



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO FORESTAL

DISTRIBUCIÓN NATURAL DE *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham.
EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL CARBÓN ESTADO DE MÉXICO

DÁMASO ALMANZA TINOCO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN CONSERVACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE
DE BOSQUES

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO DE MÉXICO

2013


La presente Tesis titulada “Distribución natural de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en el municipio de Villa del Carbón Estado de México” realizada por el Ing. Dámaso Almanza Tinoco, bajo la dirección del Consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRÍA TECNOLÓGICA

“CONSERVACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES”


CONSEJO PARTICULAR

Consejero



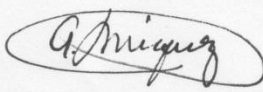
Dr. J. Jesús Vargas Hernández

Asesor



Dr. Javier López Upton

Asesor



Dr. Alejandro Velázquez Martínez

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI PADRE TRINIDAD ALMANZA AGUADO

Por ser el Ángel que me ha acompañado siempre desde que tengo recuerdo

A MI MADRE MARÍA DE LA LUZ TINOCO GONZÁLEZ

Por su inquebrantable lucha y ejemplo de vida

A MI ESPOSA MARICRUZ

Por su incondicional apoyo y comprensión

A MIS HIJOS OSVALDO, ABRIL MARICRUZ y LUCY JOHANA

Por su ternura

A MIS HERMANOS TERE, NICO, LUZMA, JAVIER, CARMELA, ANGÉLICA y JUAN CARLOS

Por su desinteresado apoyo y consejos

A CHATO

Por su apoyo

A MI FAMILIA

Por estar conmigo en todo momento

A COMPAÑEROS Y AMIGOS

Por formar parte de mi vida, por orientarme y apoyarme siempre.

A G R A D E C I M I E N T O S

A MIS MAESTROS DE PRIMARIA, SECUNDARIA, PREPARATORIA, LICENCIATURA Y MAESTRÍA, por creer en mí y compartir sus conocimientos.

AL DR. J. JESÚS VARGAS HERNÁNDEZ, por brindarme la oportunidad de contar con su gran capacidad y experiencia para la realización de este trabajo.

A LOS DIRECTORES DE LA PROTECTORA DE BOSQUES (PROBOSQUE) DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO, por su contribución a ampliar mi experiencia y desarrollo profesional y por darme las facilidades para titularme y el apoyo para realizar este Postgrado.

A MIS AMIGOS y COMPAÑEROS DE TRABAJO.

A LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON PARA LA REALIZACIÓN Y CULMINACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO

RESUMEN

DISTRIBUCIÓN NATURAL DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM. EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL CARBÓN ESTADO DE MÉXICO” DÁMASO ALMANZA TINOCO

El presente trabajo se realizó en el Ejido y Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco, municipio de Villa del Carbón, en el Estado de México, con el propósito de describir la superficie y las características dasométricas principales de la población de *Pinus patula* en la región. En la descripción de las características dasométricas de los rodales muestreados se incluyó la altura y el diámetro normal de los árboles y el número de individuos por hectárea, entre otras; con estos datos se obtuvo la frecuencia de aparición de la especie, la densidad de individuos por hectárea, el valor de importancia por especie, y la distribución diamétrica y de alturas por hectárea para la especie de interés, así como la diversidad y riqueza de especies en el estrato arbóreo.

De acuerdo con la información obtenida, *Pinus patula* se distribuye en esta región del Estado de México como una población casi continua en una superficie aproximada de 686 hectáreas, en un intervalo altitudinal de los 2,700 a los 3,300 m, en las coordenadas geográficas 19° 46' 0" a 19° 36' 30" latitud Norte, y 99° 28' 30" a 99° 30' 00" longitud Oeste. Los datos encontrados tanto en los programas de manejo forestal para los predios del Ejido y Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco así como en la información tomada en campo en sitios de muestreo indican que la población de *Pinus patula* es de origen natural, con individuos de todas las categorías diamétricas, y no establecida de manera artificial como se creía hasta hace algunos años. La altitud en la que se desarrolla esta especie en esta región representa una posibilidad potencial para el establecimiento de plantaciones en otros sitios similares dentro y fuera del Estado de México.

SUMMARY

NATURAL DISTRIBUTION OF *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM. IN THE MUNICIPALITY OF VILLA DEL CARBÓN, STATE OF MEXICO DÁMASO ALMANZA TINOCO

This work was done in the Ejido and Communal Lands of San Jerónimo Zacapexco, municipality of Villa del Carbon, in the State of Mexico, with the purpose of describing the natural range, area and other major characteristics of *Pinus patula* population in the region. In the description of dasometric characteristics of the sampled stands, height, diameter at breast height, and number of individuals per hectare were included, among others; with this data, the frequency of occurrence, the density per hectare, the value of this important by species, and the diameter and height distribution per hectare for the species of interest were obtained, as well as the species diversity and richness for the tree stratum.

The results showed that *Pinus patula* is distributed in this region as an almost continuous population in an area of approximately 686 hectares, in an altitudinal range from 2,700 to 3,300 m and geographic coordinates from 19° 46' 00" to 19° 36' 30" North, and from 99° 28 '30" to 99° 30' 00" West. The data obtained both from the forest management programs for the Ejido San Jerónimo and Communal Lands of Zacapexco and from the field sites sampled indicate that the population of *Pinus patula* is natural with individuals in all diameter categories, and not planted as believed until a few years ago. The altitude at which this species grows in this region represents a potential opportunity for the establishment of plantations in similar sites both inside and outside the state of Mexico.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
3. ANTECEDENTES.....	3
4. ÁREA DE ESTUDIO	6
4.1. Ubicación.....	6
4.2. Fisiografía.....	8
4.3. Clima.....	9
4.4. Geología y Suelos.....	10
4.5. Hidrología.....	11
4.6. Vegetación.....	12
5. METODOLOGÍA.....	13
6. RESULTADOS.....	15
6.1. Distribución de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schldl. et Cham. y superficie ocupada.....	15
6.2. Estructura de los rodales.....	16
6.3. Estado sucesional.....	18
6.4. Diversidad y riqueza de especies	23
7. DISCUSIÓN.....	26
8. CONCLUSIONES.....	29
9. LITERATURA CITADA	30
10. ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución natural del <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en México y América Central	3
Figura 2. Distribución natural de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en la República Mexicana	4
Figura 3: Ubicación general del área de estudio.	7
Figura 4: Localización de los predios en los que se localiza el <i>Pinus patula</i> dentro del municipio de Villa del Carbón, Estado de México.	7
Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Villa del Carbón, México.	10
Figura 6. Altitud tomada con GPS.	13
Figura 7. Distribución del <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en el Ejido y Los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Edo. de México.	16
Figura 8. Arbolado sin perturbación de <i>P. patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. dentro de los predios.....	19
Figura 9. Arbolado de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. con afectación de <i>Dendroctonus</i> dentro de los predios.....	20
Figura 10. Distribución de frecuencias diamétricas de acuerdo con los cinco sitios muestreados y la información de los programas de manejo forestal sustentable en una hectárea.	22
Figura 11. Distribución de frecuencias de altura por hectárea, de acuerdo con los cinco sitios muestreados y la información de los programas de manejo forestal sustentable.....	23
Figura 12. Riqueza de especies en el estrato arbóreo de la comunidad de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Méx.	24
Figura 13. Riqueza de especies en el estrato arbustivo de la comunidad de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Méx.	25

Figura 14. Riqueza de especies en el estrato herbáceo de la comunidad de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Méx.	25
Figura 15. Distribución natural de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham.	26
Figura 16. Distribución altitudinal de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en Villa del Carbón.	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos ambientales de desarrollo del <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham.	5
Cuadro 2. Superficies de los rodales de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham.	8
Cuadro 3. Exposición de los sitios con presencia de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón.	9
Cuadro 4. Distribución de los sitios e intensidad de muestreo en los diferentes predios donde se ubican los rodales naturales de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco.....	14
Cuadro 5. Porcentaje de cobertura del estrato arbóreo y arbustivo en rodales con presencia de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham., en Villa del Carbón, Estado de México.	17
Cuadro 6. Valores absolutos y de Importancia para el estrato arbóreo en los rodales con presencia de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. en Villa del Carbón, Estado de México.	18
Cuadro 7. Número de árboles por categoría diamétrica por hectárea de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham., de acuerdo con los cinco sitios muestreados y los programas de manejo forestal sustentable.....	21
Cuadro 8. Número de árboles por categoría de altura por hectárea de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham., de acuerdo con los cinco sitios muestreados y los programas de manejo forestal sustentable.....	22
Cuadro 9. Índices de diversidad por estrato para la comunidad de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham.....	24
Cuadro 9. Condiciones ecológicas del Ejido y los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco, Méx., respecto a las poblaciones de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham. descritas por Vela (1980), en otras regiones geográficas.	27

1. INTRODUCCIÓN

Pinus patula Schiede ex Schltdl. et Cham. es una especie mexicana de rápido crecimiento que en las últimas décadas ha obtenido un importante reconocimiento, convirtiéndose en la especie de pino tropical mexicano más plantada en el mundo. Países como Swazilandia, Rodesia, Madagascar, Angola y Malawi tienen plantada esta especie en más del 60% de su superficie destinada a plantaciones forestales (Wormald, 1975).

