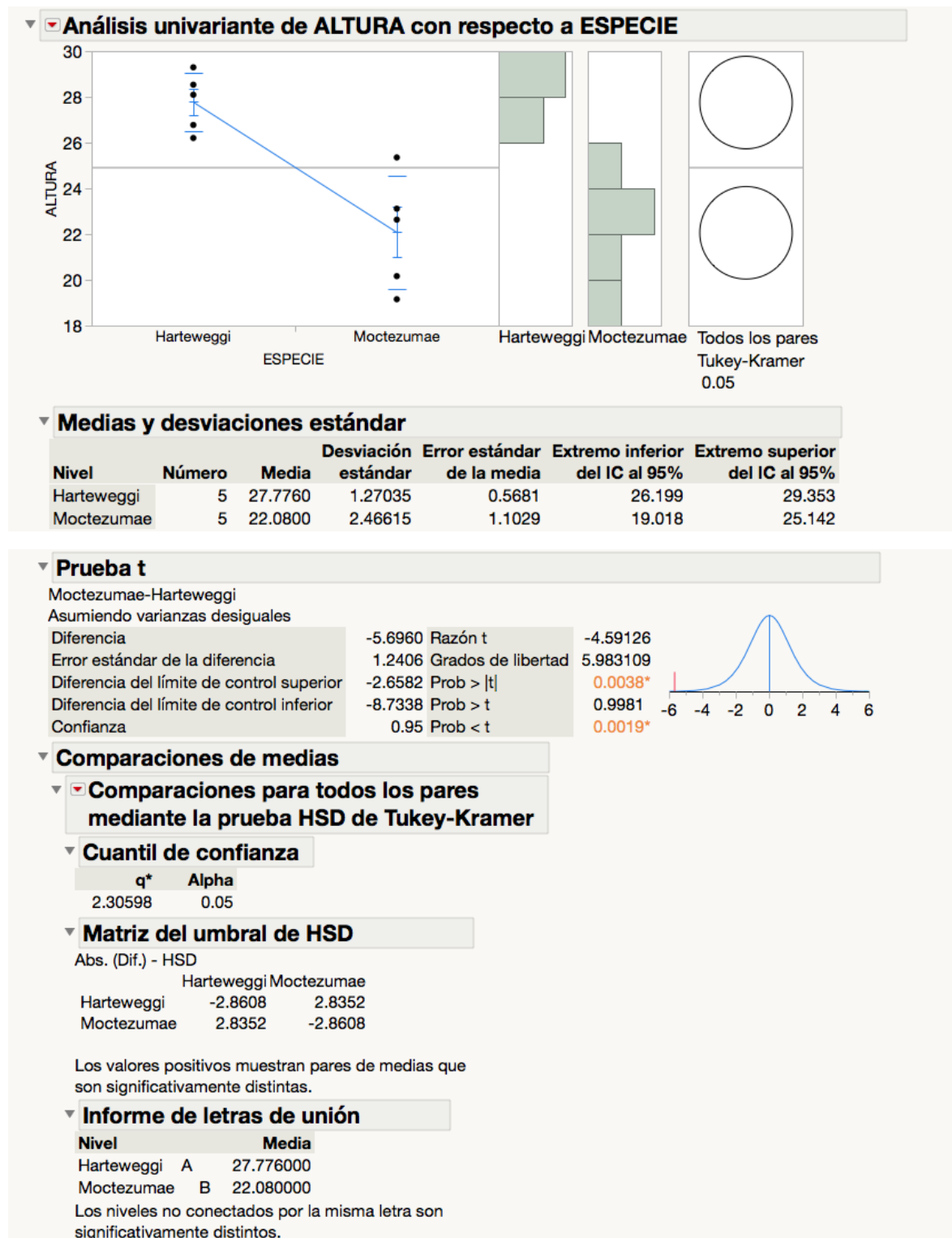
13	6.21	20
14	6.19	22
15	6.9	29
16	7.34	31
17	5.43	20
18	5.29	31
19	10.81	9
20	5.55	13
21	5.46	18
22	4.68	25
23	5.96	15
24	5.28	9
25	5.28	19
<b>Promedio</b>	<b>6.81</b>	<b>20.16</b>
Faltantes	4	
Muertas	2	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>80.65</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>19.35</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

### Rodal 5

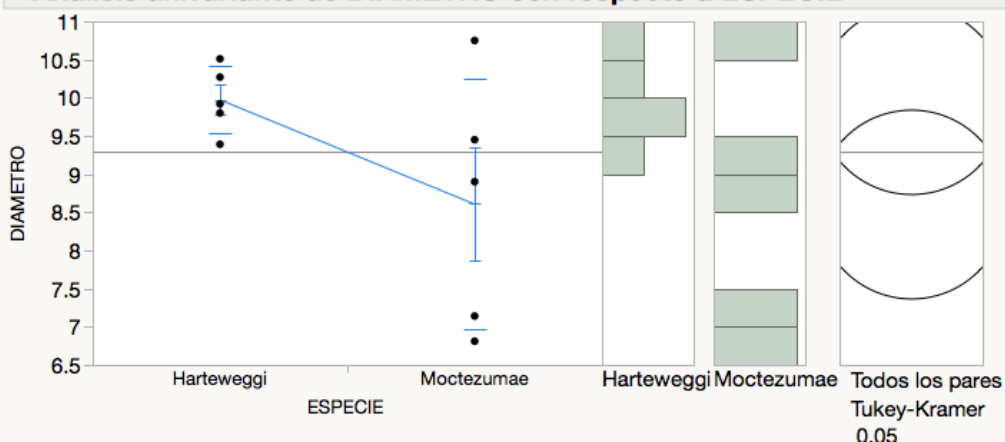
No. Planta	Diámetro cuello raíz	Altura Foliar
1	11.89	38
2	5.58	15
3	13.37	19
4	6.16	27
5	5.55	20
6	5.57	24
7	9.15	20
8	10.6	25
9	12.12	19
10	10.45	32
11	7.31	20
12	16.23	38

