

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Picea chihuahuana Martínez (PINACEAE)

POR:

HORACIO GARCÍA AYALA

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Picea chihuahuana Martínez (PINACEAE)

Por:

HORACIO GARCÍA AYALA

Monografía

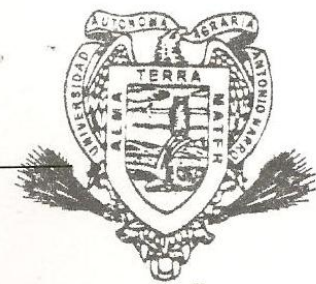
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada

M.C. Celestino Flores López

Asesor Principal



DEPARTAMENTO FORESTAL

Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga
Coasesor

M.C. Juan Antonio Encina Domínguez
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Abril, 2012

DEDICATORIA

CON MUCHO CARIÑO A MIS PADRES

Margarita Ayala Álvarez y Guillermo García Ayala[†] por haberme dado la vida y quienes me dieron fuerza e inspiración para superarme, pero sobre todo por recibir apoyo por parte de ellos durante la formación de mi carrera.

A MIS HERMANOS

Guillermo Segundo García Ayala y Margarita García Ayala.

Por su apoyo durante el transcurso de mi carrera, y por todos los momentos felices cuando nos unimos como familia y por todo su cariño y ánimos que me brindaron durante mi carrera, pero sobre todo por sus buenos consejos.

A MIS TÍOS Y PRIMOS

Por sus consejos y ánimos que me dieron para que yo pudiera seguir superándome y por todos los momentos felices que hemos pasado durante el transcurso de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la oportunidad de estar en este mundo, por lo que me ha permitido tener la oportunidad de seguirme superando, y que durante el transcurso de mi carrera me ha permitido aprender muchas cosas en relación con mi formación, pero también en donde he aprendido muchas cosas personales, también quiero agradecer a dios por haberme guiado por un buen camino logrando mi meta.

A mi Universidad *Alma Terra Mater* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por su generosidad que me sentí como en casa y por haberme dado la oportunidad de formarme como Ingeniero Forestal.

Al M.C. Celestino Flores López, por su paciencia, apoyo, disponibilidad, y por todo su tiempo que me asesoró y por compartir sus conocimientos para desarrollar este trabajo.

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga por su apoyo, asesoría, revisión pero sobre todo formar parte de mis asesores en el presente trabajo.

Al M.C. Juan Antonio Encina Domínguez por su disponibilidad, asesoría y su tiempo para revisar aclaración de dudas en el desarrollo del presente trabajo.

A mis queridos amigos: Rigoberto Ortiz Pérez, Bernardo García Castillo, José Antonio Alfaro Díaz, Marco Antonio Morales Silva, Josué Agustín López Samaguey, Francisco Javier López López, Zilmar Adrián Zamora Sosa, Angelina Cruz Hernández, Alejandra Aguilar Reynosa, Jean Francisco Arévalo, Blas Espinoza Ahumada, Pablo Ávila Rocha, Josué Ávila Rocha, Ramsés Padilla Padilla, Jorge Camarena Barragán, Oswaldo Vargas González, José Manuel Robles, José María Urdiano, Luis Alberto Torres Covarrubias, Carlos Torrescano Castro, Mauricio Cortés Hernández, Cesar Rodríguez Quintanilla, Jesús Ernesto Rincones, Eduardo Cortes Hernández. Por los cuales con estos compañeros compartimos buenos momentos y por haberme brindado su amistad durante el transcurso de mi carrera.

Al Ing. Sergio Braham Sabag por brindarme su apoyo e información de utilidad para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Saúl Silva Rodríguez por apoyarme y brindarme información para realizar este presente trabajo.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUCCIÓN	1
2 DESCRIPCIÓN Y AUTOECOLOGÍA DE LA ESPECIE.....	3
2.1 Descripción botánica.....	3
2.2 Distribución	7
2.2.1 Distribución natural	7
2.3 Asociación vegetal	12
2.3.1 Asociaciones micorrízicas.....	12
2.3.2 Fauna silvestre asociada	14
2.4 Variables físicas del ambiente.....	14
2.4.2 Geología	14
2.4.3 Suelo.....	15
2.4.4 Climas.....	15
2.4.5 Temperatura	23
2.4.6 Precipitación	23
2.5 Factores físicos y biológicos	23
2.5.1 Fuego.....	23
2.5.2 Plagas y enfermedades	24
2.5.3 Otros factores	28
2.6 Características y uso de la madera.....	29
3 PRODUCCIÓN DE PLANTA EN VIVERO.....	30
3.1 Propagación	30
3.1.1 Propagación sexual	30
3.1.2 Colecta de semilla.....	30
3.1.3 Producción de planta	30
3.1.4 Siembra	31
3.1.5 Tipo de sustrato y fertilización	32
3.1.6 Control sanitario.....	32

3.1.7 Tiempo requerido para la producción de la planta.....	33
3.1.8 Propagación asexual	33
4 MANEJO DE PLANTACIONES.....	35
5 MANEJO SILVÍCOLA.....	36
5.1 Calidad de la madera en rodales naturales.....	36
5.2 Regeneración.....	37
5.2.1 Regeneración artificial	39
5.3 Estructura y composición de rodales	40
5.4 Crecimiento y rendimiento	42
5.5 Estado de conservación.....	43
6 GENÉTICA.....	44
6.1 Variación genética.....	44
6.2 Mejoramiento genético.....	45
6.2.1 Hibridación.....	45
6.3 Ensayos de procedencia.....	46
6.3.1 Colecciones de procedencia.....	46
6.3.2 Variación de procedencia	46
6.4 Conservación genética.....	47
6.4.1 <i>In situ</i>	47
6.4.2 <i>Ex situ</i>	48
6.5 Relaciones filogenéticas	50
7 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CONSULTADA	51
8 LITERATURA CITADA.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Ubicación geográfica de las localidades de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez en Chihuahua (Ledig <i>et al.</i> , 2000).....	9
Cuadro 2.	Ubicación geográfica de las localidades de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez en Durango (Ledig <i>et al.</i> , 2000).....	11
Cuadro 3.	Datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Creel, Chihuahua (García, 1964).....	16
Cuadro 4.	Datos de temperatura y precipitación de San Juanito y Bocoyna, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1986 a y b).....	17
Cuadro 5.	Datos de temperatura y precipitación de El Vergel, Balleza, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1983 a y b).....	18
Cuadro 6.	Datos de temperatura y precipitación de Vascogil, Canelas, Durango (Quintas y Ramos, 1982 a, b, c y d).....	19
Cuadro 7.	Datos de temperatura y precipitación de La Rosilla, Guanaceví, Durango (Quintas y Ramos, 1982 a, b, c y d).....	20
Cuadro 8.	Datos de temperatura y precipitación de La Peya, Pueblo Nuevo, Durango (Quintas y Ramos, 1984 a y b).....	21
Cuadro 9.	Datos de temperatura y precipitación de Los Charcos, Mezquital, Durango (Quintas y Ramos, 1977 a y b).....	22
Cuadro 10.	Estado fitosanitario de la población de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Narváez <i>et al.</i> , 1983).....	28
Cuadro 11.	Índices de propiedades mecánicas de la madera de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Sánchez, 1999).....	36
Cuadro 12.	Regeneración en el bosque de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Narváez <i>et al.</i> , 1983).....	37
Cuadro 13.	Tamaño de la población incluyendo regeneración de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Sánchez y Narváez, 1990).....	38
Cuadro 14.	Regeneración natural de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez en el paraje Cerro de la Cruz Ejido San Juanito, Bocoyna, Chihuahua, 23 de febrero de 2012.....	39
Cuadro 15.	Regeneración artificial de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez en el paraje	

	Cerro de la Cruz, municipio de Bocoyna, Chihuahua, 23 de febrero de 2012.....	40
Cuadro 16.	Estructura de la regeneración de las especies del estrato arbóreo de las localidades de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Sánchez y Narváez, 1990).....	41
Cuadro 17.	Individuos vivos y muertos de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez en el paraje Cerro de la Cruz, municipio de Bocoyna, Chihuahua.....	42
Cuadro 18.	Autores de los temas revisados en la monografía y sus totales.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Árbol de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	4
Figura 2.	Árbol juvenil de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	4
Figura 3.	Corteza de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	5
Figura 4.	Ramas de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	5
Figura 5.	Conos de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	6
Figura 6.	Semillas de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	6
Figura 7.	Distribución de poblaciones de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez en el estado de Chihuahua.....	8
Figura 8.	Distribución de poblaciones de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez en el estado de Durango.....	10
Figura 9.	Diagrama ombrotérmico de Creel, Chihuahua (García, 1964).....	16
Figura 10.	Diagrama ombrotérmico de San Juanito y Bocoyna, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1986 a y b).....	17
Figura 11.	Diagrama ombrotérmico de El Vergel, Balleza, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1983 a y b).....	18
Figura 12.	Diagrama ombrotérmico de Vascogil, Canelas Durango (Quintas y Ramos, 1982 a, b, c y d).....	19
Figura 13.	Diagrama ombrotérmico de La Rosilla, Guanaceví, Durango (Quintas y	

	Ramos, 1982 a, b, c y d).....	20
Figura 14.	Diagrama ombrotérmico de La Peya, Pueblo Nuevo, Durango (Quintas y Ramos, 1984 a y b).....	21
Figura 15.	Diagrama ombrotérmico de Los Charcos, Mezquital, Durango (Quintas y Ramos, 1977 a y b).....	22
Figura 16.	Resultados utilizando la tecnología INIFAP.....	26
Figura 17.	Conos de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez dañados por ardillas del género <i>Sciurus</i> , paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	27
Figura 18.	Producción de planta de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Plantas de 15 años de edad, S. Silva R., com. pers. 2012). Vivero de la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A.C. (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	31
Figura 19.	Plantación a tresbolillo de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez con espaciamiento de 3 metros, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).....	35
Figura 20.	Estructura en diámetros de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Datos tomados por Celestino Flores López).....	40
Figura 21.	Estructura en alturas de <i>Picea chihuahuana</i> Martínez (Datos tomados por Celestino Flores López).....	41

RESUMEN

El objetivo de la presente monografía fue recopilar información referente a la especie *Picea chihuahuana* Martínez en su área de distribución natural, esto permitirá conocer los temas que se han escrito sobre esta especie, y sobre todo analizar trabajos a fines de las poblaciones como especie endémica de México, el propósito facilitar el conocimiento actual.

El procedimiento que se empleó para la elaboración de este trabajo consistió en un guión (García, 2010). Los temas principales en esta monografía son la descripción de la especie, producción de planta en vivero, manejo de plantaciones, manejo silvícola y genética, al final del trabajo se realiza un breve análisis sobre los temas centrales de la monografía, pero sobre todo identificar temas en los cuales no se haya realizado alguna investigación.

En la elaboración de esta monografía se encontraron un total de 66 referencias bibliográficas sobre los temas incluidos en el presente estudio sobre *Picea chihuahuana* Martínez. En la revisión bibliográfica se muestra que se han estudiado muy poco como temas por ejemplo en el manejo de plantaciones que solamente se encontraron dos citas bibliográficas (3.03%), dándole seguimiento a la producción de planta en vivero en donde se encontraron cinco citas (7.57%), de igual manera en el tema de manejo silvícola se cuenta con poca información encontrándose ocho citas (12.12%), de igual manera en la genética se encontraron 16 citas (24.24%), y finalmente en la descripción de la especie es en donde se encuentra la mayor parte de la información con 33 citas (50%). Es recomendable hacer más estudios referentes a esta especie, pero en especial en los temas en donde la información está escasa como en el tema de manejo de plantaciones, producción de planta en vivero y manejo silvícola.

Palabras clave: Monografía, *Picea chihuahuana*, vivero, plantaciones, manejo silvícola y genética.

ABSTRACT

The main objective of this work was to compile information about Chihuahua spruce (*Picea chihuahuana* Martínez), all this information allows us knowing the subjects that have been written on this sort, but all over examining works at the end of the populations like a native sort of Mexico, the mentioned above is the purpose to do the knowledge that one has until now of the sort easier to reach.

The procedure that was used for the elaboration of this work consisted in an already existent hyphen (García, 2010). The main subjects that will be explained in this monograph are the description of the specie, plant production at nursery, handling of plantations, forest management and genetics, at the end of work accomplishes a brief analysis on the main issues of the monograph itself, but all over identifying themes in which investigation has not been accomplished any.

In this monograph were found a total of 66 references on topics concerning *Picea chihuahuana*. In the literature reviewed on the themes shows that in plantation management found where were only two citations (3.03%), following up on plant production nursery where they met five appointments (7.57%), just as in the field of forestry management has little information was found eight citations (12.12%), similarly found in genetics 16 citations (24.24%), and finally the description of the species is where there are most of the information with 33 citations (50%). It is advisable to do more studies on this species, especially in the areas where information is scarce as the theme of plantation management, nursery plant production and forest management.

Keywords: Monograph, *Picea chihuahuana*, nursery, plantations, forest management and genetics.

1 INTRODUCCIÓN

Las coníferas se desarrollan en especial en climas templados y templado-fríos, que caracterizan a las zonas montañosas del territorio mexicano. Estos ecosistemas son importantes porque albergan una alta riqueza florística y ecológica, y al mismo tiempo los bosques de coníferas son hábitat para especies de flora y fauna silvestre. La similitud de las exigencias ecológicas de los pinares da como resultados que los bosques de coníferas ocupen nichos muy similares, en donde se puedan desarrollar especies animales y vegetales, y a su vez realizando una función en el ecosistema (Rzedowski, 1978).

La importancia de las coníferas en México es debido al aporte económico, ya que más del 70% de los aprovechamientos forestales corresponden a estas especies, por lo que esta actividad ha impactado de forma considerable a la diversidad genética esto encamina a realizar o recopilar estudios que conduzcan con eficiencia hacia las alternativas de conservación y uso racional, características por el aumento en cantidad y calidad del producto derivado de la materia prima transformada de los bosques (Alba *et al.*, 2008).

En México los bosques de *Picea* son más reducidos que los de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y sólo se conocen del norte de México. Los de *Picea chihuahuana* Martínez se citan de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua y Durango, en donde crece en lugares con abundante humedad (Rzedowski, 1978), debido a lo reducido de las poblaciones tal especie se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de En Peligro de Extinción (P), donde se especifica que aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones dentro del territorio nacional se han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural en el cual esta especie se desarrolla, uno de los factores que influyen en su extinción es la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable o clandestino, plagas o enfermedades (SEMARNAT, 2010).

Picea chihuahuana Martínez se distribuye en la Sierra Madre Occidental que está conformada por diversos accidentes topográficos como cerros, lomeríos, mesetas y

cañones, lo que confiere a esta región una gran diversidad de condiciones de clima, suelos y vegetación (Sánchez, 1984). Lo que hace que la especie esté en riesgo de extinción aparte de las actividades humanas son agentes nocivos que contribuyen a que se ubique dentro de tal estatus (Sánchez, 1984).