En México, se estima que de las 256,000 ha. destinadas a plantaciones forestales comerciales, el 15% corresponde a plantaciones de *Pinus patula* (CONAFOR, 2003). Sin embargo, no existen suficientes estudios que demuestren con precisión la viabilidad de establecer plantaciones con esta especie, sólo se tienen reportes de sus altas tasas de crecimiento y adaptación a diversas condiciones ecológicas (Vela, 1980; Velázquez *et al.*, 2004; 2009).

En la obra titulada “Los Pinos Mexicanos” de Maximino Martínez (1948), se reporta la distribución de *Pinus patula* en los estados de: Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Tamaulipas; para el Estado de México indica que lo observó cerca de Lerma y en Encarnación, municipio de Huixquilucan.

El presente estudio tiene como objetivo reportar la existencia del *Pinus patula* como una especie de origen nativo para el Estado de México y así poderla utilizar sin restricciones en los programas de plantaciones forestales comerciales de la entidad. Por otro lado, la información de esta población amplía la distribución natural y el acervo genético de este pino.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Determinar la distribución natural del *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham., en el municipio de Villa del Carbón Estado de México y describir las características dasométricas de los rodales muestreados en la región.

3. ANTECEDENTES

Pinus patula Schiede ex Schltdl. et Cham. es una especie que ha mostrado una gran capacidad de producción debido a que presenta un crecimiento muy rápido de hasta 20 m³/ha/año (Evans y Turnbull, 2010). Además tiene buena conformación, copas pequeñas, poda natural adecuada, fuste recto relativamente libre de nudos hasta una altura de 20 metros, y en general buena calidad de la madera por su bajo contenido de resinas y adecuadas características físicas y químicas, así como una elevada productividad bajo un manejo intensivo (Vela, 1980; Trinidad y Monroy, 1992; Monroy, 1995). Según Webb (1980), esta especie se distribuye en forma natural en el Centro y Sur de México, de los 18° a 20° Norte; mientras que Perry (1992), lo sitúa de los 17° a 24° Norte; sin embargo Vela (1980), indica que se distribuye desde un poco al Norte de los 18° hasta los 23°20' y entre los 97° y 99°45' Oeste (Figura 1).



Figura 1. Distribución natural del *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en México y América Central (Gillespie, 1992).

Se distribuye naturalmente sobre las formaciones montañosas de la Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y la Sierra Madre de Oaxaca, en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Querétaro, Distrito Federal, Tlaxcala (Figura 2), (Martínez, 1948; Vela, 1980).

De acuerdo con Martínez (1948), en México la distribución natural comprende los estados de Querétaro, Hidalgo, México, Puebla y Veracruz. Se extiende dentro de las latitudes 13° a 24° N. y las longitudes 85° y 100° W. Sin embargo, ha sido plantado extensamente fuera de su área de distribución a través de los trópicos y zonas templadas desde la década de 1940, incluyendo el sur de África, el subcontinente de la India, América del Sur y Australia (Gillespie, 1992).



Figura 2. Distribución natural de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en la República Mexicana (Vela, 1980).

En los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz, se encuentran las poblaciones más grandes y con los mejores desarrollos (Anónimo, 1999). Existen plantaciones en Puebla, México, Michoacán y Distrito Federal (Vela, 1980).

Pinus patula se distribuye entre los 1,800 y 3,100 msnm en la Sierra Madre Oriental (de Tamaulipas a Oaxaca), en sitios donde la precipitación media anual es superior a los 1,000 mm distribuidos en 7 a 11 meses y las laderas tienen una influencia significativa de neblinas durante todo el año (Vela, com. pers). Estos bosques, al menos en gran parte, parecen ser secundarios y mantenidos artificialmente gracias a las actividades humanas.

Pinus patula se presenta a menudo en masas puras, pero a veces se acompaña de otros árboles, principalmente *P. pseudostrobus* Lindl., especie que también tiene afinidades por climas o microclimas húmedos de altura.

Se desarrolla principalmente en zonas templadas con exposiciones norte y aquellas que reciben una gran cantidad de niebla durante el año (Anónimo, 1999); es posible encontrarla en lugares donde llegan los vientos húmedos del Golfo de México (Vela, 1980), aunque también pueden crecer en donde no exista humedad relativa alta (Anónimo, 1999). Crece en terrenos de topografía plana y lomeríos con pendientes moderadas y hasta de 45° (Vela, 1980). Se menciona que la regeneración natural de *Pinus patula* se presenta en algunos lugares con mayor frecuencia al pie de arbustos de *Baccharis conferta* Kunth, supuestamente debido a la protección mecánica que reciben las plántulas contra el pastoreo (Aguilar *et al.*, 1992).

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de algunos requerimientos ambientales de la especie bajo estudio.

Cuadro 1. Requerimientos ambientales de desarrollo del *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham.

Requerimientos ambientales	
Altitud (msnm)	Media: óptima entre los 1,800 y 2,400 (2) Mínima: 1,600 (4); 1,500 (1). Máxima: 3,100 (1, 4)
Suelo	Profundidad: de moderada a muy profunda; en sitios con pendiente pronunciada, es superior a un metro. Textura: de arenosa a arcillosa; de francas a migajosas en el horizonte A, arcillosas en la partes más profunda. Pedregosidad: de no pedregosos a escasa pedregosidad. Drenaje: bien drenados. Gravas: escasas. Color: café con variantes hasta amarillo y rojo, sobre todo en los horizontes profundos. pH: de 3.8 a 6.6; los valores más ácidos se encuentran en los horizontes superficiales . Materia orgánica: en el horizonte A hasta 78%, en el horizonte B y C alrededor del 1% (3).
Temperatura (°C)	Media: 14 (4). 10 a 20 (1). Mínima: hasta -14 (4). Máxima: 40 (4).
Precipitación (mm)	Media: 1,200 (4). Mínima: 1,000 (1); 600 (4). Máxima: 1,500 (1); 2,500 (4).

Fuente: Rzedowski, 1978 (1); Anónimo, 1999 (2); Vela, 1980(3) y Eguiluz 1982 (4).

Pinus patula requiere más de 1000 mm de precipitación anual, distribuidos en 7 a 11 meses (Rzedowski, 1978). De acuerdo con lo observado por Vela (1980), la comunidad de *P. patula* no constituye en la mayoría de los casos una fase clímax, pues este pinar tiene una capacidad de invadir rápidamente las áreas desprovistas de vegetación, formando una comunidad muy densa que impide el establecimiento de otros elementos arbóreos en sus primeras fases de desarrollo (Rzedowski *et al.*, 1977). En cambio, en los bosques maduros, que forman cerradas y sombrías espesuras, la regeneración de esta especie es escasa o nula y abundan plantas de *Quercus* spp., que con el tiempo desplazan al pino (Rzedowski *et al.*, 1977).

Se consideraba que *Pinus patula* no existía en forma natural en el Estado de México, ya, que con excepción de Martínez (1948) que menciona su existencia en los municipios de Lerma y Huixquilucan, ningún otro autor incluye al Estado de México como parte del hábitat natural de la especie. Sin embargo, en el año 1992 en el Estado de México, se identificaron poblaciones naturales de dicha especie por parte de PROBOSQUE, en el municipio de Villa del Carbón específicamente en los predios del Ejido y los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco.

En este documento se describen las condiciones ecológicas, la composición botánica y la estructura poblacional de *P. patula* en los predios de San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón. Esta localidad destaca por representar una posición intermedia o aproximada a las condiciones óptimas de desarrollo para esta especie.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1. Ubicación

El sitio de estudio se localiza en los terrenos tanto ejidales como comunales de San Jerónimo Zacapexco, Municipio de Villa del Carbón del Estado de México, con una Latitud norte que va del paralelo 19° 46' 0" al 19° 36' 30"; y una Latitud oeste en un rango, entre meridiano 99°28'30" y 99°30'00"; con referencia al meridiano de Greenwich, con una altitud promedio de 3,000 msnm, en un rango de 2,700 a 3,300 m (Figura 3 y 4).

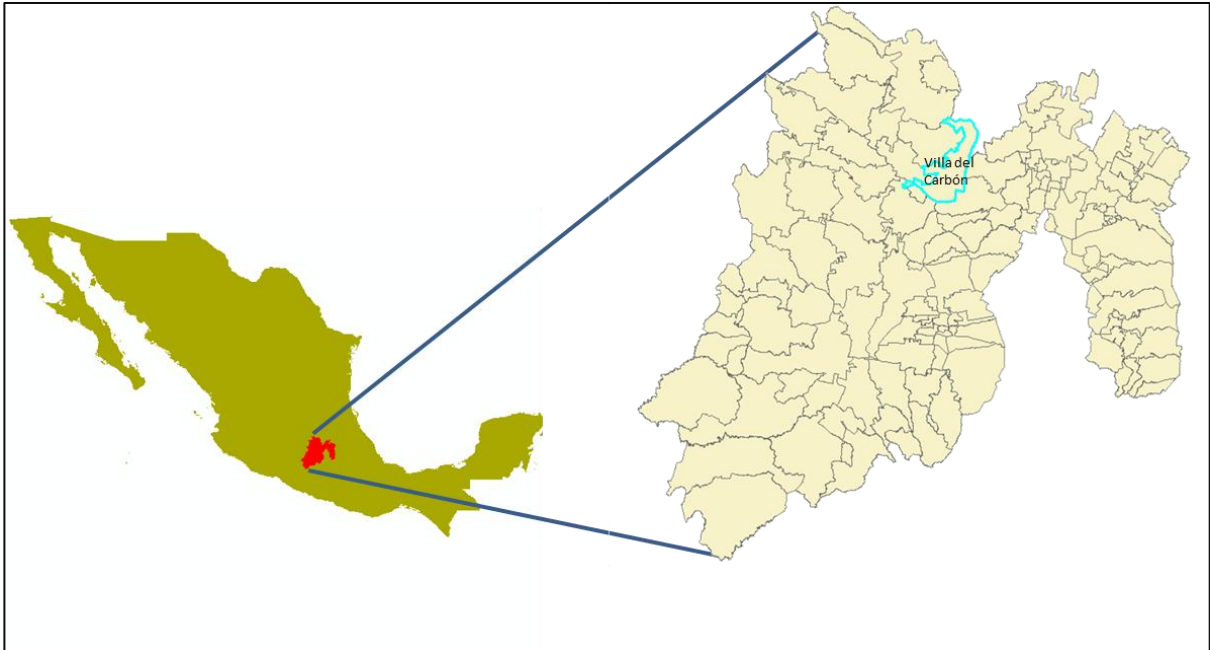


Figura 3: Ubicación general del área de estudio.