13	13.66	22
14	15.96	27
15	9.49	18
16	7.66	22
17	8.09	28
18	14.48	22
19	5.89	17
20	5.32	24
21	7.58	32
22	9.79	34
23	8.09	23
24	6.29	24
25	14.56	24
26	8.07	46
27	8.61	27
28	8.34	28
29	10	33
30	9.99	27
31	8.68	30
32	6.15	17
33	13.19	15
34	7.51	25
<b>Promedio</b>	<b>9.45</b>	<b>25.35</b>
Faltantes	1	
Muertas	1	
<b>Porcentaje de sobrevivencia</b>		<b>94.44</b>
<b>Porcentaje de muerte</b>		<b>5.56</b>
<b>Plantación</b>		<b>100</b>

**Anexo 2.** Análisis estadístico para las variables diámetro al cuello de la raíz y altura en relación con las especies *Pinus hartweggi* y *P. montezumae*.



### ▼ Análisis univariante de DIAMETRO con respecto a ESPECIE



### ▼ Medias y desviaciones estándar

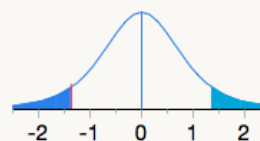
Nivel	Número	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
Hartweggi	5	9.97800	0.43275	0.19353	9.4407	10.515
Moctezumae	5	8.61000	1.64090	0.73383	6.5726	10.647

### ▼ Prueba t

Moctezumae-Hartweggi

Asumiendo varianzas desiguales

Diferencia	-1.3680	Razón t	-1.80255
Error estándar de la diferencia	0.7589	Grados de libertad	4.553731
Diferencia del límite de control superior	0.6418	Prob >  t	0.1370
Diferencia del límite de control inferior	-3.3778	Prob > t	0.9315
Confianza	0.95	Prob < t	0.0685



### ▼ Comparaciones de medias

#### ▼ Comparaciones para todos los pares mediante la prueba HSD de Tukey-Kramer

##### ▼ Cuantil de confianza

q*	Alpha
2.30598	0.05

##### ▼ Matriz del umbral de HSD

Abs. (Dif.) - HSD

	Hartweggi	Moctezumae
Hartweggi	-1.7501	-0.3821
Moctezumae	-0.3821	-1.7501

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente distintas.

##### ▼ Informe de letras de unión

Nivel	Media
Hartweggi	A 9.9780000
Moctezumae	A 8.6100000

Los niveles no conectados por la misma letra son significativamente distintos.

**Anexo 3.** Memoria fotográfica en la toma de datos de diámetro al cuello de la raíz y altura en relación con las especies *Pinus hartwegii* y *P. montezumae*.



**Figura 1.** Recorrido en campo.



**Figura 2.** Reforestaciones en el sitio de muestreo San Miguel Canoa.



**Figura 3.** Vista aérea de las plantas.



**Figura 4. Medición de la altura foliar de la planta.**



**Figura 5. Estimación de medidas del diámetro al cuello de raíz.**

RODAL H			
	DE R= h		
P1	7.97	21	14.31 2.7
P2	10.26	24	11.34 2.8
3	10.06	29	11.16 2.8
4	6.70	31	7.90 2.4
5	9.99	24	8.48 3.0
6	12.18	31	9.69 2.7
7	10.18	29	9.80 2.9
8	11.70	35	12.70 3.3
9	10.70	29	10.57 2.9
10	9.14	22	10.55 3.5
11	7.26	29	7.77 2.0
12	7.38	12	12.01 4.1
13	5.68	28	10.27 2.8
14	10.64	27	8.50 2.7
15	10.13	48	10.33 2.9
16	10.48	21	11.95 3.0

**Figura 6. Toma de los datos en campo.**



**BUAP**

Oficio No. IAH/495/2015

**C. Felipe Neri Ramírez Barona**  
**Egresado de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica**  
**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**PRESENTE**

*Con base en el dictamen emitido por el Dr. Francisco Domínguez Hernández (Director de Tesis), M.C. Joaquín Esteban Medina (Asesor) y M.C. Verónica Torres Valencia (Asesor) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:*

**“Evaluación de reforestación en área natural protegida de especies de *Pinus*, San Miguel Canoa, Puebla”**

*Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agroforestal.*

*Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.*

Atentamente  
"Pensar bien, para vivir mejor"  
San Juan Acateno, Teziutlán, Pue. 22 de Abril de 2015

M. C. Fabián Enriquez García  
Director de Facultad de Ingeniería Agrohidráulica



C.c.p. Archivo y Minutario  
MC FEG/mlsm