México posee tres especies del género *Picea* con diferente distribución en el territorio mexicano, tal como lo son *Picea chihuahuana* Martínez, *P. mexicana* Martínez y *P. martinezii* T.F. Patterson. En el caso de *P. chihuahuana* se distribuye en los estados de Chihuahua y Durango, *P. mexicana* se distribuye en La Marta, Nuevo León y El Coahuilón en Coahuila. *P. martinezii* se distribuye en la Sierra Madre Oriental en Nuevo León, en donde se encuentran cuatro poblaciones (Taylor y Patterson, 1980; Müller y Velázquez, 1983; Taylor, *et al.*, 1994; Patterson, 1998).

A la fecha en nuestro país, se le ha prestado poca atención a las especies que se encuentran en estatus de conservación, siendo de primordial importancia la preservación de estos recursos, debido a la riqueza florística, faunística y genética que representan, así mismo por la función ecológica que desempeñan en su ecosistema, además algunas por su valor estético, industrial y otros.

Objetivo del trabajo

Recopilar información disponible en referencia a *Picea chihuahuana* Martínez.

2 DESCRIPCIÓN Y AUTOECOLOGÍA DE LA ESPECIE

2.1 Descripción botánica

Picea chihuahuana Martínez es un árbol de 20 a 40 m de altura (Figura 1), con tronco de 47 a 70 cm de diámetro, corteza gris agrietada de 20 mm de grosor (Figura 3), por lo que las ramas son horizontales extendidas de tal manera que le dan a la copa una forma cónica y las ramillas son amarillentas con tres yemas terminales, las hojas son cuadrangulares rectas verde claro y de 15 a 21 mm de largo con un ápice agudo y punzante (Figura 4), la inflorescencia masculina tiene la forma de un pequeño cono oval con 3 cm de largo, de color violáceo, los femeninos son terminales o subterminales en las ramas superiores, los conos son cilíndricos, rectos y a veces algo encorvados, colgantes y solitarios y en pares de color castaño brillante, miden de 10.5 a 14 cm de largo por 4 cm de diámetro (Figura 5). La semilla es pequeña de forma elíptica, subangulosa y atenuada en la base de color pardo oscuro, con ala casi oval, de 15 a 17 mm, incluyendo la semilla (Figura 6) (Müller y Velázquez, 1983; Narváez *et al.*, 1983; Sánchez, 1984; Flores y Campos, 1994).

El follaje es similar al de *Picea pungens* Engelm, pero el cono es diferente y muestra susimilitud con otras especies, los conos son similares a los de *P. martinezii* y algunas especies del Este de Asia, en particular *P. torano* (Siebold ex K. Koch) (Rushforth, 1984). Como lo indica el estudio molecular del género *Picea*, realizado por Ran *et al.*, (2006) donde se menciona que *P. chihuahuana* no está relacionado con las especies de *Picea* de América del Norte, y la relacionan con otras especies nativas del Este de Asia como *P. smithiana* (Wall.) Boiss y *P. torano*.

De las tres especies de *Picea* en México, la más común y con mayor distribución es *Picea chihuahuana* Martínez, se conocen 39 localidades escasamente distribuidos a través de 687 km desde el noroeste hasta el sureste de la Sierra Madre Occidental (Ledig *et al.*, 2010). Este taxón fue reportado por primera vez en 1942 para un sitio llamado Talayotes en el estado de Chihuahua (Martínez, 1953). Por cerca de 40 años se consideraba que *Picea chihuahuana* tenía su distribución en Chihuahua y Durango, sin embargo, Müller-Using y Alanís (1984) encontraron dos poblaciones en la Sierra Madre Oriental en el centro sur de Nuevo León a 510 km de la Sierra Madre Occidental, las cuales fueron identificadas como *Picea chihuahuana*, más tarde Patterson (1988)

decidió que esas poblaciones eran diferentes de *Picea chihuahuana* y la considera como especie nueva, asignándole el nombre de *Picea martinezii*.



Figura 1. Árboles de *Picea chihuahuana* Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).



Figura 2. Árbol juvenil de *Picea chihuahuana* Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).



Figura 3. Corteza de *Picea chihuahuana* Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).



Figura 4. Ramas de *Picea chihuahuana* Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).



Figura 5. Conos de *Picea chihuahuana* Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).



Figura 6. Semillas de *Picea chihuahuana* Martínez, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).

2.2 Distribución

2.2.1 Distribución natural

La especie *Picea chihuahuana* Martínez se distribuye en la Sierra Madre Occidental en donde fue colectada en 1942, su distribución natural se encuentra en los estados de Durango y Chihuahua (Cuadro 1 y 2), en poblaciones pequeñas, en sitios con condiciones específicas de humedad y temperatura propicios para que esta especie se desarrolle. Crece en bosques ubicados desde 2,350 a 2,550 m.s.n.m, con preferencia en fondos de cañadas, donde aprovechan las condiciones del clima templado-húmedo y de baja insolación (Müller y Velázquez, 1983).

El municipio de Bocoyna, Chihuahua es donde se tiene la mayor superficie de *Picea chihuahuana* Martínez, se distribuyen cuatro poblaciones en el municipio de Guerrero, se distribuye además en los municipios de Temósachic de Guadalupe y Calvo. En Chihuahua se distribuye en un rango altitudinal de 2,155 a 2,730 m (media de 2325.5 m) (Cuadro 1) (Sánchez y Narváez, 1990). En el estado de Durango se presenta en un rango altitudinal de 2,400 a 2,990 m (media de 2,672 m), se presenta en los municipios de Mezquital, Durango, Pueblo Nuevo, Canelas y Guanaceví (Ledig *et al.*, 2000).

La distribución actual de tales bosques en la República Mexicana constituyen un estado relictual, pues los estudios de polen fósil revelan su presencia en el Valle de México durante el Pleistoceno y hasta el Istmo de Tehuantepec durante el Mioceno (Sánchez, 1984).

La amplia distribución de esta especie en tiempos remotos indica que el éxito ecológico perduró por miles de años en contraste con la declinación de sus poblaciones en tiempos recientes, y su contracción hacia las altas latitudes debido a que esta especie norteamericana del género *Picea* es de distribución más sureña. Por otra parte, las pocas y pequeñas poblaciones se presentan en México en los estados norteros de Chihuahua y Durango (Figura 7 y 8) que geográficamente forman parte de la zona Neártica (García, 2008).

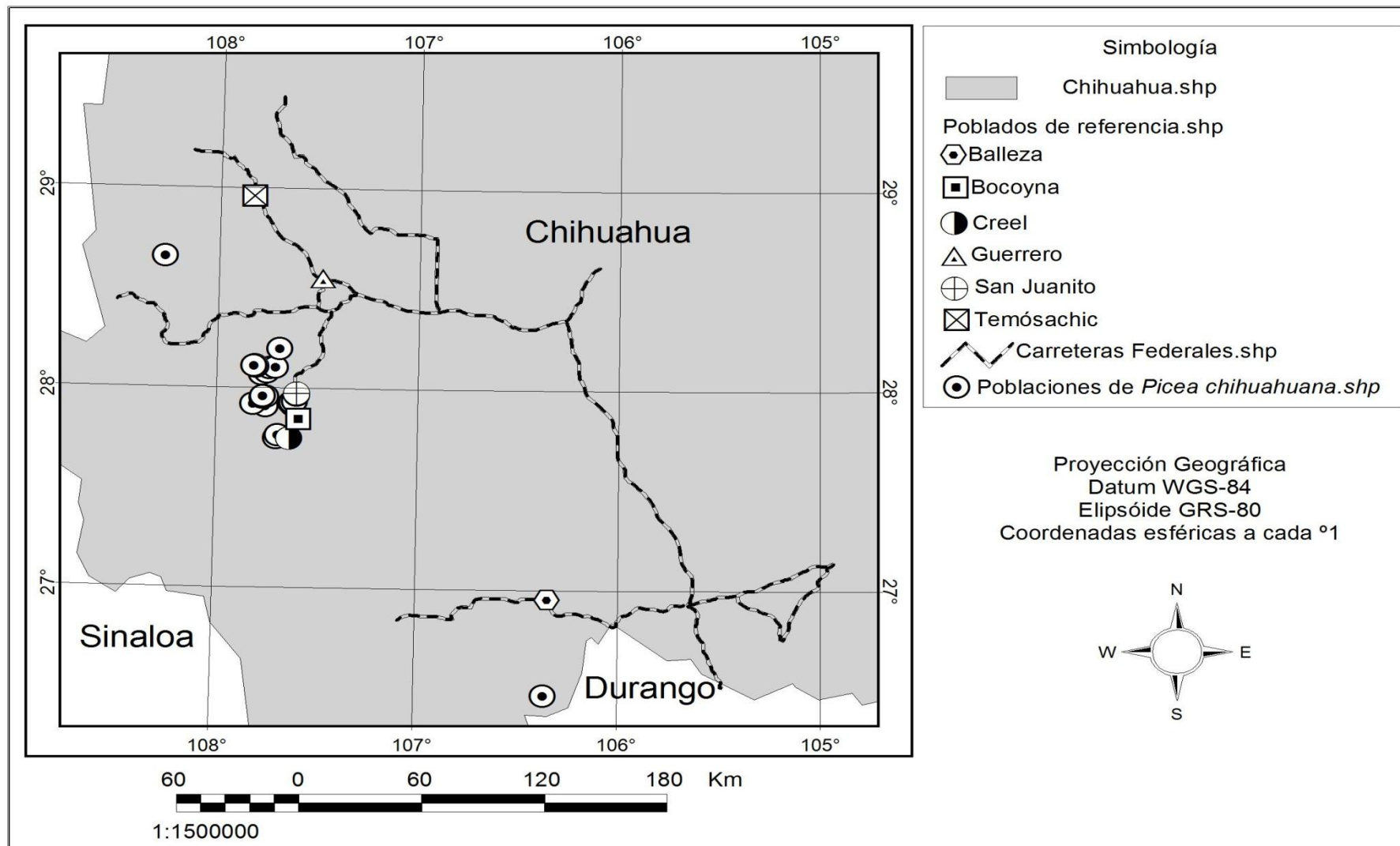


Figura 7. Distribución de poblaciones de *Picea chihuahuana* Martínez en el estado de Chihuahua.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las localidades de *Picea chihuahuana* Martínez en Chihuahua (Ledig *et al.*, 2000).

Paraje	Propiedad	Municipio	Latitud N	Longitud W	Altitud (m s.n.m.)
Arroyo la Quebrada	Ejido El Caldillo y su anexo El Vergel	Balleza	26° 28' 12"	106° 21' 51"	2730
Río Vinihueachi	P. Particular Batuyvo y El Venado Y Comunidad San Elías	Bocoyna	27° 44' 53"	107° 41' 58"	2160
El Pinabetal	Comunidad San Elías	Bocoyna	27° 45' 42"	107° 41' 35"	2305
Las Trojas	Ejido El Ranchito	Bocoyna	27° 54' 27"	107° 45' 17"	2392
Napahuichi 1	P. Particular La Laja	Bocoyna	27° 54' 53"	107° 37' 10"	2270
Napahuichi 2	P. Particular La Laja	Bocoyna	27° 54' 47"	107° 37' 08"	2340
Talayotes	Ejido Los Volcanes	Bocoyna	27° 55' 03"	107° 49' 01"	2355
La "Y"	P. Particular La Laja	Bocoyna	27° 55' 23"	107° 37' 36"	2270
Situriachi	P. Particular La Laja y Ejido Bocoyna	Bocoyna	27° 55' 30"	107° 37' 49"	2425
Las Águilas	P. Particular La Laja	Bocoyna	27° 55' 35"	107° 37' 24"	2385
El Realito	P. Particular La Laja	Bocoyna	27° 55' 50"	107° 36' 43"	2315
El Cuervo	Ejido El Ranchito	Bocoyna	27° 57' 01"	107° 46' 18"	2475
El Ranchito	Ejido El Ranchito	Bocoyna	27° 57' 20"	107° 45' 12"	2220
La Tinaja	Ejido El Ranchito	Bocoyna	27° 57' 24"	107° 46' 08"	2380
Cerro de la Cruz	Ejido San Juanito	Bocoyna	27° 57' 44"	107° 36' 05"	2350
Arroyo Ancho	Ejido San Pablo de la Sierra	Guerrero	28° 03' 58"	107° 46' 41"	2235
Llano Grande	Ejido Ahuichique	Guerrero	28° 04' 40"	107° 45' 07"	2235
Las Lajas	Ejido Ahuichique	Guerrero	28° 05' 51"	107° 44' 15"	2225
La Luisiana	P. Particular La Luisiana y Ejido Ahuichique	Guerrero	28° 06' 04"	107° 42' 33"	2360
Mategoina 1	Ejido San Pablo de la Sierra	Guerrero	28° 06' 18"	107° 48' 24"	2225
Mategoina 2	Ejido San Pablo de la Sierra	Guerrero	28° 06' 41"	107° 48' 41"	2255
Mategoina 3	Ejido San Pablo de la Sierra	Guerrero	28° 06' 33"	107° 48' 58"	2155
Arroyo de las Ranas	Ejido Heredia	Guerrero	28° 11' 43"	107° 41' 21"	2430
Arroyo de Chachamuri	Ejido Conoachi	Guerrero	28° 39' 06"	108° 16' 21"	2320

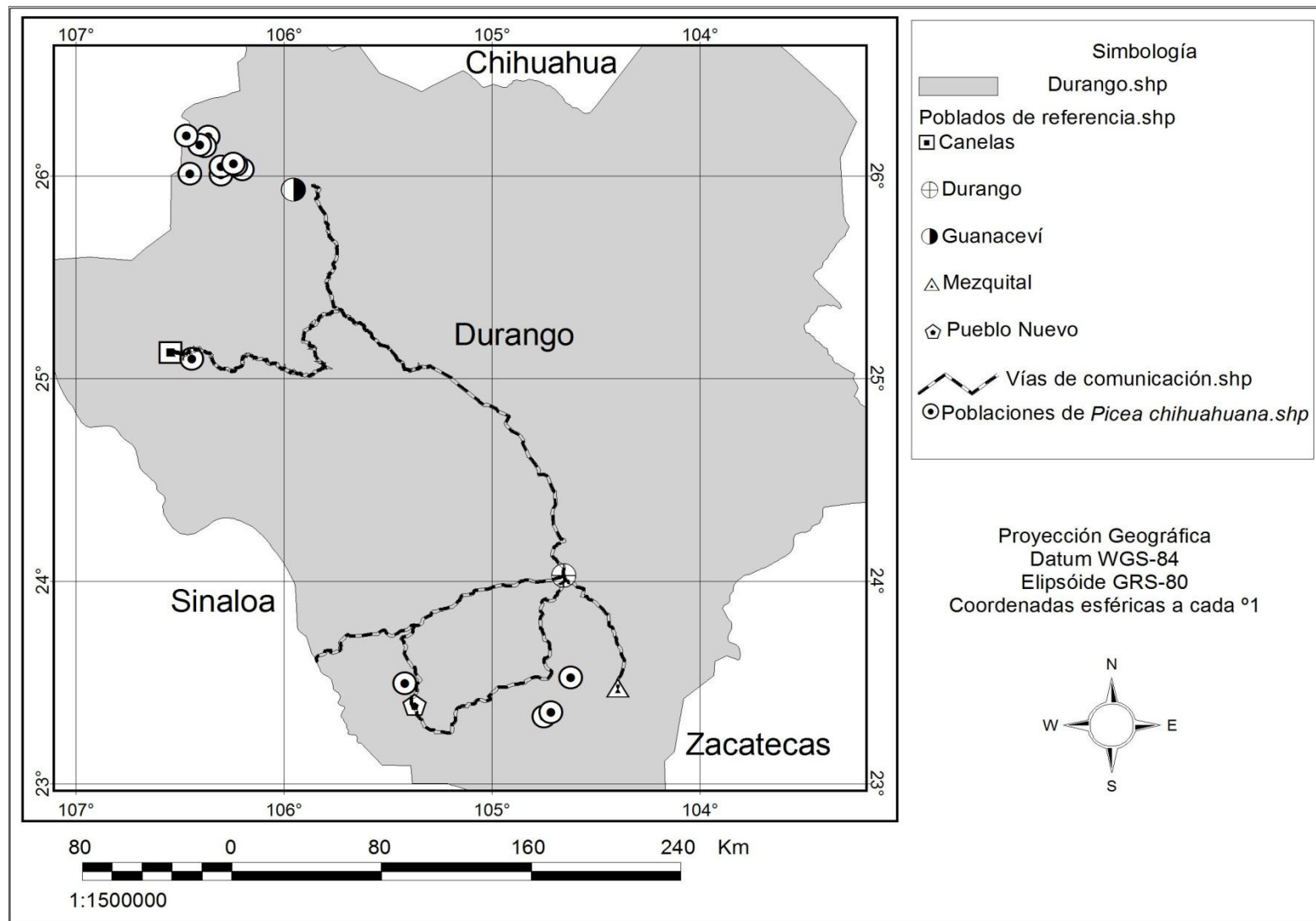


Figura 8. Distribución de poblaciones de *Picea chihuahuana* Martínez en el estado de Durango.