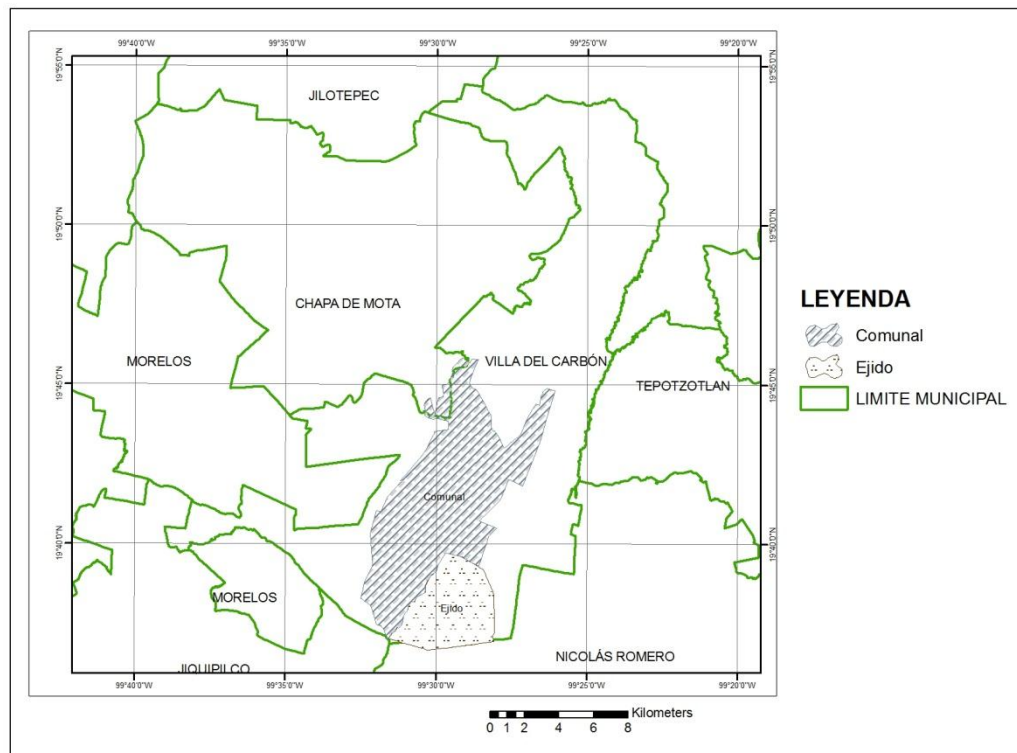


Figura 4: Localización de los predios en los que se localiza el *Pinus patula* dentro del municipio de Villa del Carbón, Estado de México.

Los rodales con *Pinus patula* en esta zona cubren una superficie total aproximada de 686.63 hectáreas; sin embargo el tamaño promedio es de 34.33 hectáreas ya que van desde una superficie de 12.5 hasta 92.17 hectáreas (Cuadro 2), con dominancia de encino, siguiéndole el *Pinus patula* y después el *Abies religiosa* (Kunth) Schtdl. & Cham. en el estrato arbóreo.

Cuadro 2. Superficies de los rodales de *Pinus patula* Schiede ex Schtdl. et Cham.

Predio	Rodal	Sup. Total (ha)
Ejido San Jerónimo Zacapexco	13	28.39
	15	17.80
	31	92.17
	42	29.43
	43	26.94
Bienes Comunales San Jerónimo Zacapexco (Ampliación)	37	14.75
	38	12.50
	39	13.50
	40	34.50
	41	22.80
	42	53.10
	43	36.20
Bienes Comunales San Jerónimo Zacapexco (Dotación)	44	39.00
	10	24.22
	11	55.45
	12	52.72
	13	37.75
	14	40.83
	15	34.64
16	19.94	

Fuente: Programas de manejo forestal sustentable de el Ejido y Comunal de San Jerónimo Zacapexco.

4.2. Fisiografía

Fisiográficamente, la población se ubica en la Provincia del Eje Neo-volcánico, en la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac.

El área estudiada se ubica en el sistema de topoformas de gran sierra compleja con mesetas, sistema que presenta altitudes máximas de 3,400 msnm y mínimas de 2,700 msnm, con una exposición predominantemente norte y este (Cuadro 3) y una pendiente promedio de 45%.

Cuadro 3. Exposición de los sitios con presencia de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón.

Exposición	Superficie (%)	
	Ejido*	Comunal**
Norte	56	20
Noreste	-	40
Este	29	40
Oeste	15	-

*Fuente: Programa de Manejo Forestal; **Fuente: sitios de muestreo.

4.3. Clima

Se clasifica como templado subhúmedo con lluvias en verano. Se identifica por la siguiente fórmula climática C(W₂)(W), porcentaje de lluvia invernal menor al 5% de la precipitación total anual (Köppen modificado por García, 1973). La precipitación media anual se encuentra en el rango de 600 a 800 mm (Figura 5); la máxima incidencia de lluvias se registra en el mes de junio, con rango que fluctúa entre 150 y 160 mm; la mínima corresponde a los meses de febrero y diciembre, con un valor menor de 10 mm.

La temperatura media anual oscila entre 12 y 18°C; la temperatura más cálida se presenta en mayo entre los 14 a 16°C, y la mínima se registra en el mes de enero y diciembre, con un rango que oscila entre 11 y 12°C.

Presenta una frecuencia a las heladas de 0 a 20 días al año, y una frecuencia a la presencia de granizadas de 0 a 2 días. La precipitación que se presenta en la zona permite el desarrollo de la agricultura de temporal, mediante la siembra de cultivos de zonas templadas con restricciones moderadas.

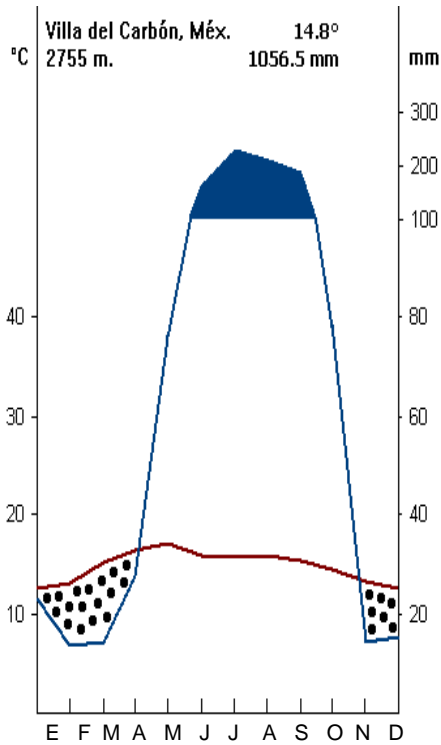


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Villa del Carbón, México.

4.4. Geología y Suelos

La litología del Estado de México está constituida por un afloramiento de rocas de origen ígneo, sedimentos y metamórfico, siendo las rocas ígneas la que ocupan una mayor extensión. Las rocas de esta entidad datan desde el triásico (metamórficas) hasta el cuaternario (representado por rocas ígneas de composición basáltica, así como depósitos lacustres y aluviales) (Fuente: Programas de manejo del Ejido y los Bienes Comunes de San Jerónimo Zacapexco, 2007).

La constitución litológica de la zona está comprendida por rocas triásicas, clasificadas como filitas y pizarras, rocas sedimentarias clásticas asociadas con piroclásticas (Fuente: Programas de manejo del Ejido y los Bienes Comunes de San Jerónimo Zacapexco, 2007).

En particular, para la zona donde se encuentra el *Pinus patula* de forma natural, se identificó la unidad de suelos Andosoles (del japonés An, oscuro y Do suelos; connotativo de suelos formados a partir de materiales ricos en vidrios volcánicos que por lo común

presenta un horizonte superficial de color claro oscuro) de acuerdo con la carta **E14A28 de INEGI**, los suelos con presencia de *Pinus patula* se encuentran definidos por la siguiente formula (Fuente: Programas de manejo del Ejido y los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco, 2007):

$$\frac{Th+To}{2}$$

Donde: Th= Andosol húmico
To= Andosol ócrico
Hh= Feozem háplico

Para el ejido las subunidades Andosol húmico y Andosol ócrico, así mismo se identificó la unidad Feozems (la formación de estos suelos es generada en gran medida por el intemperismo de las rocas de origen ígneo extrusivo que son abundantes en la zona) con la subunidad Feozem háplico.

Debido a la gran cobertura que se tiene en el estrato bajo, se observó en toda el área la presencia de erosión en forma nula a incipiente. De manera que es más frecuente en los caminos, por causa del agua y del viento.

4.5. Hidrología

Se ubica en la región hidrológica del Río Panuco (26), en la cuenca del Río Moctezuma (D), subcuenca del Río Tepeji (Dm), en las subcuencas tributarias del río los Sabinos y el río el Oro (Dm0301 y Dm0401, respectivamente). Las claves completas son 26Dm0301 y 26Dm0401 (Fuente: Programas de manejo del Ejido y los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco, 2007).

El área de estudio presenta tres escurrimientos principales de tipo permanente uno de ellos denominado San Pedro, y los demás sin nombre con una distancia aproximada de 14.1 kilómetros, además de 19 escurrimientos de tipo temporal afluentes de los mismos ríos, con una distancia aproximada de 21.75 kilómetros, también se cuenta con un cuerpo de agua conocida como Presa “El Llano” con una superficie de 2.79 ha de interés ecoturístico y con producción de trucha arcoiris.

4.6. Vegetación

El tipo de vegetación presente en el área de estudio es un bosque templado frío, constituido principalmente por masas mezcladas de Pinus-Quercus-Abies-Hojosas. Las especies con mayor abundancia son *Pinus patula*, *P. rudis* Endl., *P. pseudostrobus*, *Quercus laurina* Humb. & Bonpl., *Q. resinosa* Liebm., *Q. crassifolia* Bonpl. y otras hojosas como *Alnus acuminata* Kunth, *A. firmifolia*, *Arbutus xalapensis*, y de manera esporádica *Abies religiosa* y *Cupressus lusitanica* Mill.

El estrato arbustivo está representado por *Acaena elongata* L., *Arbutus xalapensis* H.B.K. (madroño), *Baccharis conferta* (jara china), *Buddleia parviflora* (tepozán), *Cestrum* sp., *Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton, *Clethra lanata* M. Martens & Galeotti (mamalhuaztle), *Comarostaphylis discolor*, *Geranium mexicanum* (mano de león), *Eupatorium glabratum*, *Fuchsia thymifolia*, *Loeselia mexicana* (chuparosa), *Salix cana*, *Senecio barba-johannis*, *Senecio albonervius*, *Senecio angulifolius*, *Stevia* sp., *Ternstroemia pringlei* (trompillo) y *Viguiera guinguirradiata* (tremetinoso) (Fuente: Programas de manejo del Ejido y los Bienes Comunes de San Jerónimo Zacapexco, 2007).

El estrato herbáceo presenta mayor variedad de especies, como son: *Archibaccharis* sp., *Asplenium* sp., *Castilleja tenuifolia*, *Cirsium* sp., *Fragaria mexicana*, *Geranium bellos* (mirto) *Linum orizabae*, *Ranunculus hookeri* (pata de león), *Salvia fulgens*, *Senecio sanguisorbae*, *Senecio suffultus*, *Silene* sp., *Solanum hispidum* (sosa), *Smilax moranensis*, *Tagetes lunulata* (cincoyaga), *Zaluzania angusta* (cenecillo), *Bouteloua simplex*, *Bromus* sp., *Muhlenbergia erectifolia* (zacatón), *Muhlenbergia gracillilis* y *Dryopteris* sp.

Considerando la cantidad de especies presentes en el bosque se puede decir en general que la diversidad en el estrato arbóreo y arbustivo es buena y en conjunto constituye una densidad alta que permite la continuidad del ecosistema presente.

La diversidad de especies es vital ya que la eliminación total de alguna de ellas puede romper cadenas tróficas, que pudiesen ocasionar la presencia de plagas y enfermedades, o algún otro deterioro ecológico, por lo tanto todas las especies presentes tienen una gran importancia ecológica.

5. METODOLOGÍA

Se recabó la información bibliográfica vertida en los programas de manejo forestal autorizados para el municipio de Villa del Carbón, México para la determinación de la distribución de *Pinus patula* correspondiente al Ejido y el Comunal de San Jerónimo Zacapexco, así como la consulta a los propietarios. Se corroboró la ubicación y delimitación de las poblaciones de esta conífera mediante recorridos de campo, con el apoyo de fotografías aéreas, planos de los programas de manejo de los predios descritos y receptores GPS (Figura 6).



Figura 6. Altitud tomada con GPS.

Los polígonos se transformaron a formato digital y se obtuvo un mapa de distribución de la población mediante el programa ArcGis 10.

Para el registro de las variables dasométricas del estrato arbóreo primeramente se identificaron los sitios de muestreo dónde se encontró *Pinus patula* (174 sitios) y se tomaron los datos del inventario forestal de los predios: Ejido San Jerónimo Zacapexco (No. de Oficio 207E10000/027/2007-NA de fecha 29 de agosto de 2007), y Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco (No. de Oficio SGPARN/SFS/6754/2003 de fecha 30 de septiembre de 2003 y la Modificación, con oficio 207E10000/028/2007-NA de fecha 30 de agosto de 2007). Los datos utilizados fueron: diámetro, altura y número de individuos por especie para cada rodal y sitio (sitios circulares de 1,000 m²). Con dichos datos se obtuvo el área basal, volumen y número de árboles por hectárea. De igual forma, se consideró la composición y cobertura de cada estrato (arbóreo, herbáceo y arbustivo), junto con la regeneración para el estrato arbóreo por rodal.

Se definió el tamaño de muestra considerando el volumen total por sitio de muestreo de la especie de interés, con solamente 136 sitios, debido a que 38 de ellos pertenecen a la Ampliación del Comunal y no se cuenta con el volumen por sitio; de esta manera se estimó un tamaño mínimo de 76 sitios de muestreo (Cuadro 4), lo que representa una intensidad de muestreo del 2.95 %.

Cuadro 4. Distribución de los sitios e intensidad de muestreo en los diferentes predios donde se ubican los rodales naturales de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco.

Predio		Superficie	No. de Sitios	Intensidad de muestreo (%)
Ejido San Jerónimo Zacapexco		194.73	58	2.98
Bienes Comunales	Ampliación	226.35	38	1.68
San Jerónimo Zacapexco	Dotación	265.55	78	2.94

Adicionalmente se levantó la información de cinco sitios circulares de muestreo de 1000 m² distribuidos de manera selectiva, en donde las condiciones de la masa fueran representativas de la especie de interés y, donde se resaltara la composición de especies. De cada sitio se tomó la coordenada del centro del sitio con un geoposicionador Garmin, la altitud, exposición y el porcentaje de pendiente con una brújula azimutal, así como la

especie, altura y diámetro normal (medido a 1.30 m de altura) de cada uno de los árboles, utilizando cinta diamétrica y clinómetro Suunto. Además, se obtuvo la edad de 6 individuos con diferente categoría diamétrica, contando el número de anillos de crecimiento utilizando un taladro de Pressler.

Para describir la composición de especies del estrato arbóreo utilizando la información de los cinco sitios, se calcularon valores absolutos y relativos de frecuencia, densidad y valor de importancia. Con base en las frecuencias absolutas de individuos por categoría diamétrica y de altura se obtuvo la estructura poblacional de *P.patula*. Para el estrato arbustivo y herbáceo se calcularon los índices de diversidad: Simpson (D), Shannon y Weiner (H'), y equitatividad (E). Las ecuaciones para determinar dichos índices se presentan a continuación:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2; \quad \text{donde } p_i^2 = \frac{n_i}{N}$$

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad y;$$

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

p_i = probabilidad de importancia para cada especie

\ln = logaritmo natural

S = número de especies presentes

Además, se obtuvo la cobertura de copa del estrato arbóreo y del estrato bajo a partir de la información existente en los programas de manejo de los predios donde existe la especie de interés.

6. RESULTADOS

6.1. Distribución de *Pinus patula* Schiede ex Schtdl. et Cham. y superficie ocupada

Pinus patula se distribuye como una población casi continua en la parte sur del predio de los Bienes Comunes de San Jerónimo Zacapexco y en la parte oeste del Ejido San Jerónimo Zacapexco, en una superficie aproximada de 617.5 ha (Figura 7); sin embargo,

al este de esta población principal, a una distancia de 1 km, existe un pequeño manchón de 28.4 ha; asimismo, al noroeste del predio comunal, a una distancia aproximada de 440 m. se encuentran otros tres manchones de esta especie, con una superficie de 14.75 ha, 12.5 ha y 13.5, respectivamente, lo que nos arroja un total de 686.63 hectáreas. De esta superficie, 491.9 has se encuentran en el predio comunal y 194.73 en el predio ejidal.

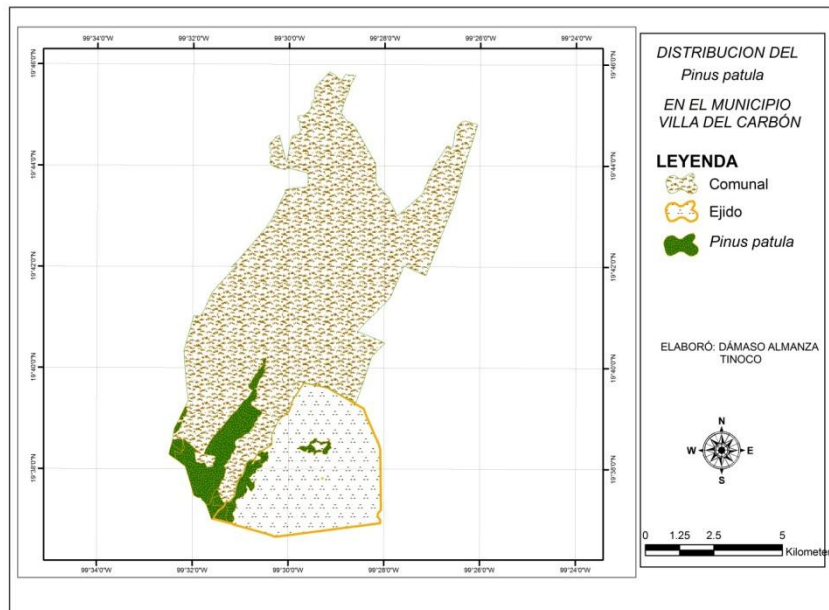


Figura 7. Distribución del *Pinus patula* Schiede ex Schtdl. et Cham. en el Ejido y Los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Edo. de México.