Cuadro 2. Ubicación geográfica de las localidades de *Picea chihuahuana* Martínez en Durango (Ledig *et al.*, 2000).

Paraje	Propiedad	Municipio	Latitud N	Longitud W	Altitud (m s.n.m.)
Arroyo de la Pista	Comunidad Santa María Magdalena de Taxicaringa	Mezquital	23° 19' 52"	104° 45' 00"	2685
Arroyo del Chino	Comunidad Santa María Magdalena de Taxicaringa	Mezquital	23° 21' 05"	104° 43' 04"	2600
Arroyo de las Lagunas	Propiedad Privada: Bajíos de Don Víctor	Durango	23° 31' 24"	104° 37' 20"	2775
Arroyo del Infierno	Ejido El Brillante	Pueblo Nuevo	23° 29' 40"	105° 26' 08"	2725
Faldeo de Cebollitas	Propiedad Privada: Cebollitas	Canelas	25° 05' 45"	106° 26' 35"	2450
Arroyo de los Ángeles	Ejido El Palomo	Guanaceví	26° 00' 17"	106° 18' 14"	2990
La Estancia-Agua Amarilla	Ejido El Padre y Anexos	Guanaceví	26° 00' 41"	106° 27' 13"	2580
La Medalla	Ejido Llano Grande	Guanaceví	26° 01' 56"	106° 12' 00"	2645
Arroyo del Agua	Ejido El Cedro	Guanaceví	26° 02' 49"	106° 18' 11"	2750
La Medallita	Ejido Llano Grande	Guanaceví	26° 03' 14"	106° 13' 51"	2400
El Saltito	Ejido Llano Grande	Guanaceví	26° 03' 40"	106° 14' 32"	2725
Arroyo de Rosales	Ejido Chiqueros	Guanaceví	26° 11' 38"	106° 21' 54"	2890
Arroyo del Indio Ignacio	Ejido Chiqueros	Guanaceví	26° 08' 48"	106° 22' 53"	2600
Piedra Rayada	Ejido Chiqueros	Guanaceví	26° 09' 15"	106° 24' 17"	2570
Arroyo de Enmedio	Ejido Chiqueros	Guanaceví	26° 11' 55"	106° 28' 13"	2695

2.3 Asociación vegetal

En una población de *Picea chihuahuana* Martínez cercana a El Salto, Durango, Gordon (1968) menciona que cohabita con *Cupressus*, *Pseudotsuga*, *Abies* y algunas otras especies. Los bosques de Guanaceví, Durango representan una forma particular en cuanto a requerimientos topográficos y humedad para que *Picea chihuahuana* Martínez se desarrolle, dentro de estos se requieren altitudes de 2,400 y 3,000 m.s.n.m. con frecuencia se asocia con *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y con otras especies con requerimientos similares, por ejemplo el *Pinus arizonica* Engelm., *Pinus ayacahuite* C. Ehrenb. ex Schltdl., *Cupressus lusitanica* L., *Populus tremuloides* Michx., *Quercus sideroxyla* Kunth, y *Juniperus deppeana* Steud. La vegetación asociada a *Picea chihuahuana* Martínez está constituida por cuatro estratos: herbáceo, arbustivo, arbóreo y arbóreo superior. En el estrato herbáceo dominan *Pteridium aquilinum* (L.) Kunth, *Galium mexicanum* Kunth, *Penstemon campanulatus* (Cav.) Willd., *Fragaria mexicana* Schltdl. y *Bromus anomalus* Rupr. ex Fourn. En el estrato arbustivo se presentan las especies de *Arctostaphylos arguta* (Zucc.) DC., *Arbutus xalapensis* Kunth, *Salvia elegans* Vahl. En el estrato arbóreo inferior se encuentran las especies: *Pinus ayacahuite* var. *Brachyptera* Shaw, *P. durangensis* Ehren., *P. arizonica* Engelm., *Populus tremuloides* Michx. y *Quercus sideroxyla* Kunth. En el estrato arbóreo superior se encuentran *Pseudotsuga menziesii*, *Abies durangensis* Martínez y finalmente *Picea chihuahuana* Martínez que es de los árboles más altos (Sánchez, 1984; García et al., 2004; García, 2008).

En la Sierra de Chihuahua las especies del género *Picea* se localizan en poblaciones aún más reducidas, que las de *Pseudotsuga menziesii* en donde las especies más comunes son *Picea chihuahuana* y *P. mexicana* (Granados et al., 2007).

2.3.1 Asociaciones micorrízicas

Picea chihuahuana Martínez al igual que todas las pináceas para su desarrollo depende de la simbiosis con hongos ectomicorrízicos del suelo, en el hemisferio norte los bosques formados por esta especie albergan las principales comunidades de hongos ectomicorrizógenos y Myxomicetes. Es conocido que estos organismos son abundantes en particular de ecosistemas de zonas templadas, existe el conocimiento de la composición de las comunidades, pero están asociadas en las cortezas de los árboles. En una investigación para conocer esta asociación simbiótica se visitaron un

total de seis sitios que pertenecen a seis localidades, cinco en el municipio de Bocoyna y un en Guerrero, Chihuahua, para esto se recolectaron 1,040 especímenes de hongos ectomicorrizógenos, pero se han identificado a nivel específico o varietal 780 de esos especímenes lo que representa 75% de las recolecciones, los datos de 734 especímenes ya incorporados representan el 94.4% de los ejemplares identificados (Estrada, 2004).

También se recolectaron al menos 89 especies, y una subespecie de una variedad de hongos ectomicorrizógenos, de estas se han identificado 69 especies, la subespecie y la variedad. El número de especies de tales hongos asociados con *Picea chihuahuana* podría ser mayor a 91, ya que los géneros como *Cortinarius sp.* e *Inocybe sp.* no han sido trabajados con detalle por falta de información. Una de las localidades más ricas en especies fue Llano Grande con 61, siguiendo Batuyvo con 54. Las localidades con menos especies fueron El Pinabetal y La Tinaja, con 39 y 35 respectivamente. En el caso de los Myxomycetes se recolectaron un total de 514 ejemplares en el campo y también donde se obtuvieron 265 especímenes en cultivos de cámara húmeda, a partir de las cortezas de *Picea chihuahuana* y 68 usando las hojas de *Quercus rugosa* Née. En total se han identificado a nivel específico o varietal 432 especímenes de Myxomycetes, que representan el 55.5% de los ejemplares obtenidos en el estudio. De los datos 327 ejemplares ya han sido incorporados a la base de datos lo cual representa 74.5% (Estrada, 2004).

En un estudio realizado sobre hongos macromicetos en el Bosque Modelo de Chihuahua se determinaron 102 taxa, 89 de ellas está a nivel específico y 13 a nivel genérico, de las 76 especies se encontraron creciendo sobre el mantillo, 13 especies sobre la madera muerta, representados por especies de la familia Ganodermataceae, Stereaceae y Polyporaceae, 6 especies creciendo sobre árboles vivos de las especies de: *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat, *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. y *Phellinus robustus* (P. Karst.), seis especies sobre estiércol, de las especies de: *Paneolus antillarum* (Fr.) Dennis, *Paneolus campanulatus* (L.) Qué!, *Psilocybe coprophila* (Bull. Ex Fr.), *Stropharia semiglobata* (Batsch) Qué!, *Cyathus stercoreus* (Schwein.) y *Cyathus striatus* (Huds.) Willd. Unas de las localidades con menos especies micorrízicas son: Creel, Choguita y San Juanito, donde los factores antropogénicos como la tala inmoderada, cambio de uso de suelos y la contaminación por basura generan un efecto

negativo para el desarrollo de este hongo por lo que se rompe el equilibrio existente en estos bosques (Quiñónez y Garza, 2003).

2.3.2 Fauna silvestre asociada

En una de las cañadas de Vallecillo perteneciente a la comunidad Yahuarichi, municipio de Temósachic, Chihuahua (28° 30'N 108° 04'W) se encuentra un bosque relicto de *Picea chihuahuana* con una superficie de 30 ha que es el único fragmento de bosque donde no ha existido ningún disturbio debido a la tala y por lo tanto se considera el único lugar adecuado donde anida la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson) (Monterrubio y Enkerlin, 2004).

Existe un bosque maduro de *Picea chihuahuana*-*Pseudotsuga menziesii*, este es considerado como relicto ya que en pocas áreas persiste *Picea chihuahuana*, estos bosques proveen cavidades a la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) que las utilizan para anidar. En el área de San Juanito, Chihuahua, las áreas de anidación son el Cerro Rumúrachi y El Cordón de Cebadillas de Ocampo, ambas están caracterizadas por la intensa extracción forestal, las parejas de cotorras serranas que persisten en la zona anidan por lo general en pequeños fragmentos de bosque maduro en las porciones más inaccesibles de la sierra, en donde permanecen algunos árboles grandes. Estas áreas son las más degradadas y los sitios donde todavía se han encontrado parejas de cotorra serrana occidental son por lo general en bosques menores a dos hectáreas (Enkerlin *et al.*, 1999).

2.4 Variables físicas del ambiente

2.4.2 Geología

Las poblaciones de *Picea chihuahuana* se desarrollan en suelos muy pedregosos, por lo general en el estado de Chihuahua los suelos están originados a partir de andesitas fenocristalinas y riolitas del Pleistoceno, con rocas de cuarzo, ortoclasa, anortita y hematita como minerales primarios (Sánchez, 1984).

2.4.3 Suelo

Los suelos donde se localiza esta especie son pedregosos, con profundidad mayor a un metro, la textura es franco arenosa y franca, con un pH de 4.8 a 6.9, es rico en materia orgánica y en los primeros horizontes contiene Nitrógeno, y conforme aumenta la profundidad los contenidos disminuyen, estos suelos tienen una peculiaridad que tienen un alto contenido de Potasio (K) y bajos y medios en Fosforo (P), por lo que posee un color dominante en gris rosáceo cuando está seco (Narváez, 1987).

De acuerdo a la CONABIO con sus archivos vectoriales de suelos en el estado de Chihuahua y Durango las poblaciones de *Picea chihuahuana* se sitúan en los siguientes tipos de suelos: litosol con textura media, regosol éutrico con textura media y feozem háplico con textura media (CONABIO, 1995).

2.4.4 Climas

En la región donde se distribuye las poblaciones de *Picea chihuahuana* en Chihuahua y Durango dominan tres tipos de climas, el primero es (A)C(wo) semicálido subhúmedo del grupo C, con una temperatura media anual de 18°C, con precipitaciones del mes más seco menor de 40 mm, con lluvias en verano. El clima C(w1)x' templado subhúmedo con una temperatura media anual entre los 12 y 18°C, con precipitación en el mes más seco menor de 40 mm con lluvias en verano e invernales. El clima Cb'(w2)x' semifrío subhúmedo con verano fresco largo temperatura media anual entre 5° y 12°C, precipitación del mes más seco menor de 40 mm, con lluvias en verano e invernales (CONABIO, 1998).

Las condiciones climáticas también se pueden representar de forma gráfica con diagramas ombrotérmicos, estos se elaboran con datos de temperatura y precipitación de cada mes del año formando dos curvas para indicar épocas de sequía y de lluvias, la interpretación de estos diagramas indican que cuando la curva de pluviosidad excede la de temperatura representa los meses con más humedad disponible o los meses de lluvias y cuando la curva de la temperatura sobrepasa la de la precipitación indica los meses más secos donde hay menor disponibilidad de humedad (Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15) (De las Heras, 2007).

Cuadro 3. Datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Creel, Chihuahua (García, 1981).