A pesar de que la especie en la región se presenta como una población principal y un pequeño manchón separado de ella, en la población principal se pueden distinguir al menos 17 subpoblaciones o rodales distintos, con base en la estructura de edades y las características dasométricas del arbolado.

6.2. Estructura de los rodales

Como se puede observar en los cuadros 5 y 6, el *Pinus patula* se encuentra mezclado principalmente con *Quercus* spp., *Abies religiosa*, algunas otras hojosas, *Pinus pseudostrobus* y *P. rudis*. El *Pinus patula* es la tercer especie en frecuencia de aparición con 24 %, en número de individuos por hectárea con 116 y un valor de importancia igual a 30; sin embargo es la que mayor área basal presenta con un valor de 12.903 m²/ha, es superada por *Quercus* spp. que es la especie dominante en frecuencia de aparición y por

lo tanto en número de individuos por hectárea y valor de importancia, el *Abies religiosa* es la segunda especie en orden de importancia.

Cuadro 5. Porcentaje de cobertura del estrato arbóreo y arbustivo en rodales con presencia de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham., en Villa del Carbón, Estado de México.

Predio	Rodal	Sup. Total (ha)	Cobertura del estrato arbóreo		Cobertura del estrato bajo (%)			
			Estructura (composición)	Cobertura de copa	Arbustos	Hierbas	Pastos	Regeneración
Ejido San Jerónimo Zacapexco	13	28.39	Pqa	41-60	10	35	0	5
	15	17.80	Paq	21-40	20	20	0	10
	31	92.17	Paq	41-60	5	10	0	5
	42	29.43	Pq	41-60	15	10	10	10
	43	26.94	Ap	21-40	0	45	10	10
Bienes Comunales San Jerónimo Zacapexco (Ampliación)	37	14.75	Pqh	41-60	25	35	10	>5
	38	12.50	Pqh	41-60	20	30	20	>5
	39	13.50	Pqh	41-60	25	30	15	5
	40	34.50	Pqh	61-80	15	25	>5	15
	41	22.80	Ph	41-60	15	30	20	10
	42	53.10	Pqh	61-80	30	25	10	15
	43	36.20	Pqh	61-80	30	25	>5	30
	44	39.00	Paq	61-80	10	30	15	25
Bienes Comunales San Jerónimo Zacapexco (Dotación)	10	24.22	Qph					
	11	55.45	Qph					
	12	52.72	Pqah					
	13	37.75	Qph					
	14	40.83	Pqha					
	15	34.64	Pqha					
	16	19.94	Pqah					

Pqa (pino, encino, oyamel), Paq (pino, oyamel, encino), Pq (pino, encino), Ap (oyamel, pino), Pqh (pino encino, hojosas), Ph (pino, hojosas), Qph (encino, pino, hojosas), Pqah (pino, encino, oyamel, hojosas), Pqha (pino, encino, hojosas, oyamel).

Cuadro 6. Valores absolutos y de Importancia para el estrato arbóreo en los rodales con presencia de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en Villa del Carbón, Estado de México.

Especie	Frecuencia (%)	Densidad (ind/ha)	Área basal (m ² /ha)	Valor de Importancia
Quercus sp.	34	164	10.210	33
Pinus patula	24	116	12.903	30
Abies religiosa	29	141	4.300	24
Otras hojosas (Alnus acuminata, Arbutus xalapensis)	10	51	2.296	9
Pinus pseudostrobus	2	12	1.214	3
Pinus rudis	1	4	0.287	1

6.3. Estado sucesional

La vegetación arbórea de los rodales con *Pinus patula* se caracteriza por su estado maduro (condiciones comerciales) de diámetros y altura variables; por ejemplo, el diámetro medio general de todas las especies es de 32.0 cm y la altura media es de 17.1 m, mientras que para el género *Pinus* el diámetro medio es de 37.8 cm y la altura media es de 18.9 m, como árbol dominante en el ejido. Para *Abies religiosa*, el diámetro medio es de 25.1 cm y la altura media es de 16.1 m; para *Quercus resinosa* el diámetro medio es de 29.7 cm y una altura de 16.3 m; para el grupo “otras hojosas” el diámetro medio es de 25.4 cm y la altura media es de 16.8 m. De manera específica, el *Pinus patula* tiene un promedio en diámetro es de 39.5 cm y una altura promedio de 20.4 m. Comparándolo con los datos anteriores se observa un mayor desarrollo en diámetro y en altura en los árboles de *Pinus patula*, lo cual está dentro del promedio del género *Pinus*, siendo mejor su desarrollo que el resto de las especies encontradas. Es importante señalar que aún en estas condiciones se llegan a tener individuos de hasta 40 m de altura.

La regeneración encontrada en el ejido es nula o casi nula, con un promedio de 8.93 % siendo abundante en los rodales en los cuales se realizó el manejo y nula en aquellos rodales que no fueron intervenidos.

De acuerdo a lo descrito en los programas de manejo, no existe una fuerte perturbación sobre la vegetación forestal; el arbolado en su mayoría se encuentra sano, el 81.1 % del

arbolado medido no presenta daño alguno. Los principales daños identificados en los rodales son: arbolado muerto en pie 4.52 %; ocoteado en un 11.52 %; lacrado 1.25 %; y quemado 1.61 %. Con la ejecución de los trabajos de aprovechamiento en el ciclo de corta anterior se realizaron constantes actividades de protección y fomento, evitando con esto la presencia de cortas en forma clandestina, así como la presencia de incendios, plagas o enfermedades forestales (Figura 8).



Figura 8. Arbolado sin perturbación de *P. patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. dentro de los predios

Durante la toma de información del inventario de campo y el catastro forestal se observó que en general el arbolado se encuentra en un buen estado fitosanitario a excepción de un área con presencia de descortezador del pino (Figura 9).



Figura 9. Arbolado de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. con afectación de *Dendroctonus* dentro de los predios.

En los bosques de *P. patula* se ha visto que en las masas jóvenes ésta es la única especie arbórea presente, lo que parece ser una característica de la comunidad en buena parte de su área de distribución; pero a medida que éstas maduran, se hacen presentes las especies de *Quercus*. Tal situación se observa en la región de Agua Blanca, municipio de Huixquilucan, Estado de México, donde en una población de 80 años de edad, se contaron 39 pinos, en una superficie de 2,000 m², todos adultos y ninguno joven, pero en cambio, había 161 encinos de diferentes edades, lo cual indica una situación desfavorable para la reproducción de los primeros y favorable para los segundos (Vela, 1980). Por otra parte, la regeneración de *P. patula* es abundante en aquellos sitios donde han ocurrido incendios no muy intensos, en áreas de corta a matarrasa, o en campos de cultivo abandonados.

Estas observaciones, más la existencia de algunas reliquias de *P. patula* fuera del área donde se localizan los bosques de esta especie, permiten formular la hipótesis de que, bajo las condiciones actuales dichos bosques se conservan, en la mayoría de los casos, debido al disturbio humano que les permite competir con otras especies de crecimiento más lento como por ejemplo *Quercus*.

En los sitios levantados se encontró que existen árboles en todas las categorías de diámetros y alturas (Cuadros 7 y 8, Figuras 10 y 11).

Cuadro 7. Número de árboles por categoría diamétrica por hectárea de *Pinus patula Schiede ex Schltdl. et Cham.*, de acuerdo con los cinco sitios muestreados y los programas de manejo forestal sustentable.

Categoría diamétrica	No. de árboles/ hectárea	
	Sitios muestreo	Programa de manejo
10	16	15
15	20	20
20	34	20
25	16	12
30	12	10
35	10	7
40	6	6
45	4	4
50	12	5
55	8	3
60	2	4
65	2	2
70	0	3
75	0	2
80	0	2
85	0	1
90	0	1
95	0	1
100	0	0
105	2	0
110	0	1
115	0	0
120	0	0
125	0	0
130	0	0
TOTAL	144	116

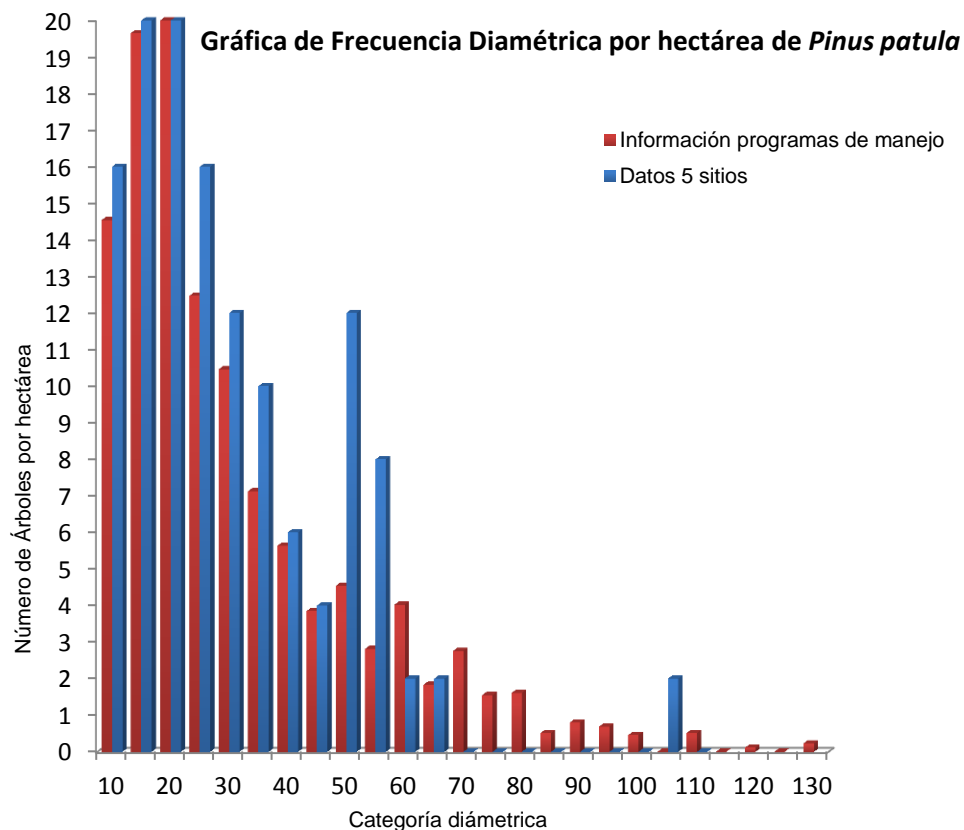


Figura 10. Distribución de frecuencias diamétricas de acuerdo con los cinco sitios muestreados y la información de los programas de manejo forestal sustentable en una hectárea.

Cuadro 8. Número de árboles por categoría de altura por hectárea de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham., de acuerdo con los cinco sitios muestreados y los programas de manejo forestal sustentable.

Categoría de altura	No. de árboles/ hectárea	
	Sitios muestreo	Programa de manejo
5	0	7
10	10	25
15	38	23
20	30	31
25	42	19
30	6	10
35	10	2
40	8	0
Total	144	116

Gráfica de Frecuencia de Altura por hectárea para *Pinus patula*

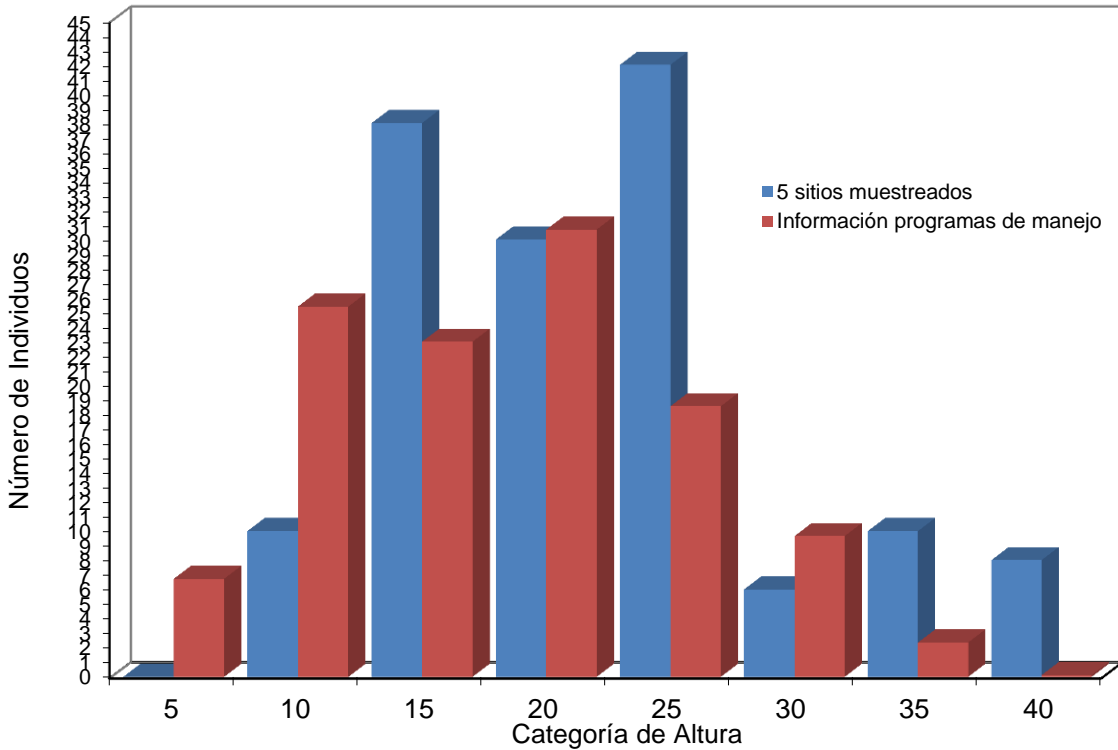


Figura 11. Distribución de frecuencias de altura por hectárea, de acuerdo con los cinco sitios muestreados y la información de los programas de manejo forestal sustentable.

6.4. Diversidad y riqueza de especies

Los índices de diversidad obtenidos por estrato muestran una amplia riqueza de especies presentes en los tres estratos (Cuadro 9 y Figuras 12, 13 y 14). En cada caso, entre más alto es el valor, indica un mayor nivel de diversidad y riqueza o heterogeneidad de especies. Como ocurre generalmente en estas comunidades, la riqueza de especies aumenta en los estratos arbustivo y herbáceo.

Cuadro 9. Índices de diversidad por estrato para la comunidad de *Pinus patula* Schiede ex Schltld. et Cham.

Estrato	Índices de Diversidad		
	Simpson	Shannon	Equitatividad
Arbóreo	0.297	1.363	0.266
Arbustivo	0.653	3.591	1.445
Herbáceo	0.302	2.991	1.166

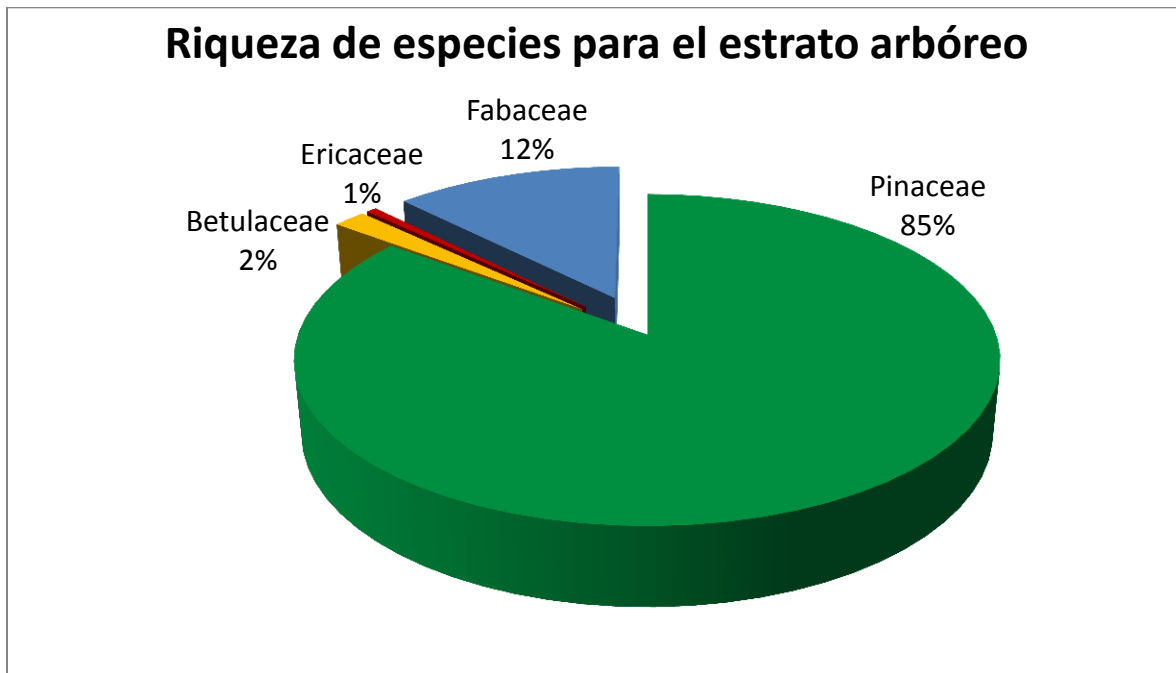


Figura 12. Riqueza de especies en el estrato arbóreo de la comunidad de *Pinus patula* Schiede ex Schltld. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Méx.