Núm.	Estación	Coord.	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
08-014	Creel	27° 45'	T 27	5	5.4	7.3	10.1	13	16.8	17.6	17	15.4	11.5	8.2	6
	(2345 m)	107° 38'	P 27	47.1	33.2	15.8	8.8	10.2	63.4	171	140	82.2	40.1	20.6	41.3

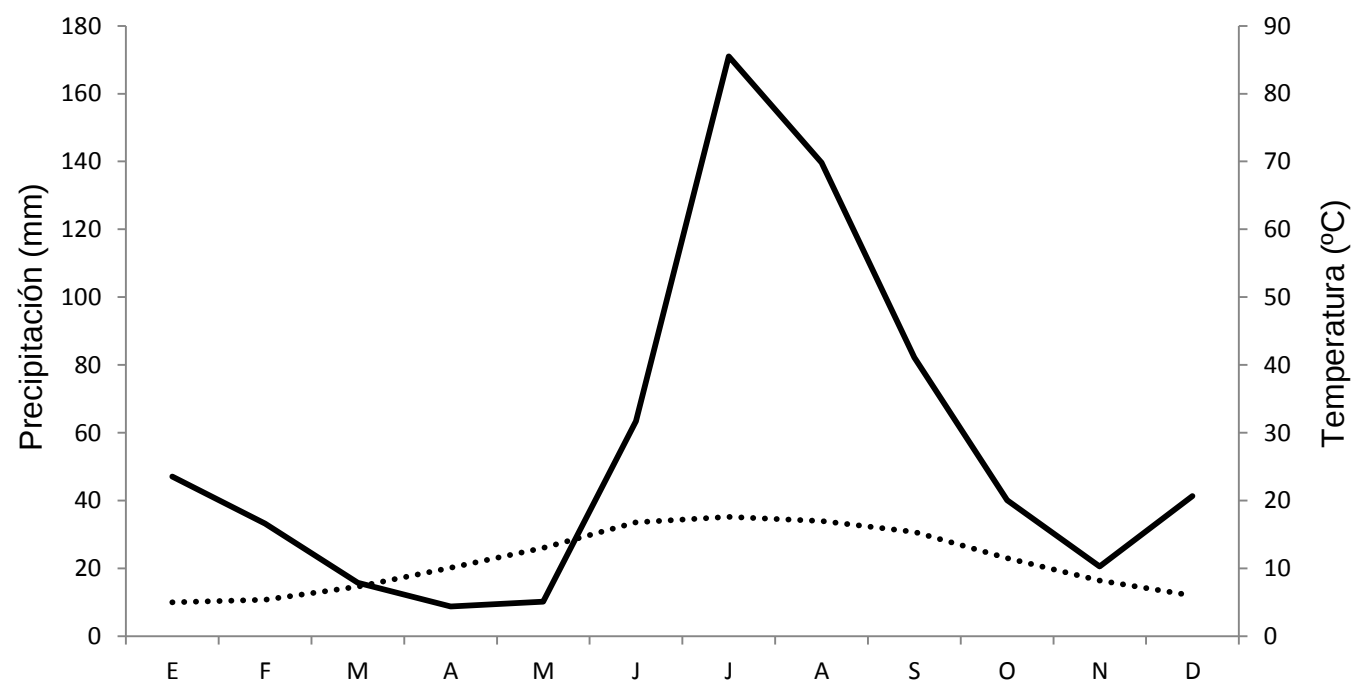


Figura 9. Diagrama ombrotérmico de Creel, Chihuahua (García, 1981).

Cuadro 4. Datos de temperatura y precipitación de San Juanito y Bocoyna, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1986 a y b).

Núm.	Estación	Coord.	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8126	San Juanito, Bocoyna (2348 m)	27° 59' 107° 36'	T 86 P 86	-4.5 16.5	-3.4 27	-0.6 6.5	4.3 36	5.4 41.5	9.6 123	12.2 314	13.7 163	10.4 114.5	5.2 24	0.4 16	-1.9 67

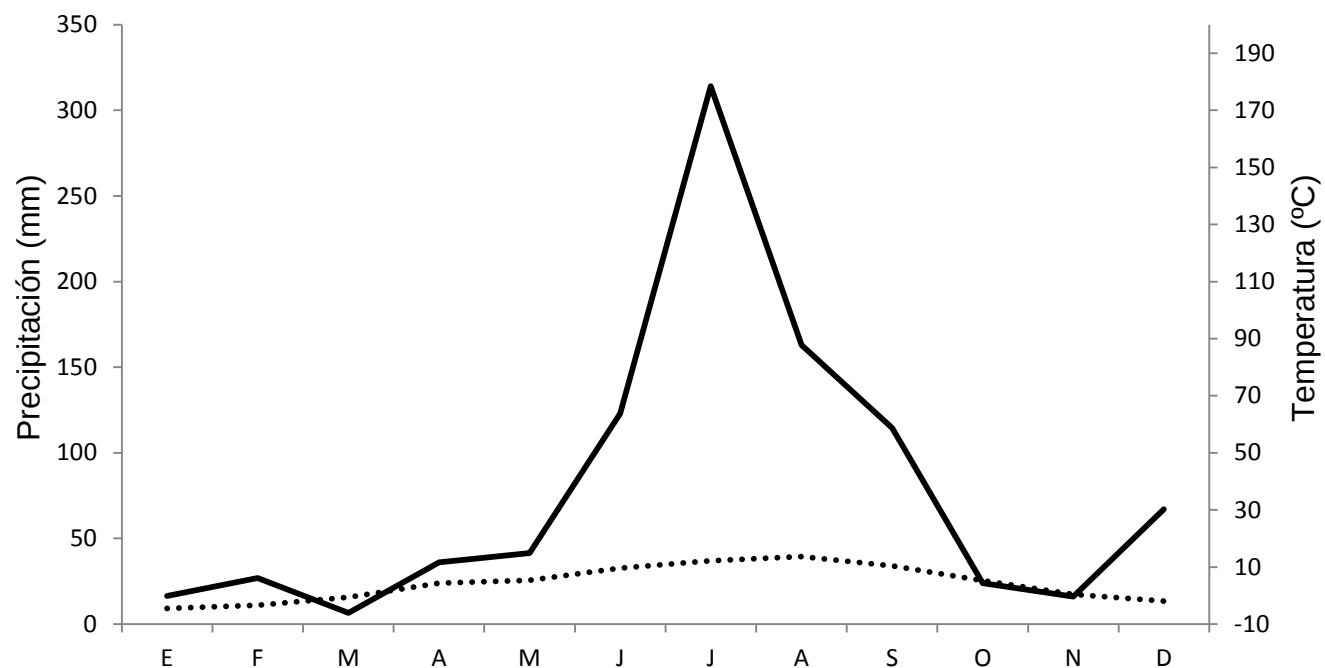


Figura 10. Diagrama ombrotérmico de San Juanito y Bocoyna, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1986 a y b).

Cuadro 5. Datos de temperatura y precipitación de El Vergel, Balleza, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1983 a y b).

Núm.	Estación	Coord.	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8267	El Vergel, Balleza	26° 30'	T 83	-3.2	-4.7	-1.5	1.4	6.4	8.4	9	8.1	7.9	4.7	1.4	-0.8
	(2700 m)	106° 28'	P 83	68.1	31.7	58.6	6.5	13	47	110.8	199.7	171.2	38	40.2	21

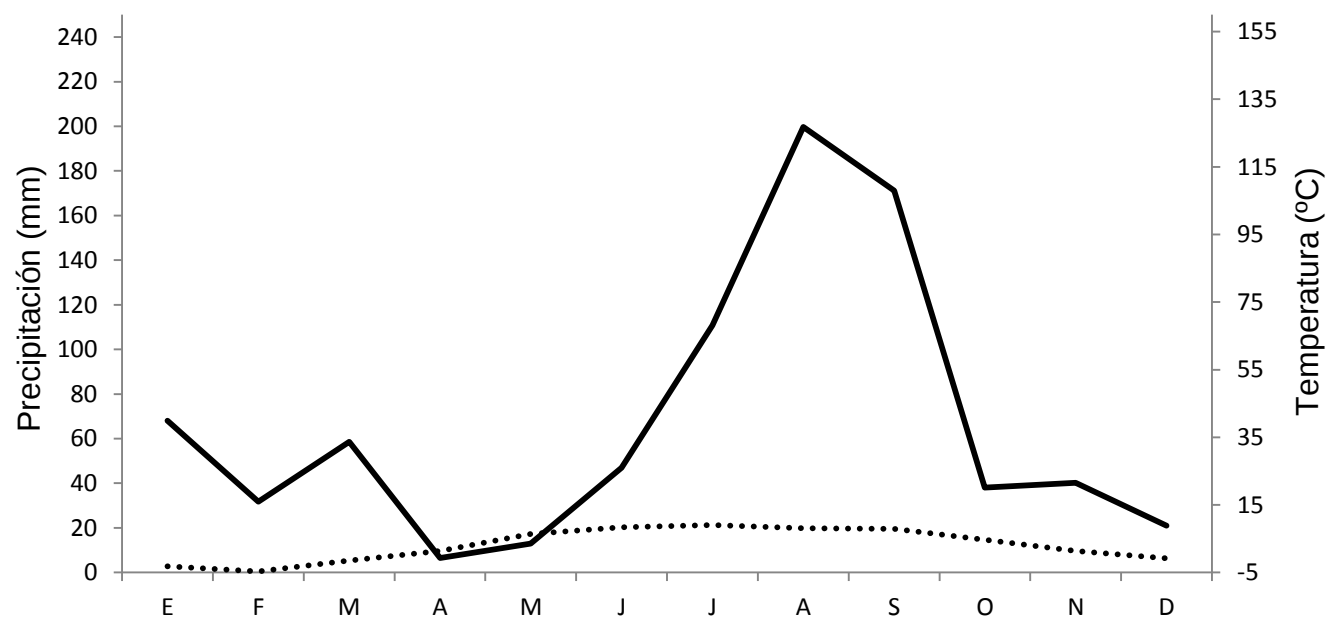


Figura 11. Diagrama ombrotérmico de El Vergel, Balleza, Chihuahua (Quintas y Ramos, 1983 a y b).

Cuadro 6. Datos de temperatura y precipitación de Vascogil, Canelas, Durango (Quintas y Ramos, 1982 a, b, c y d).

Núm.	Estación	Coord.	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
10087	Vascogil, Canelas	25° 04'	P 82	86.6	1	0	14.5	23	89.3	388.3	169.1	148.7	9	188.3	199.6
	(2580 m)	106° 24'	T 82	1.3	1.5	3.6	7.2	8.5	12.8	12.4	12.4	10.8	7.2	2.5	1.3

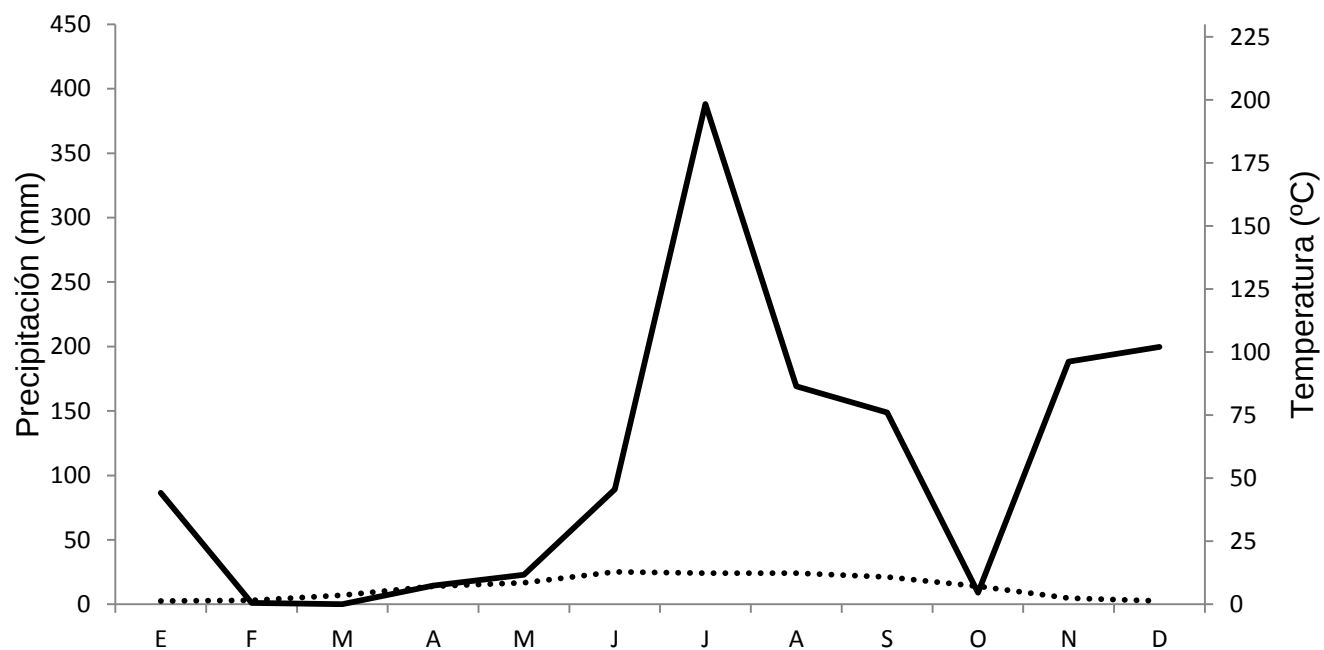


Figura 12. Diagrama ombrotérmico de Vascogil, Canelas Durango (Quintas y Ramos, 1982 a, b, c y d).

Cuadro 7. Datos de temperatura y precipitación de La Rosilla, Guanaceví, Durango (Quintas y Ramos, 1982 a, b, c y d).

Núm.	Estación	Coord.	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
10125	La Rosilla, Guanaceví	26° 08'	P 82	64	4	0	9	0.5	15.5	159.2	101	52	4.5	34.5	43
	(2670 m)	106° 22'	T 82	-5.2	-4.4	-4.8	0.5	0.4	2.7	7.1	6.3	6	-0.8	-2	-0.4

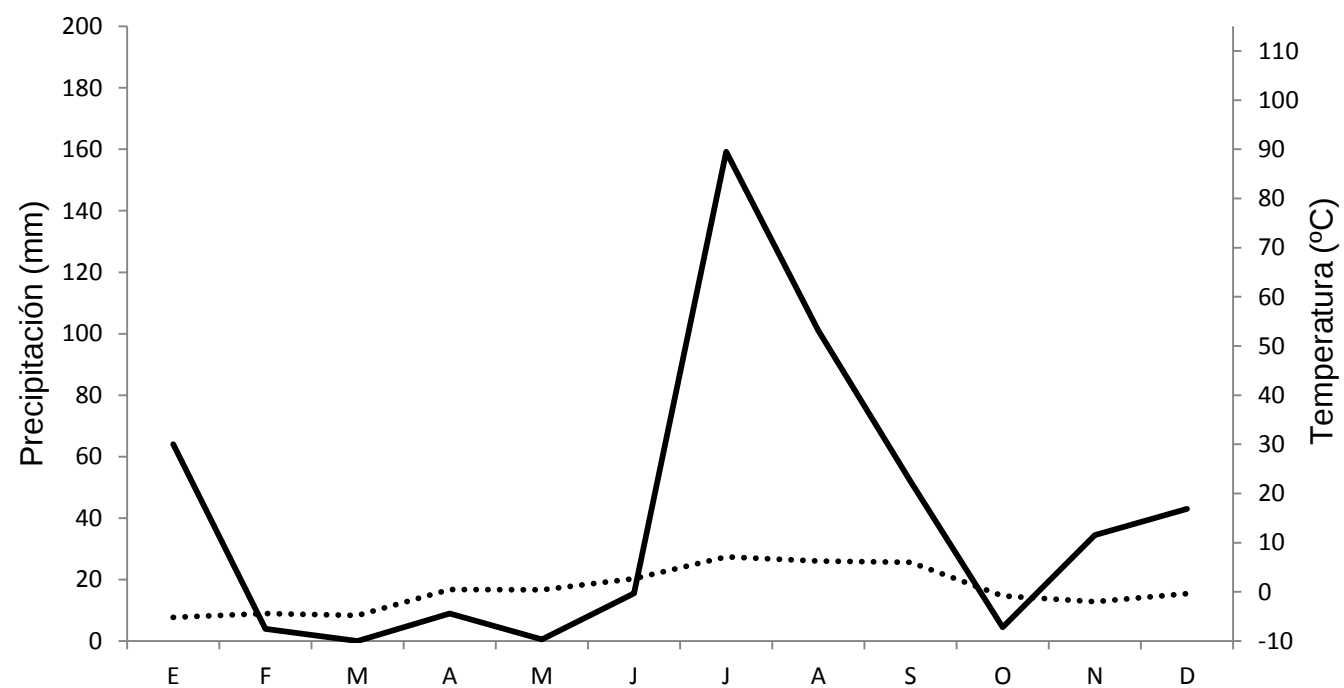


Figura 13. Diagrama ombrotérmico de La Rosilla, Guanaceví, Durango (Quintas y Ramos, 1982 a, b, c y d).