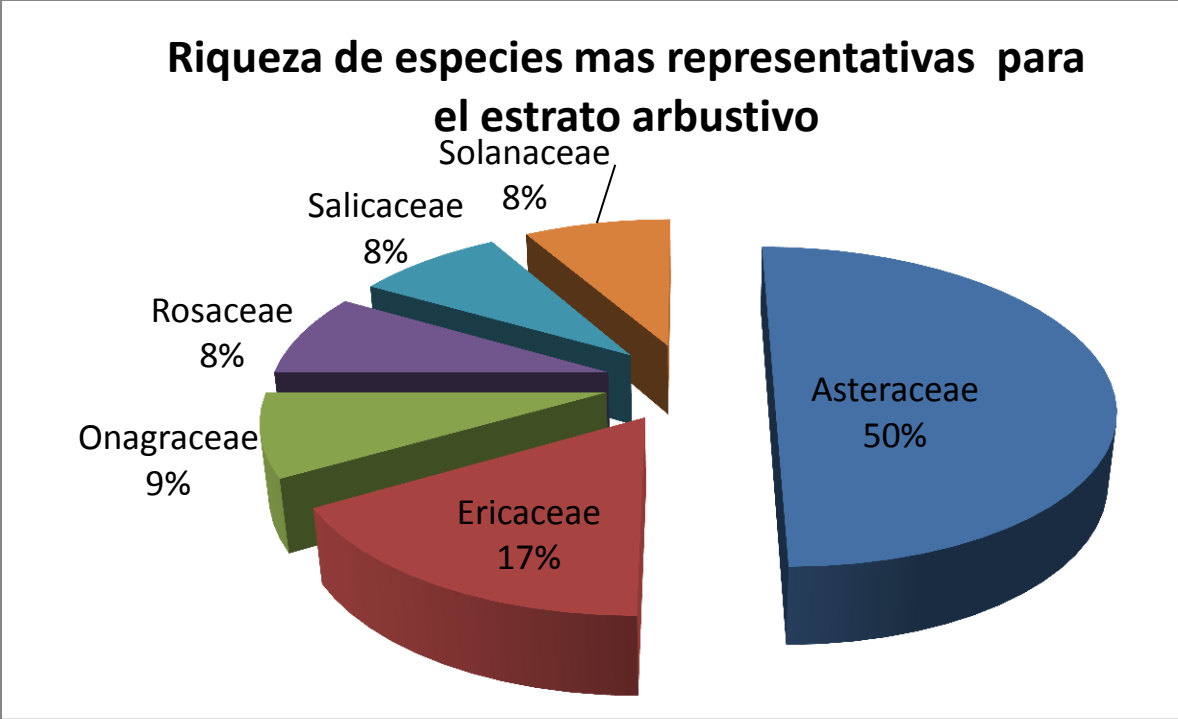


Figura 13. Riqueza de especies en el estrato arbustivo de la comunidad de *Pinus patula* Schiede ex Schldt. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Méx.

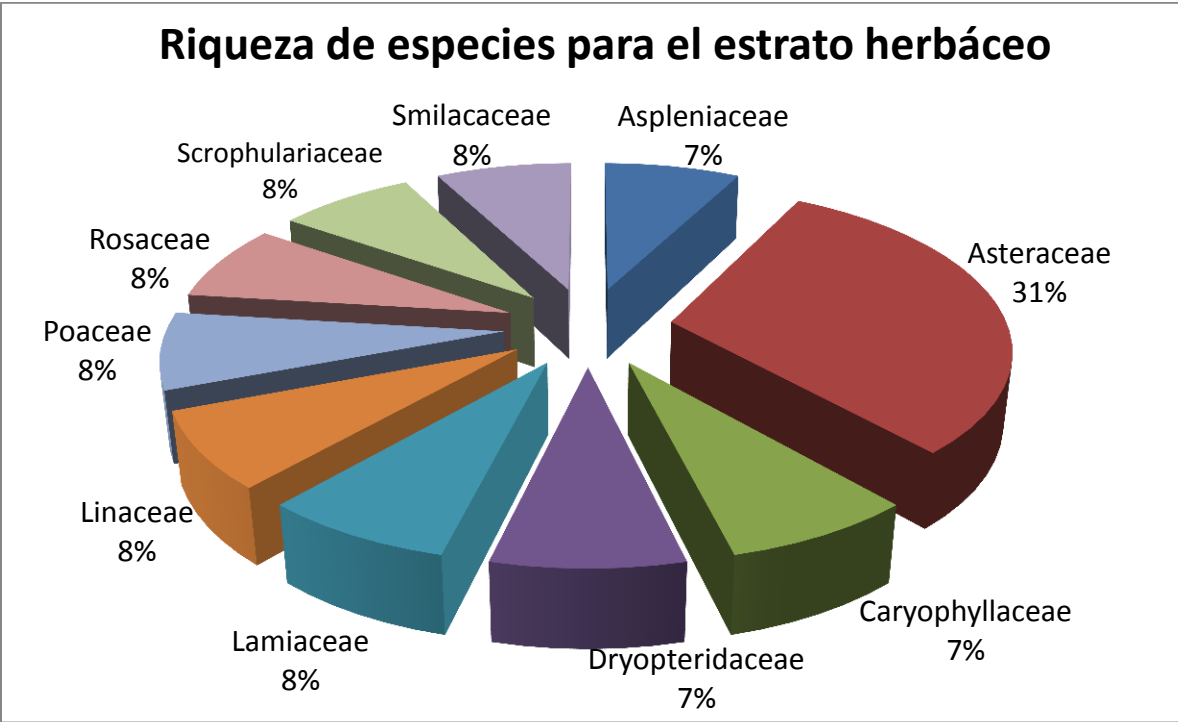


Figura 14. Riqueza de especies en el estrato herbáceo de la comunidad de *Pinus patula* Schiede ex Schldt. et Cham. en San Jerónimo Zacapexco, Villa del Carbón, Méx.

7. DISCUSIÓN

Vela (1980), menciona que existen evidencias de que en tiempos recientes esta especie ocupaba una zona continua desde el norte de Hidalgo hasta la Sierra Madre de Oaxaca, pero en la actualidad ha sido prácticamente eliminada de buena parte de su territorio debido a las actividades agrícolas. Además de las áreas ya mencionadas se encuentran poblaciones aisladas en la Sierra Nevada, al oriente del Valle de México y en el Desierto de los Leones, D.F. (Figura 15).

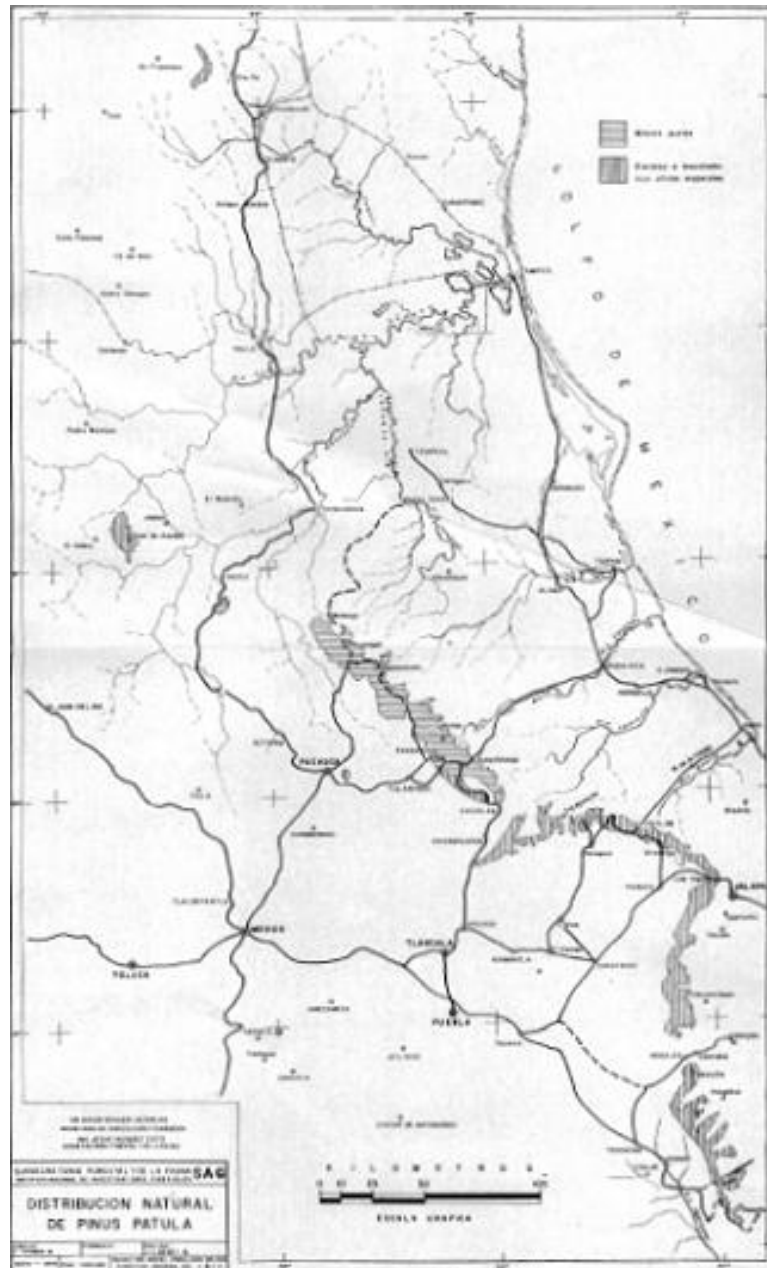


Figura 15. Distribución natural de *Pinus patula* Schiede ex Schtdl. et Cham. (Tomado de Vela, 1980).

Las condiciones ecológicas de la nueva población descrita no tiene grandes diferencias con las señaladas por Vela (1980) en las poblaciones de los estados de Querétaro, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca (Cuadro 9), sin embargo la altitud a la que se encuentra desarrollándose el *P. patula* en Villa del Carbón sí es diferente, siendo un dato que se considera interesante en relación a la distribución de esta especie.

Cuadro 9. Condiciones ecológicas del Ejido y los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco, Méx., respecto a las poblaciones de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. descritas por Vela (1980), en otras regiones geográficas.

Condiciones ecológicas	Vela (1980)	Ejido y Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco
Coordenadas geográficas	Entre 18° y 23° 20' latitud norte 97° y 98° 45' longitud oeste	19°46'0" al 19°36'30" latitud norte 99°28'30" al 99°30'00" longitud oeste
Altitud	Entre 1,800 y 3,000 m.s.n.m.	2,700 hasta 3,300 m.s.n.m.
Exposición	Noreste y este	Norte y este
Hidrología	Ubicado dentro de las cuencas que son tributarias del Golfo de México	Ubicado dentro de las cuencas que son tributarias del Golfo de México Río Panuco)
Geología	Rocas de origen volcánico	Rocas de origen volcánico
Clima	C(fm) lluvia invernal menor de 18% y C(W2)	C(W2)(w) lluvia invernal menor de 5%
Precipitación total anual	1000 mm al año	De 600 a 800 mm al año

Por lo anterior se asume que esta población era parte de esa masa continua y que debido a las actividades de cambio de uso de suelo quedó aislada, ya que la ubicación geográfica en la que se encuentra está dentro de los rangos que Vela (1980) menciona.

Los datos encontrados tanto en los programas de manejo forestal para los predios del Ejido y Comunal de San Jerónimo Zacapexco así como en la información tomada en campo sobre alturas y diámetros indican que la población de *Pinus patula* es de origen natural y no establecida de manera artificial como se creía hasta hace algunos años, por no estar reportada en la distribución natural de los autores que estudiaron dicha especie.

Por lo anterior se determina que la distribución del *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. no es exclusiva de la Sierra Madre Oriental, ampliando su distribución hacia el sur de la misma y el centro del país en el Eje Neovolcánico.

8. CONCLUSIONES

La gran variabilidad diamétrica y de edades que se encontró en el área de estudio son indicativos claros que evidencian que la población de *Pinus patula*, localizada en el Ejido y los Bienes Comunales de San Jerónimo Zacapexco es de origen natural.

Destaca como información relevante el encontrar al *P. patula* a una altitud mayor (3,300 msnm) a la que en general se tenía registrada (3,000 msnm) (Figura 16), lo cual representa para esta población un gran potencial genético para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en condiciones más adversas a las que habitualmente se tiene considerado.

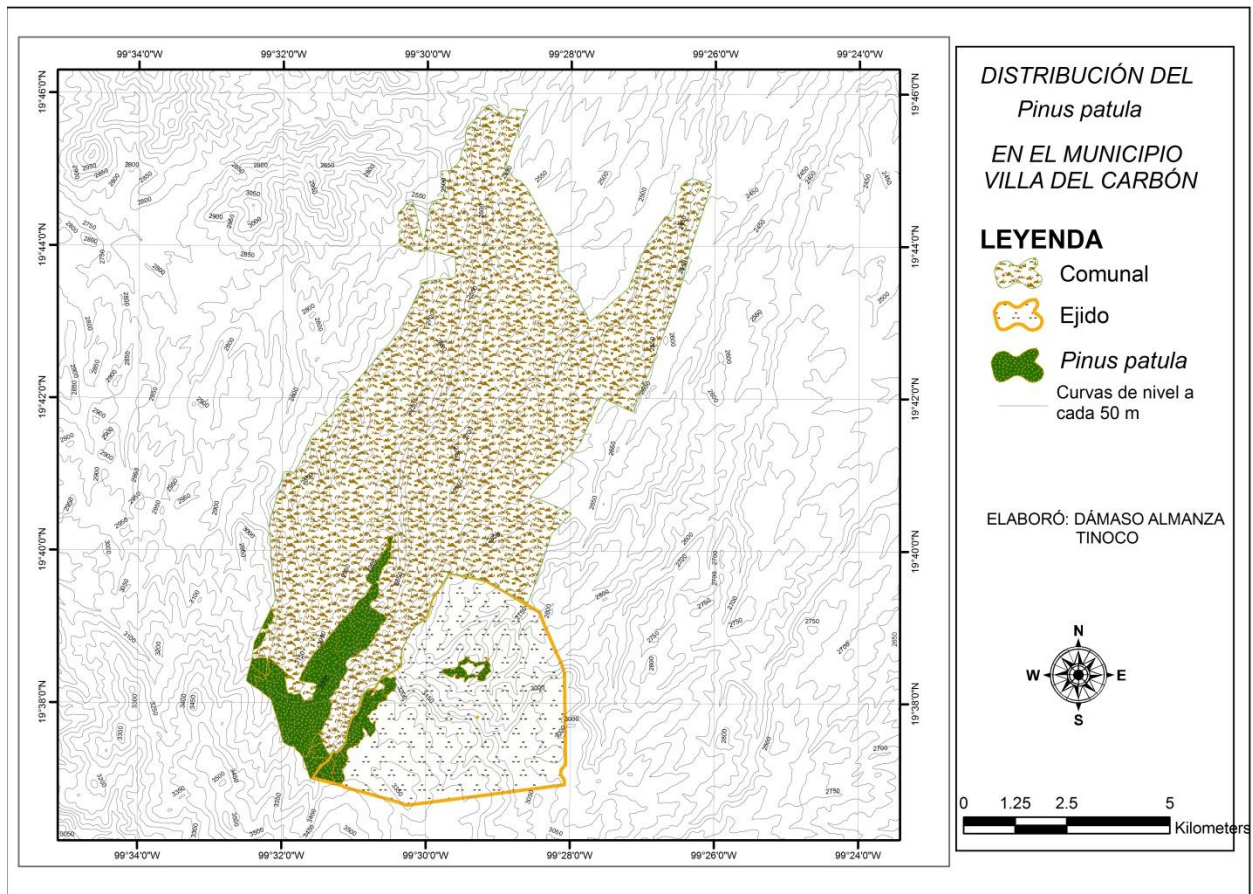


Figura 16. Distribución altitudinal de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en Villa del Carbón.

9. LITERATURA CITADA

- AGUILAR M., J.C., L. CRUZ M., A. VELÁZQUEZ MARTÍNEZ y J. J. VARGAS H. 1992. Relación ecológico-silvícola entre la regeneración natural de *Pinus patula* y *Baccharis conferta*. *Agrociencia Serie Recursos Naturales Renovables* 2: 27-39.
- ANÓNIMO. 1999. Fichas técnicas de especies forestales estratégicas. No. 8. *Pinus patula* Lamb. *Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal* 3: 35-38.
- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR), 2003. Metas del Programa Nacional de Reforestación. http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/metas_2002.htm
- EGUILUZ P., T. 1982. Clima y distribución del género *Pinus* en México. *Ciencia Forestal* 38 (7): 30-40.
- EVANS, J. AND J. TURNBULL. 2010. *Plantation forestry in the tropics*. Third Edition. Oxford University Press Inc., New York. 467 p.
- GARCÍA, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a la República Mexicana). Instituto de Geografía, UAEM. México. 36 p.
- GILLESPIE, A. J.R., 1992. *Pinus patula* Schiede and Deppe. Patula pine. SO-ITF-SM-54. New Orleans, LA- U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- MARTÍNEZ, M. 1948. *Los Pinos Mexicanos*. 2da. Ed. Ed. Botas. México. 368 pp.
- MONROY R., C. R. 1995. *Pinus patula* Schl. et Cham. en México. Instituto Nacional de Investigaciones forestales y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. Campo experimental Ixtacuaco. 145 p.
- PERRY, J.P. 1992. *The pines of México and Central América*. Timber press. Portland, Oregon. USA. 231 p.
- RZEDOWSKI, J., 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 p.
- RZEDOWSKI J., L. VELA G. y X. MADRIGAL S. 1977. Algunas consideraciones acerca de la dinámica de los bosques de coníferas de México. *Ciencia Forestal* 5 (2): 15 – 35.
- TRINIDAD H., A. y C. R. MONROY R. 1992. *Pinus patula* Schl. et Cham. productor de Madera dimensionada, noroeste de Veracruz. Folleto Técnico. No. 4. SARH/CIRGOC-INIFAP. Veracruz, Veracruz. 32 pp.

- VELA G., L. 1980. Contribución a la ecología de *Pinus patula* Schl. et Cham. Publicación Especial No. 19, INIF, México. 109 p.
- VELÁZQUEZ, M. A., G. ÁNGELES P., A.R. ROMÁN J., T. LLANDERAL O. y V. REYES H. 2004. Monografía de *Pinus patula* Schl. et Cham. Comisión Nacional Forestal – Colegio de Postgraduados. México. 134 p.
- VELÁZQUEZ, M. A., A.M. FIERROS G., A. ALDRETE, A. GÓMEZ G., H.M. DE LOS SANTOS, M. GONZÁLEZ G., J. LÓPEZ U., T. LLANDERAL O. Y S. FERNÁNDEZ C. 2009. Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Comisión Nacional Forestal - Colegio de Postgraduados. México. 429 p.
- WEBB, D.B. 1980. Guía y Clave Para Seleccionar Especies en Ensayos Forestales De Regiones Tropicales y Subtropicales. Overseas Development Administration. Programa de Cooperación Técnica Británica. London, England. 275 p.
- WORMALD, T. J.. 1975. *Pinus patula*. Tropical Forestry Papers No. 7. Comm. For. Inst., Oxford, England. 234 p.

10. ANEXOS



Panorama general de la distribución de *Pinus patula* en Villa del Carbón.



Determinación de la edad del *Pinus patula*.



Aspecto fenotípico del arbolado de *Pinus patula*.



Condiciones de desarrollo de un rodal de pino patula en Villa del Carbón.



Ejemplar sobresaliente de pino patula en Villa del Carbón.



Presa El Llano, con presencia en los alrededores de pino patula.



Panorámica general de la presa El Llano.