Cuadro 8. Datos de temperatura y precipitación de La Peña, Pueblo Nuevo, Durango (Quintas y Ramos, 1984 a y b).

Núm.	Estación	Coord.	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
10038	La Peña, Pueblo Nuevo	23° 33'	P 84	272	0	0	0	100	193	452	306	144	50	40	181
	(2670 m)	105° 24'	T 84	5	4.8	6.3	7.5	10.6	13.1	11.4	11.9	9.1	9.6	9.9	6

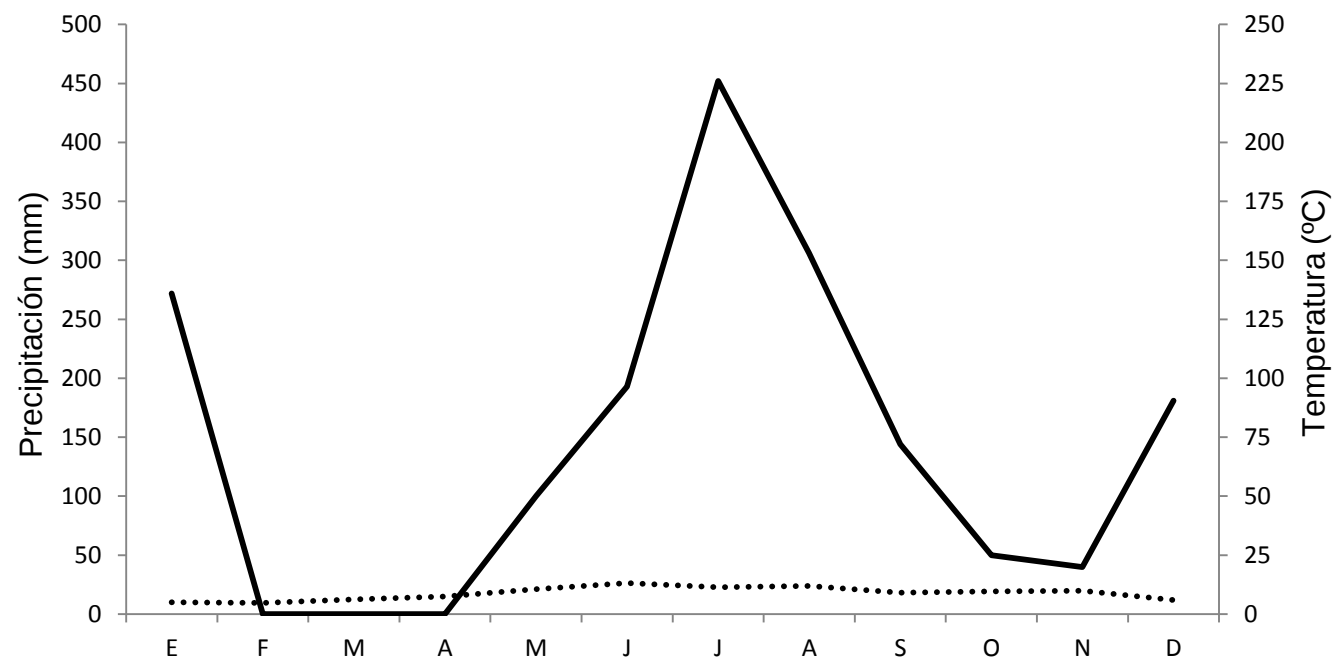


Figura 14. Diagrama ombrotérmico de La Peña, Pueblo Nuevo, Durango (Quintas y Ramos, 1984 a y b).

Cuadro 9. Datos de temperatura y precipitación de Los Charcos, Mezquital, Durango (Quintas y Ramos, 1977 a y b).

Núm.	Estación	Coord.	Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
10015	Los Charcos, Mezquital	23° 13'	P 77	37.2	0.6	0	3.9	0	199.1	165.1	137.4	73.2	43.2	5	0
	(2500 m)	104° 30'	T 77	5.2	-1.1	9.5	8	9.5	12.3	11.8	14.6	14.2	11.8	4.5	4.3

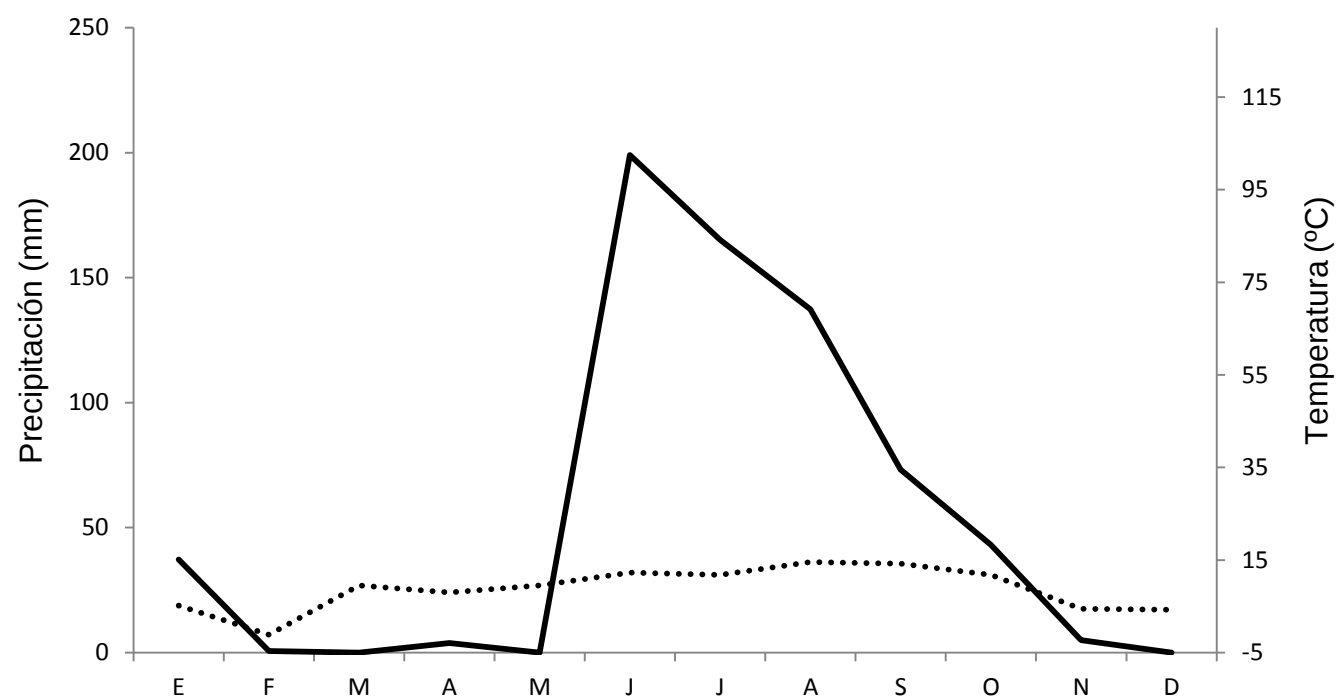


Figura 15. Diagrama ombrotérmico de Los Charcos, Mezquital, Durango (Quintas y Ramos, 1977 a y b).

2.4.5 Temperatura

Picea chihuahuana Martínez se desarrolla en sitios con temperaturas frías a muy frías, por lo que la temperatura media anual en el mes más frío se ubica entre los -3 y 10°C, y la del mes más caliente entre 16.5 a 22°C (Narváez, 1987). De acuerdo a la CONABIO esta especie se desarrolla por rangos de temperaturas máximas y mínimas y por zonas, en cuanto a las temperaturas tal especie se encuentra en los rangos de 2 a 4°C y este rango de temperatura entra a una zona fría, los demás rangos de temperatura que son de 0 a 2°C, - 6 a - 4°C y - 8 a - 6°C entra en las zonas frías. En las temperaturas máximas se encuentra en 36 a 38°C entra a la zona muy cálida, y de 26 a 28°C, 24 a 26°C y 22 a 24°C entra en zona cálida (CONABIO, 1990 a).

2.4.6 Precipitación

Los rangos de precipitación total anual oscilan entre los 500 y 700 mm (Narváez, 1987), la cual está distribuida en un total de 70 a 100 días (Sánchez, 1984). Las poblaciones de *Picea chihuahuana* en el estado de Chihuahua y Durango coinciden en varias isoyetas las cuales son de 600 a 800 mm, 800 a 1000 mm y de 1000 a 1200 mm anuales de precipitación (CONABIO, 1990 b).

2.5 Factores físicos y biológicos

2.5.1 Fuego

El fuego ocasionado por actividades humanas es un factor físico que está afectando de manera considerable las poblaciones de *Picea chihuahuana* Martínez, ya sea a través de quemas agrícolas, incendios forestales causados intencionalmente, los incendios naturales afectan al 3.43% de la población total de los individuos, por su parte los incendios por causas naturales como los rayos inciden en un 0.26% (Narváez *et al.*, 1983).

En los bosques donde predomina *Picea chihuahuana* el fuego ha estado presente y al mismo tiempo alterándose sus regímenes, pero en algunos lugares continúan los mismos regímenes, de cierta manera el fuego es inapropiado lo que provoca disturbios a los ecosistemas, uno de los principales factores que amenazan estas poblaciones debido al alto contenido de combustibles. Fulé *et al.*, (2005) realizó

un estudio en un Área Natural Protegida Tutuaca ubicada en el municipio de Temósachic, Chihuahua se encontró que la presencia de fuego fue frecuente en tres sitios a mediados del siglo XX (Fulé *et al.*, 2005).

Los incendios forestales en la Reserva Cerro El Mohinora, localizado al suroeste del estado de Chihuahua fueron reconstruidos con estudios en las cicatrices de los incendios que han sido registrados en esta reserva, estos incendios han afectado de una manera considerable a los bosques de coníferas donde predominan los relictos como lo es *Picea chihuahuana* Martínez. Se encontraron intervalos medios de frecuencia de incendios reconstruidos (MFI) por lo que al analizar todas las muestras variaron de 5.1 a 8.8 años, y el intervalo medio de probabilidad de ocurrencia de incidencia (WMPI) fue de 3.8 a 6.0 años. Esto indica que más del 80% de las perturbaciones se registraron en la estación primaveral (Cerano *et al.*, 2010).

El régimen del fuego se reconstruyó de los años 1700 a 2005 para la parte alta, y en el análisis de los datos (aplicando un filtro del 25%) se obtuvo como resultado que los años 1902, 1922, 1945 y 1971 fueron cuando se presentaron altas frecuencias de incendios, y se encontró que los incendios por baja intensidad ocurrieron en los años 1979, 1988, 1995, 1998 y 1999 (Cerano *et al.*, 2010).

2.5.2 Plagas y enfermedades

Picea chihuahuana es afectada por un barrenador de conos (*Strobilomyia anthracina* Czerny), este insecto ataca en el mes de junio, que es cuando la especie produce los conos (Brockhoff y Kenis, 1997). En el estado de Chihuahua se encontró que la palomilla *Cydia phyllisi* Miller está causando daños severos a los conos y semillas, afectando la situación de esta especie; pertenece al orden Lepidoptera y a la familia Tortricidae y de la subfamilia Olethreutinae, se encontró en 18 localidades, las cuales pertenecen a los municipios de Bocoyna y Guerrero y los sitios restantes a los municipios de Temósachic y Guadalupe y Calvo (Narváez, 1987).

Picea chihuahuana es uno de los principales hospederos de *Cydia phyllisi* Miller, se trata de una palomilla de tamaño pequeño con 10-12 mm de expansión alar, el cuerpo y la cabeza es de color gris cafésoso muy oscuro, las alas anteriores presentan el tercio basal con color gris, es decir, un poco más oscuro que el resto del ala, las escamas son un poco brillantes, los 2/3 distales con áreas transversales de color gris

plateado y otras con un color café oscuro que se van alternando, dentro de las áreas plateadas se encuentran algunas líneas transversales incompletas de color café oscuro, en cuanto a las larvas son blancas y delgadas. Los daños que causan las larvas de este insecto es que se alimentan de las semillas de los conos en la misma forma que otras especies del género *Cydia*, y realiza galerías para pupar dentro del cono maduro (Cibrián *et al*, 1986).

Durante el desarrollo, ciclo de vida y hábitos de *Cydia phyllisi* Miller los adultos emergen durante los meses de abril y mayo, en esta temporada es cuando los conos inician su desarrollo y ovipositan sobre las escamas del cono, cuando eclosionan los huevecillos las larvas se alimentan de las semillas y para el mes de octubre todas las larvas se encuentran en el interior del eje del cono, y las pupas se presentan en el mes de abril. En el estado de Chihuahua, se han encontrado infestaciones severas a los conos por *Cydia phyllisi* que causan la mortalidad de semilla mayor al 95%, esta plaga limita a que se establezca la regeneración natural de *Picea chihuahuana* (Cibrián *et al.*, 1986).

Existe una metodología para el control mecánico de la plaga *Cydia phyllisi*, esta causa daños severos a las semillas afectando su capacidad reproductiva, se encontró que infesta en un 92% de los conos y daña en promedio un 21% de la producción anual de la semilla y en algunos casos también se encontraron variaciones entre el 14 y 45%. El control químico no es recomendable debido a que se afecta al ambiente. El control mecánico consistió en juntar los conos caídos dañados y quemarlos en el periodo de noviembre – abril ya que es la temporada que hay mayor cantidad de larvas y pupas, después de que los conos esparcen su semilla y antes de que los insectos adultos de la palomilla e inicien un nuevo ciclo reproductivo (INIFAP y SAGARPA, Sin fecha).

Con base a la fenología de *Picea chihuahuana* el ciclo de vida de la palomilla *Cydia phyllisi* se determinó que la época óptima para controlar esta plaga es mediante la colecta y quema de conos durante el periodo de noviembre a abril, ya que es la temporada donde hay mayor cantidad de larvas y pupas en el eje de los conos. Los resultados obtenidos con la aplicación del control mecánico para esta plaga fue que con la tecnología tradicional no existía control de la palomilla *Cydia phyllisi* en donde se encontraron los siguientes resultados, (Figura 16) (INIFAP y SAGARPA, Sin fecha):

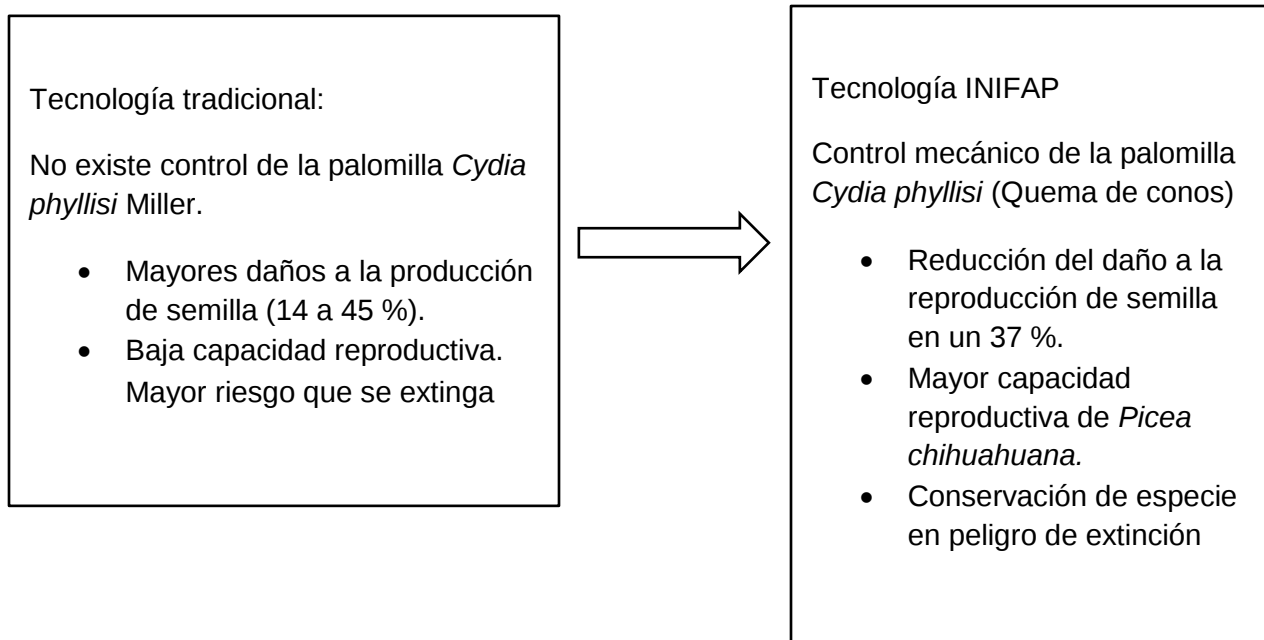


Figura 16. Resultados utilizando la tecnología INIFAP.

Los conos de *Picea chihuahuana* son atacados por roedores como ardillas del género *Sciurus* la cual ardilla afecta la producción de conos, las evaluaciones de los daños de este roedor resulta importante (Figura 17). Prieto *et al.*, (2010) desarrolló un trabajo en el área de Santa Bárbara que se encuentra en el ejido El Brillante del municipio de Pueblo Nuevo, Durango, el cual se ubica en las coordenadas 23° 39' 44"N y 105° 26' 27"W con una altitud de 2,686 m.s.n.m. en una superficie de 35 ha, el estudio se realizó durante la primavera 2008-invierno 2009, se realizó una remoción manual de los conos sanos y dañados de las producciones pasadas, ha mediado del verano se realizó un segundo conteo de conos de la nueva temporada, esto permitió establecer una comparación porcentual entre conos sanos y dañados en la producción de *Picea chihuahuana*, de acuerdo a los datos levantados se corrieron modelos de regresión en donde se encontró que existe un 95% de conos dañados por las ardillas en la última temporada, de acuerdo al análisis de correlación existe una alta asociación entre las alturas de los árboles y el número de conos dañados ($r = 0.89$) esto quiere decir que a medida que aumenta la altura de los árboles el número de conos dañados por las ardillas aumenta.



Figura 17. Conos de *Picea chihuahuana* Martínez dañados por ardillas del género *Sciurus*, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).

En el aspecto de las plagas también se ha detectado que *Picea chihuahuana* es atacada por la palomilla del género *Laspeyresia*, sus larvas barrenan el cono y la semilla, se estima que en los conos la presencia de esta plaga es de 88% y un 22% en las semillas, existe otro agente nocivo en la producción de la semilla, dicho agente son las ardillas del género *Sciurus spp.* Por lo cual esta especie se alimenta de las semillas (Sánchez y Narváez, 1990).

De igual forma ha sido afectada por enfermedades, como el hongo de la madera que se manifiesta a través de la pudrición de la madera de *Picea chihuahuana*, la cual se ha presentado en un 25 a 30% de los individuos muestreados. Otra enfermedad que ha sido detectada es el cáncer que provoca la hipertrofia del fuste, la incidencia de esta enfermedad es baja y ocurre con poca frecuencia (Sánchez, 1984). También se han detectado enfermedades causadas por hongos ficomicetos de los géneros *Alternaria* y *Nigrospora*, estos son los causantes de la pudrición de la madera, afectando su calidad (Sánchez y Narváez, 1990).

En las poblaciones se tiene una problemática que el 1.26% de la población se encuentra con las puntas secas por causas desconocidas, sumando estos porcentajes

dan un 11.03% de árboles afectados. Para esto se realizó un estudio fitosanitario de *Picea chihuahuana* (Cuadro 10), en el diagnóstico se contabilizaron los arboles despuntados, dañados por fuego, con puntas secas y rayados (Sánchez y Narváez, 1990).

Cuadro 10. Estado fitosanitario de la población de *Picea chihuahuana* Martínez (Narváez et al., 1983).

Sitios	Nº de individuos			
	Despuntados	Dañados por fuego	Puntisecos	Rayados
Predio Particular Batuybo	120	44	39	7
Talayotes	13	13	5	-
Mategoina 1	2	3	-	1
Mategoina 2	12	29	9	2
Mategoina 3	6	2	1	-
Predio Part. San Elias	62	13	19	2
Ahuichique	55	7	4	4
Las trojes	38	-	7	13
El Chachamuri	3	3	2	-
El Ranchito	63	2	1	8
La Tinaja	4	2	4	-
Cerro de la Cruz	1	1	6	-
El Cuervo	6	15	7	-
Napahuichi 1	110	127	10	-
Napachuichi 2	45	24	9	-
Las Águilas	89	62	17	-
Situriachi	45	49	14	-
El Realito	161	77	20	-
Total	835 = 6.068 %	473 = 3.437 %	174 = 1.264 %	37 = 0.268 %

2.5.3 Otros factores

Debido a que *Picea chihuahuana* se desarrolla en laderas con pendientes pronunciadas y es afectada por la acción del viento, de tal manera que la copa toma una forma asimétrica, al igual se han encontrado puntas secas del arbolado pero aún no se han determinado las causas (Müller y Velázquez, 1983). Es evidente que el principal agente nocivo y que afecta a estas poblaciones es la acción del hombre, una de las actividades es la ganadería de caprinos, la cual afecta de forma considerable a la

regeneración, también la tala clandestina para obtener madera para construcción, una metodología que se emplea para extraer la madera es el cinchamiento de arbolado y peor aún el derribo de algunos árboles (Sánchez, 1984).

En las poblaciones de *Picea chihuahuana*, se presentan cortas clandestinas, los ejemplares que se extraen son árboles despuntados, siendo individuos menores a 6 m de altura, las que se usan como ornato en la época de navidad, y así de esta manera se afecta el establecimiento de la regeneración (Narváez *et al.*, 1983).

2.6 Características y uso de la madera

Por ser una especie listada bajo estatus de conservación se restringe su aprovechamiento. De acuerdo a Sánchez y Narváez (1990) anteriormente se explotaba para extracción de madera y árboles navideños, así como para la construcción.

Picea chihuahuana tiene anillos de crecimiento y canales resiníferos, las traqueidas poseen un diámetro fino con una pared delgada de forma hexagonal, rayos uniseriados y numerosos, de altura baja y homogéneos, puntuaciones piceoides en el campo del crecimiento y areoladas en la pared de la traqueida (Sánchez, 1999).

3 PRODUCCIÓN DE PLANTA EN VIVERO

3.1 Propagación

3.1.1 Propagación sexual

Existe la posibilidad de producir la planta en vivero en condiciones ambientales similares a los sitios donde se distribuye esta especie, para esto es recomendable la producción de planta en localidades como San Juanito y Creel, municipio de Bocoyna; El Vergel, municipio de Balleza, ambos en el estado de Chihuahua (Sánchez y Narváez, 1990).

3.1.2 Colecta de semilla

La recolección de la semilla de *Picea chihuahuana* se realiza desde los primeros días de agosto, se deben hacer monitoreos para estudiar el estado de maduración de los conos. A partir del día 15 de agosto se puede comenzar con la recolección de la semilla, para esto se tiene un mes y medio como máximo para la colecta de conos. Una vez que ya se tienen colectados los conos se exponen a la radiación directa de sol para deshidratarlos, algunas veces se tienen que mojar los conos para que se abran, si se abren no se le aplica agua. Posteriormente la semilla se pasa por un proceso de flotación durante un periodo de 10 a 12 horas y también por un proceso de aireación para darle una buena calidad a la semilla. Después de que se tiene la semilla de calidad esta pasa por un tratamiento de refrigeración pero no debe sobrepasar un periodo mayor a cinco años ya que la semilla pierde su viabilidad (S. Silva R., com. pers. 2012).

3.1.3 Producción de planta

En el estado de Chihuahua mujeres del Ejido Tutuaca, municipio de Temósachic iniciaron la producción de 130 mil plantas de las especies de *Pinus durangensis* y *Picea chihuahuana* en el vivero de la comunidad Yahuirachi, este proyecto es financiado con la Comisión Nacional Forestal quien formalizó un convenio correspondiente al ciclo 2011-2012 del programa de proyectos especiales de reforestación. El vivero comunitario está manejado por cinco mujeres que aportan la mano de obra, desde la siembra hasta la salida a campo de la planta producida, en este vivero se producirán

105 mil plantas de *Pinus durangensis* y 25 mil plantas de *Picea chihuahuana* (Ochoa, 2011).

En el vivero forestal de la Unidad de Manejo Forestal San Juanito, A.C se produce planta de *Picea chihuahuana* (Figura 18), se le inoculan ectomicorrizas locales (*Amanita muscaria* L. Fr. Lam, *A. cesarea* Z. y *A. boletus* Edulis) con la finalidad de darle fortaleza y asegurar su establecimiento en las áreas a plantar, la inoculación se hace de tal manera que los hongos se mezclan en un tambo y se cuelan con una malla y finalmente se inoculan a las plantas mediante a un fertirrigador. Durante el desarrollo de las plántulas se utiliza como protección el hule HL y un hule al 30% para filtrar la radiación solar (S. Silva R., com. pers. 2012).



Figura 18. Producción de planta de *Picea chihuahuana* Martínez (plantas de 15 años de edad, S. Silva R., com. pers. 2012), vivero de la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A.C. (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).

3.1.4 Siembra

Para la siembra primero se colecta la semilla durante los primeros quince días del mes de septiembre de diferentes procedencias, esto con la finalidad de controlar el germoplasma que asegure los planes de propagación en el vivero, o de otra forma se

puede realizar la siembra directa en el campo, para esto se debe tomar en cuenta que se tiene que realizar en las áreas donde se desarrolla esta especie, o áreas donde tengan condiciones ambientales similares para que las plantas se puedan desarrollar (Sánchez y Narváez, 1990). Después de que se siembra la semilla de *Picea chihuahuana* germina un mes después (S. Silva R., com. pers. 2012).

3.1.5 Tipo de sustrato y fertilización

El sustrato que se emplea para la producción de *Picea chihuahuana* es corteza compostada o en proceso de compostación. Se le aplican 2 kg de fertilizante de liberación lenta por m³ de corteza, al igual se le aplica osmocote cargado de nitrógeno, un 20% de perlita mineral, 20% de vermiculita, para la desinfección del sustrato se amontona y se le aplica Busan que es un fungicida para el combate de hongos, este fungicida se aplica mediante mochilas de aspersión y al mismo tiempo se maneja el sustrato con palas para revolverlo y para que la aplicación del producto sea uniforme, después se hace nuevamente el montón y se tapa con hule y se deja reposar de 10 a 15 días, después se destapa y se deja al aire libre 10 a 15 días para que se evaporen los gases tóxicos. Anteriormente se utilizaba el bromuro de metilo para la desinfección del sustrato pero está restringido su uso por ser altamente contaminante (S. Silva R., com. pers. 2012).

3.1.6 Control sanitario

Para el combate de hongos como el *damping off* (*Botrytis cinérea* Pers.) que es uno de los principales que ataca a *Picea chihuahuana* se aplica Captan de manera preventiva, durante la producción de planta de *Picea chihuahuana*. Para el combate de otros hongos se aplican fungicidas como el Ridomil y Blindaje, lo que se realiza para evitar la evolución del hongo son aplicaciones de estos productos de manera alternada, pero cuando no se controla el hongo con la aplicación de estos fungicidas de manera alternada se utiliza el Tecto 60 (S. Silva R., com. pers. 2012).

Como manera preventiva se utiliza también el control biológico con hongos antagonistas como *Trichoderma harzianum* Rifai y *Basidium sutcliff* estos se combinan con el fungicida Serenade y se aplica a las plántulas, el control biológico con estos hongos funciona de manera que protegen la raíz en el sustrato de la planta, al

desarrollar un halo fúngico y cuando ocurre la presencia de otro hongo maléfico actúa controlándolo por lo que se han obtenido buenos resultados en la producción de planta en vivero de esta especie (S. Silva R., com. pers. 2012).

3.1.7 Tiempo requerido para la producción de la planta

En la producción de planta de *Picea chihuahuana* se tiene que contemplar de 2 a 3 años en vivero para que la planta tenga la talla y las condiciones para ser plantada al campo, todo esto es para que se presenten menos daños en las plantas y sobre todo para que sean más resistentes (S. Silva R., com. pers. 2012).

3.1.8 Propagación asexual

Una de las metodologías de propagación asexual es mediante la reproducción de brotes adventicios *in vitro*, dentro de esta área existen pocas referencias, por lo que se está proponiendo establecer una metodología de micropropagación adecuada para la producción *in vitro* para su regeneración, para esto es preciso determinar el tiempo mínimo de exposición para reguladores de crecimiento, para esto se requirió promover conscripción morfogénica en embriones adultos, y progresivamente registrar los acontecimientos histológicos ante la formación adventicia del brote (López *et al.*, 2000).

En tal estudio se promovieron los mismos patrones celulares del desarrollo del brote de *Picea chihuahuana*, antes de la formación adventicia del brote fue posible determinar la histología de tres grupos de individuos. Su presencia indica una actividad celular que dará lugar a un patrón morfogénico que conducirá a la formación y desarrollo de brotes. Se encontró que el tiempo óptimo para generar un alta cantidad de brotes adventicios es de 21 a 30 días, también se cultivaron *in vitro* embriones adultos de *P. chihuahuana* pero la producción de embriones *in vitro* puede reducir su capacidad morfogénica. Por otra parte la solución antioxidante se sumó al caldo de cultivo y se encontró que ocurrió la muerte de brotes a causa de la oxidación (López *et al.*, 2000).

En un estudio de investigación de un cultivo *in vitro* se observó que la formación de brotes requiere cuando menos 14 días en K y 17 días en N⁶ –benciladenina. Para esto se obtuvo como promedio de cinco a siete brotes por cada embrión en K (Potasio) y N⁶ –benciladenina 3 y 5 mg/l en ausencia de auxinas. Con estos resultados se hicieron ensayos de enraizamiento pero solo un brote generó raíz. Las observaciones

histológicas permitieron hacer una suposición que la K promueve el desarrollo de estructuras organizadas previas a la formación de brotes adventicios en un periodo más corto que la N⁶ –benciladenina, para esto también se realizaron pruebas bioquímicas y mostraron que la K promueve una alta síntesis de proteínas totales durante el proceso de formación de brotes adventicios mayor que la N⁶ –benciladenina (Martínez y Ochoa, 2010).

En otro estudio que se hizo propagación *in vitro* de *Picea chihuahuana* se realizó su reproducción de manera asexual utilizando embriones inmaduros, los brotes adventicios fueron obtenidos a través de una gran variedad de concentraciones de hormonas reguladoras de crecimiento. La elongación del individuo fueron logrados utilizando concentraciones de 50 (SH 50%) pero para esto fueron regulados los niveles de concentración de sacarosa, y se encontró que la respuesta fue diferencial debido a que varía de acuerdo a la procedencia de la semilla. Cuando se inició el desarrollo de los individuos producidos *in vitro* se observó que en algunos embriones los cotiledones se hincharon y adquirieron un color verde claro (Mata *et al.*, 2001).

Como suplemento para los brotes las plantas se enjuagaron en soluciones de antioxidantes para asegurar la supervivencia de los ejemplares. De los dos tratamientos hormonales (BA/NAA, K/2,4-D), K/2,4-D produjeron una buena cantidad de retoños. Los resultados indican un potencial para desarrollar un sistema completo de regeneración de la planta a través de los embriones inmaduros y también a través del arraigo de brotes adventicios. Uno de los principales beneficios con la micropropagación *in vitro* es que si se mejora la eficiencia del sistema de regeneración y así se asegura la conservación de la especie (Mata *et al.*, 2001).

4 MANEJO DE PLANTACIONES

La especie *Picea chihuahuana* Martínez puede ser establecida en plantaciones, en el estado de Chihuahua, por lo que se sugiere se establezcan en las siguientes localidades: “Llano Grande” Ejido San Pablo de la Sierra, Municipio de Guerrero, Ejido el Ranchito y Predio Particular La Laja, Municipio de Bocoyna, Chih. Estas localidades presentan condiciones favorables para que la especie pueda desarrollarse ya que se encuentra dentro de la zona de distribución natural y podrían desarrollarse poblaciones de *Picea chihuahuana* (Sánchez y Narváez, 1990). Como especie exótica se realizaron plantaciones de *Picea chihuahuana* con fines experimentales cerca del Lago Erie, Ontario y otras plantaciones en Canadá (Gordon, 1990).

En el paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua se encuentra una población de *Picea chihuahuana* Martínez, en esta población se realizó una plantación a tresbolillo con espaciamiento de 3 metros, a los individuos plantados se les hizo una microcuenca para la captación de agua (Figura 19).



Figura 19. Plantación a tresbolillo de *Picea chihuahuana* Martínez con espaciamiento de 3 metros, paraje El Ranchito, municipio de Bocoyna, Chihuahua (Fotografías tomadas por Horacio García Ayala, 23 de febrero de 2012).

5 MANEJO SILVÍCOLA

5.1 Calidad de la madera en rodales naturales

En un estudio realizado de *Picea chihuahuana* Martínez la densidad de la madera fue determinada con virutas obtenida con taladro de Pressler. La densidad básica promedio (0.368 gr/cc), para esto se comparó la densidad básica de *Picea chihuahuana* con otras especies del mismo género y con especies de coníferas de otros géneros, se encontró como resultado un indicador de los rangos que presentan algunas de las maderas conocidas como blandas. En el cuadro 11 se muestran propiedades de propiedades mecánicas de la madera que dan una referencia de posibles usos de esta especie, estos índices esta calculados en base a la densidad básica (Cuadro 11) (Sánchez, 1999).

Cuadro 11. Propiedades mecánicas de la madera de *Picea chihuahuana* Martínez (Sánchez, 1999).

Ensayo	Madera verde
Flexión estática:	-----
Esfuerzo al límite de proporcionalidad (kg/cm ²)	717.13 Db ^{1.24}
Módulo de ruptura (kg/cm ²)	1237.40 Db ^{1.25}
Trabajo a la carga máxima (kg/cm ²)	2.50 Db ^{1.75}
Trabajo total (cm kg/cm ²)	7.24 Db ²
Módulo de elasticidad 1000 (kg/cm ²)	165.92 Db
Impacto (cm)	289.56 Db ^{1.75}
Compresión paralela a la fibra:	-----
Esfuerzo al límite de proporcionalidad (kg/cm ²)	369.11 Db
Al máximo esfuerzo (kg/cm ²)	473.73 Db
Módulo de elasticidad 1000 (kg/cm ²)	204.59 Db
Compresión perpendicular a la fibra, al límite de proporcionalidad (kg/cm ²)	210.92 Db ^{2.25}
Dureza:	-----
Lateral (kg)	1696.43 Db ^{2.25}
Extremas (kg)	1551.28 Db ^{2.25}

En cuanto a las propiedades mecánicas de la madera están relacionadas con su comportamiento ante la acción de la fuerza externa o interna. Por lo regular son pocas las aplicaciones donde se toma en cuenta estas propiedades, ya que con estas se

determina si la madera es el material apropiado para su uso en estructuras, muebles, vehículos, mangos de herramientas, embalaje y artículos deportivos (Sánchez, 1999).

5.2 Regeneración

Uno de los aspectos importantes dentro de la dinámica poblacional de la especie *Picea chihuahuana* es la regeneración, es importante para definir su grado de establecimiento y adaptación en las condiciones ecológicas de un sitio. En el estado de Chihuahua se han contabilizado 5,623 plántulas y renuevos correspondientes a la regeneración lo que representa un 40% de la población total de este estado. En términos generales la regeneración por unidad de superficie es baja comparado con otras especies de coníferas, esto tal vez es debido a que en las áreas donde se encuentra esta especie no se practican prácticas de manejo silvícola (Sánchez y Narváez, 1990).

En un muestreo que se realizó en poblaciones de *Picea chihuahuana* en el municipio de Bocoyna, Chihuahua y haciendo un análisis de los valores totales de regeneración, es notorio que *Pinus ayacahuite* var. *brachyptera* es la especie con mayor regeneración, le sigue *P. arizonica* y por último *Pseudotsuga menziesii*. Con esto se define que las especies que presentan mayor competencia para *Picea chihuahuana* son *Pinus ayacahuite* var. *brachyptera* y *Pseudotsuga menziesii* (Cuadro 12) (Narváez et al., 1983).

Cuadro 12. Regeneración en el bosque de *Picea chihuahuana* Martínez (Narváez et al., 1983).

Especie	Sitios y número de individuos					Total de Individuos
	Napahuichi	El Realito	Talayotes	San Elías	Batuybo	
<i>Picea chihuahuana</i>	6	3	3	9	6	27
<i>Pinus ayacahuite</i>	1	2	3	19	2	27
<i>Pinus arizonica</i>	3	1	3	3	1	11
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	-	-	8	-	-	8
Total	10	6	17	31	9	73

De acuerdo con Sánchez y Narváez (1990) en un reconocimiento de campo se contabilizaron los individuos de ésta especie considerando desde plántulas hasta arbolado adulto, en la población total en los 20 sitios detectados en Chihuahua es de

13,910 ejemplares ocupando una superficie de 157 has, (Cuadro 13) (Sánchez y Narváez, 1990).

Cuadro 13. Tamaño de la población incluyendo regeneración de *Picea chihuahuana* Martínez (Sánchez y Narváez, 1990).

Sitios	Nº de Individuos	Regeneración	Sup. Ha.	Densidad Ind/Ha.
Batuybo	3364	1579	45	74.7
Napahuichi 1	1985	921	13.6	145.1
Las Trojes	1654	780	23.4	70.7
Ahuichique	915	370	9.6	95.3
El Realito	797	210	5.4	147.5
San Elías	722	267	8.8	85.8
Las Águilas	716	168	7.2	99.4
Situriachi	675	286	3.8	175.7
Mategoina 2	612	164	8.8	69.5
Talayotes	590	299	7.8	74.9
El Ranchito	379	162	4.5	84.2
Napahuichi 2	359	150	2.1	170.9
Mategonia 3	272	65	2	136
El Cuervo	236	96	6.9	34.2
Chachamuri	170	24	2.4	70.8
Mategonia 1	153	29	1.8	85
La Tinaja	136	37	1.1	116.2
Llano Grande	135	8	1.8	75
Cerro de la Cruz	25	5	1.1	33.3
Rio Verde	15	3	-	-
TOTAL	13910	5623	157.1	$\bar{x}$ = 92.21

En el estudio de regeneración del área se muestrearon 5 sitios con parcelas de 120 m² donde se encontró que la regeneración que representan estas especies, esto indica que no hay tendencias competitivas bien definidas. En un muestreo realizado en el paraje Río Chachamuri, Municipio de Temósachic en una superficie de dos hectáreas, 380 ejemplares de regeneración de las especies de *Abies durangensis* contra tres de *Picea chihuahuana*, esto se refleja de tal manera que la tendencia dinámica de la población se enfoca al establecimiento de un bosque de *Abies durangensis* (Sánchez y Narváez, 1990).

Picea chihuahuana no ocupa un papel importante en el estrato arbóreo, pero si se tiene que considerar el estrato bajo, dicho de otra manera, la regeneración en donde es muy abundante, apareciendo un grupo de individuos que exceden el área ocupada

por arboles padres de la misma especie. Con respecto al pinabete de Chihuahua se observó regeneración en zonas marginales del bosque virgen con mayor régimen de luz, todo esto es debido a extracciones selectivas de ejemplares lo cual afecta a su intensidad provocando claros en las poblaciones (Burkhard y Velázquez, 1983).

En el paraje Cerro de la Cruz ubicada en el Ejido San Juanito, municipio de Bocoyna, Chihuahua, en la regeneración natural se encontraron 18 individuos y se tomaron datos de diámetro y altura de esta población de *Picea chihuahuana* (Cuadro 14).

Cuadro 14. Regeneración natural de *Picea chihuahuana* Martínez en el paraje Cerro de la Cruz Ejido San Juanito, Bocoyna, Chihuahua, 23 de febrero de 2012.

Nº de individuo	Altura (m)	Diámetro basal(cm)
1	1.74	4
2	1.26	4
3	1.6	3
4	0.77	2
5	0.7	2
6	0.25	0.5
7	1.83	7
8	1.3	7
9	0.65	2
10	0.7	8
11	0.66	1.5
12	0.2	0.5
13	2	7
14	1.7	6
15	2	7
16	0.8	3
17	1.1	3
18	1.1	5

5.2.1 Regeneración artificial

En el paraje Cerro de la Cruz, municipio de Bocoyna, Chihuahua cuando estuvo ejecutándose el proyecto de bosque modelo 1992-1995 se realizó la regeneración artificial de *Picea chihuahuana* en donde solo sobrevivieron solo unos ejemplares de esta especie (Cuadro 15) (C. Flores L., com. pers. 2012).

Cuadro 15. Regeneración artificial de *Picea chihuahuana* Martínez en el paraje Cerro de la Cruz, municipio de Bocoyna, Chihuahua.

Nº de individuo	Altura (m)	Diámetro (cm)
1	1.5	8
2	1.12	4
3	0.41	2
4	2.1	6
5	1.58	6
6	0.69	3
7	0.66	2
8	0.43	2
9	0.4	1.5

5.3 Estructura y composición de rodales

En la población de *Picea chihuahuana* Martínez en el paraje Chachamuri perteneciente al Ejido Conoachi Municipio de Guerrero, Chihuahua, con una elevación de 2,450 m.s.n.m. y con coordenadas de la Latitud 28° 39' N y Longitud 108° 16' W. En 1989 se tomaron datos de diámetro y altura por Celestino Flores López con esta información se realizaron análisis para determinar la estructura diamétrica y de alturas de la población (Figuras 20 y 21) (C. Flores L., com. pers. 2012).

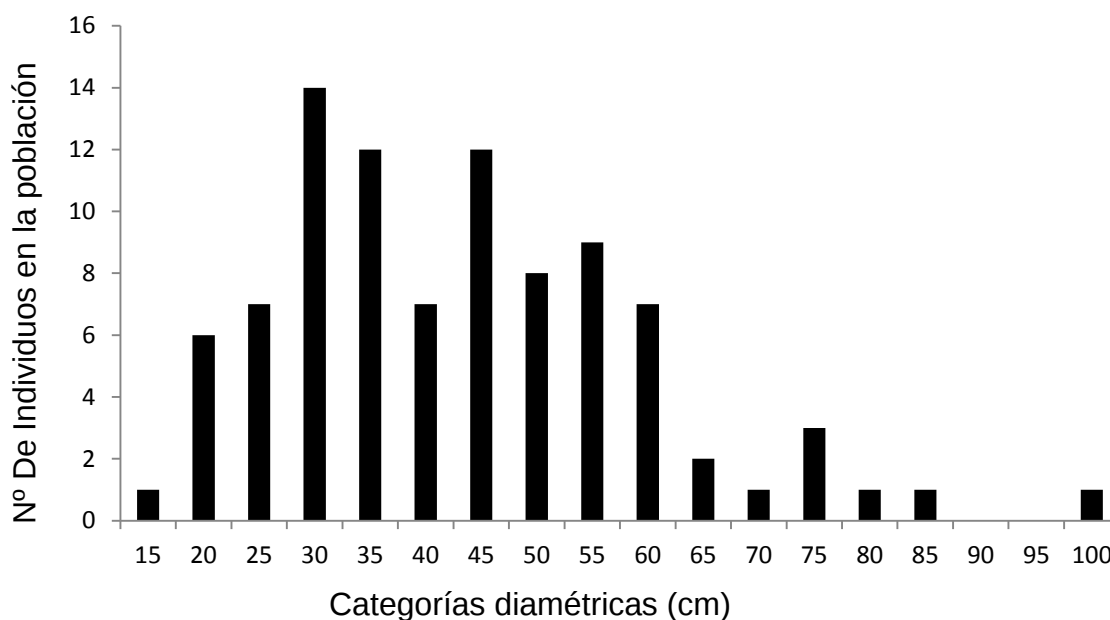


Figura 20. Estructura en diámetros de *Picea chihuahuan* Martínez (Datos tomados por Celestino Flores López).

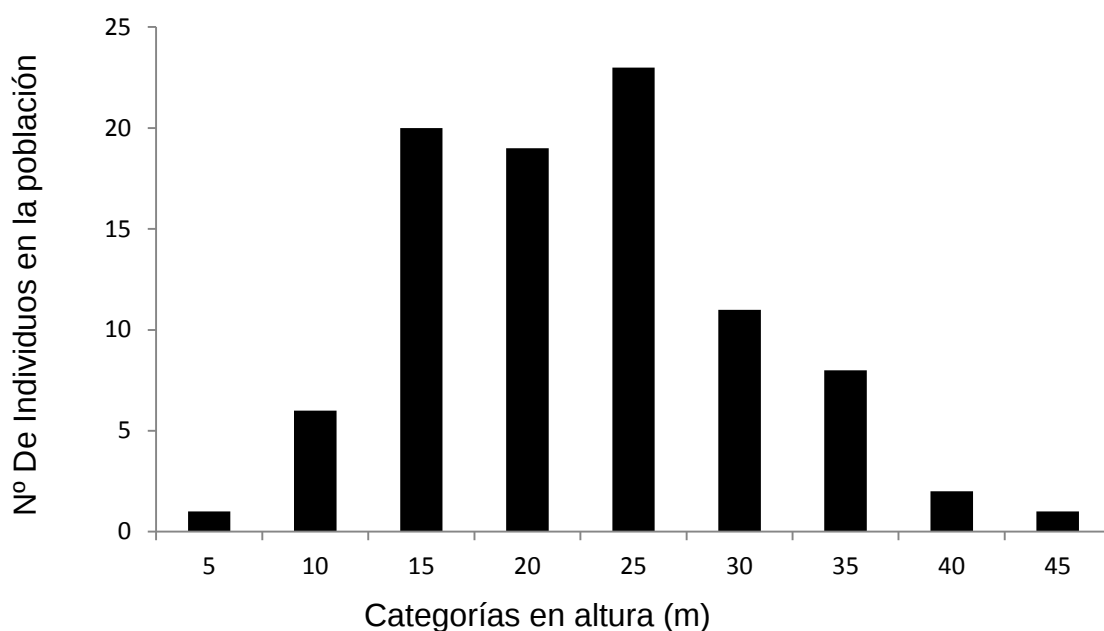


Figura 21. Estructura en alturas de *Picea chihuahuana* Martínez (Datos tomados por Celestino Flores López).

En este bosque se realizaron muestreos para estudiar la estructura y composición del renuevos en estas se encuentran: *Populus tremuloides*, *Pinus ayacahuite* var. *brachyptera*, *P. arizonica*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies durangensis* y *Quercus* sp. donde se observa que *Populus tremuloides* es más abundante esto nos indica que han existido disturbios en estos ecosistemas, ya que esta especie es un indicador de disturbios ecológicos (Cuadro 16) (Sánchez y Narváez, 1990).

Cuadro 16. Estructura de regeneración de las especies del estrato arbóreo de las localidades de *Picea chihuahuana* Martínez (Sánchez y Narváez, 1990).

Sitio	Poblaciones									
	Napahuichi	El Realito	San Elías	Batuybo	El Ranchito	La Tinaja	El Cuervo	Talayotes	Ahuichique	Mategoina
Especie										
<i>Picea chihuahuana</i>	4	7	4	1	2	3	3	5	2	1
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>brachyptera</i>	2	3	1	1	13	-	6	2	2	2
<i>Pinus arizonica</i>	-	1	2	-	1	1	1	4	2	-
<i>Populus tremuloides</i>	19	3	6	-	17	-	5	11	2	-
<i>Pseudotsuga flahaulti</i>	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
<i>Abies durangensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Quercus</i> sp.	-	-	1	-	3	-	4	-	-	-

En una población de *Picea chihuahuana* ubicada en el paraje Cerro de la Cruz en el Ejido San Juanito, municipio de Bocoyna, Chihuahua se evaluó el diámetro y se contabilizaron 13 ejemplares adultos, de esos ocho son vivos y cinco están muertos, (Cuadro 17).

Cuadro 17. Individuos vivos y muertos de *Picea chihuahuana* Martínez en el paraje Cerro de la Cruz, municipio de Bocoyna, Chihuahua, 23 de febrero de 2012.

Nº de individuo	Diámetro (cm)	Vivos	Muertos
1	30	X	
2	50	X	
3	45	X	
4	57	X	
5	53		X
6	47.5		X
7	39		X
8	75.5		X
9	57		X
10	67	X	
11	56	X	
12	68	X	
13	54	X	

5.4 Crecimiento y rendimiento

Con respecto al crecimiento del arbolado de *Picea chihuahuana* Narváez *et al.*, (1983) realizaron un análisis estadístico de regresión, para ello se tomaron en cuenta las variables de altura y diámetro, dando como resultado un coeficiente de regresión o de pendiente de 27.72°, con esto se puede predecir el cambio que experimenta la altura por unidad de cambio en el diámetro. Dicho coeficiente de correlación indica que existe una alta relación entre las dos variables de un 95%, de esta manera el coeficiente de determinación dice que el 90.5% de la variación de las alturas es atribuible al diámetro. Un árbol de *Picea chihuahuana* Martínez plantado en Medford, Oregon, se tiene registros que su crecimiento e incremento en altura es de 75 cm por año en promedio, se observa que a esta especie está expuesta al sol y no se le aplica riego y el crecimiento de esta especie es mayor que el de *Picea pungens* Engelm. (Narváez *et al.*, 1983; Grimshaw y Bayton, 2009).

5.5 Estado de conservación

Debido a que las poblaciones de las especies del género *Picea en México* son reducidas no se realizan aprovechamientos. Cabe resaltar que *Picea chihuahuana* no es una especie de interés comercial, si no el interés que se le presta a esta especie es debido a su función ecológica que desempeña en los ecosistemas en donde se presenta, además de su función ecológica tiene un valor estético y recreativo como refugio de fauna silvestre, pero otra de las razones por la cual esta especie se encuentra en conservación es por el servicio ambiental al contribuir a la protección de cuencas hidrológicas y como elemento de la riqueza florística y genética de la región (Sánchez y Narváez, 1990).

6 GENÉTICA

6.1 Variación genética

En un estudio realizado de genética del género *Picea*, en *Picea chihuahuana* Martínez se encontró que su diversidad genética promedio ($P. chihuahuana = 0.415$) de ácido desoxirribonucleico (ADN). La distribución de los mitotipos reveló áreas de dos ($G=1$). Algunas poblaciones del norte incluyendo las poblaciones sureñas y centrales, sugiriendo que estas dos regiones pueden representar a las poblaciones ancestrales diferentes. Los marcadores de ADN mostraron diferenciación demográfica, esto indica que las poblaciones ancestrales continúan intercambiado polen después de su separación geográfica inicial (Jaramillo *et al.*, 2006).

En poblaciones de *Picea chihuahuana* fueron comparadas en lugares geométricos homólogos para probar una hipótesis acerca de los orígenes, y se encontró que el ácido desoxirribonucleico (ADN) polimorfo amplificado aleatorio nuclear sigue una secuencia de los cloroplastos en el cual se reflejan en los marcadores genéticos polimorfos amplificados, para esto fueron comparadas las pruebas de las poblaciones más pequeñas usando distancias más cercanas. En los marcadores de ADN claramente se identificó que no están bien definidas las especies de *Picea* en el Cerro del Mohinora como *Picea mexicana*. En el tratamiento taxonómico más reciente de *Picea chihuahuana* y *Picea martinezii* fueron separadas como especies bien definidas por ambos marcadores de ADN (Ledig *et al.*, 2004).

En un estudio genético realizado por ácido desoxirribonucleico en *Picea chihuahuana* se concluyó que las poblaciones estudiadas dan una respuesta evolucionista para la temperatura que es un factor del clima que está causando pérdida de diversidad genética en ubicaciones más calientes, por consiguiente estas especies pueden presentar estabilidad y aptitud adaptable (Merino *et al.*, 2011).

En las poblaciones de *Picea chihuahuana* Martínez la diferenciación genética en individuos está ocurriendo por el cambio climático, esto implica que las especies se puedan adaptar a ciertas temperaturas a través de cambios en la estructura genética, para esto se identificó una diferenciación genética adaptativa vinculada a cinco poblaciones de *Picea chihuahuana* que muestra diferentes niveles de la temperatura, usando la genómica de la población. Se concluye que las poblaciones estudiadas dan

una respuesta evolutiva al factor climático como la temperatura, lo que provoca una pérdida de diversidad genética en lugares más cálidos (Kleinn y Fehrmann, 2010).

En cinco poblaciones de *Picea chihuahuana* en el estado de Durango, México, se examinaron la diferenciación genética de adaptación causada posiblemente por diferentes concentraciones de cobre en el suelo con la ayuda de un espectrofotómetro. La relación entre la frecuencia relativa del genotipo recesivo y la concentración de cobre se calculó por la covariación, la diferenciación genética entre las cinco poblaciones estudiadas en unos 319 *loci* posiblemente esto se debe a través de la influencia directa o indirecta de cobre. La diferenciación genética de adaptación puede ser causada por el cobre y representa la interacción de los factores del suelo (Wehenkel *et al.*, 2012).

6.2 Mejoramiento genético

6.2.1 Hibridación

Debido a que *Picea chihuahuana* representa un aislamiento geográfico y a su vez genético de sus poblaciones, lo cual trae consecuencias para la especie, como el deterioro genético de *P. chihuahuana*, todo esto es debido al intracruzamiento, este se refleja en una baja variabilidad fenotípica, con esto se justifica los trabajos realizados en la materia del mejoramiento genético forestal, para esto se deben realizar en poblaciones que aseguren un buen mejoramiento genético a largo plazo la existencia de esta especie como la parte de la riqueza florística y genética de nuestros recursos forestales (Sánchez y Narváez, 1990).

El mejoramiento genético forestal representa una herramienta importante al considerar producir semilla certificada, todo esto es para mejorar y asegurar la calidad de las especies, sin embargo, es un área de las ciencias forestales que en México poco se ha desarrollado, ya que requiere la participación de especialistas, pero por otra parte la edad de estas especies resulta inherente, lo que da resultados a largo plazo (Sánchez y Narváez, 1990).

En el tema de la hibridación se encontró que los cotiledones son un parámetro para hacer esta modificación genética, en el caso de *Picea chihuahuana* Martínez cuenta con 9 a 10 cotiledones, y estos pueden ser útiles para establecer el carácter de híbrido. La hibridación interespecífica en *Picea chihuahuana* sugiere que hay una

influencia materna en el cotiledón en el cual enumera las progenies resultantes (Jeffers, 1974).

Con los ensayos de procedencias se podrían tomar criterios para el establecimiento de huertos semilleros, y posteriormente proseguir a las prácticas de hibridación. Para el establecimiento de un huerto semillero podría ser que se establezca una plantación forestal de esta especie con semilla mejorada y cuando los individuos sean adultos y produzcan germoplasma se podrá propagar la especie ya sea en vivero o invernadero (Sánchez y Narváez, 1990).

6.3 Ensayos de procedencia

6.3.1 Colecciones de procedencia

Considerando las condiciones actuales de *Picea chihuahuana* desde el punto de vista genético, es importante que en esta especie se realicen ensayos de procedencias y a través de esto realizar investigación para su conservación. Para realizar ensayos de procedencias de esta especie tendrían que recolectarse semillas de todas las poblaciones existentes, la semilla para hacer un ensayo de procedencias se tendrán que recolectar de los mejores individuos con mejores características morfológicas (Sánchez y Narváez, 1990).

6.3.2 Variación de procedencia

En un estudio genético se encontró que en los bosques aislados de *Picea chihuahuana* Martínez existe diferencias notorias en cada una de las poblaciones, con esto se puede determinar su diversidad genética, en las estimaciones de la variación genética de las procedencias se encontró que algunas están estrechamente relacionados con el logaritmo del número de árboles adultos de la población (r_{He} , $N = 0.93$). Se encontró que la diversidad entre poblaciones fue de 24.8% de la diversidad total, además se encontró que hay un 45% de semillas vacías, a este problema se le llama endogamia lo cual afectaría de una forma severa a los programas de conservación de *Picea chihuahuana* (Ledig et al., 1997).

6.4 Conservación genética

Con respecto a esta especie existe un plan integral para la protección y fomento de *Picea chihuahuana*, donde se especifican antecedentes, importancia, objetivos del plan y sus condiciones actuales. Esta conífera posee variados agentes nocivos como las plagas y enfermedades, incendios forestales, ganadería y en general las actividades humanas y una situación endogámica que ocasiona su deterioro. El hombre de cierta manera actúa en su destrucción debido a que se tala de manera clandestina para el aprovechamiento de su madera y en donde se especifican medidas de protección contra todos los agentes nocivos (Sánchez y Narváez, 1990; Ramírez, 1994; Flores y Campos, 1994).

Los esfuerzos para la conservación de esta especie deberían enfocar su atención en la mayoría de las poblaciones sureñas y en otros niveles más altos que exhiben posiciones del norte y centrales de diversidad genética (Jaramillo *et al.*, 2006).

6.4.1 *In situ*

El estado de Chihuahua posee con una superficie de 110, 000 ha, dentro de estas el bosque modelo de Chihuahua están ubicados en las regiones templadas y montañosas de la Sierra Madre Occidental y en la parte central del Estado de Chihuahua, en este programa de bosque modelo se considera a *Picea chihuahuana*, la finalidad es obtener beneficios a partir de la conservación de estos mismos bosques. La degradación de los bosques es un problema que se está presentando en estado de Chihuahua, las principales causas son la remoción de madera, actividades agrícolas, cacería clandestina y el aumento de la capacidad de la carga turística (Model Forests, sin fecha).

Una de las principales prioridades de los socios de los boques modelos es controlar la contaminación del ambiente pero sobre todo la protección de las especies bajo estatus de conservación, un ejemplo de las especies que se le está dando la prioridad es *Picea chihuahuana* (Model Forests, sin fecha).

En los nichos ecológicos de *Picea chihuahuana* Martínez del estado de Chihuahua existen predicciones que para el 2030 se modificará el clima adecuado para que esta especie se desarrolle. En lo particular el mitotipo norteño de tal especie casi desaparecería del norte de la Sierra Madre Occidental. Al igual se proyecta una

reducción y fragmentación del nicho clima adecuado para las poblaciones del centro y sur de Chihuahua. Para la década del 2060 también se indica una reducción aguda en el nicho climático de *Picea chihuahuana* en donde desaparecerían las poblaciones del centro del estado de Chihuahua, y entonces los mitotipos del sur y norte se superponen cerca de la frontera entre los estados de Durango y Chihuahua. En el nicho climático del mitotipo sur también se reduciría más hacia el sur del estado de Durango. Las predicciones para la década del 2090 habrá una reducción y fragmentación más drástica del hábitat, el clima será más favorable para ambos, y entonces se unirán los mitotipos a lo largo de la frontera entre los estados de Chihuahua y Durango. El modelo también predice un clima adecuado para el mitotipo sur hacia el sur de Durango, finalmente *Picea chihuahuana* para el año de 2090 su principal refugio será en la esquina del noroeste del estado de Durango cerca de la frontera del estado de Chihuahua (Ledig *et al.*, 2010).

Debido a que *Picea chihuahuana* se encuentra en peligro de extinción esto motiva a determinar el estado de conservación de las poblaciones en Chihuahua, para determinar este estado de conservación se realizó un análisis de la estructura de su población comparada con otras especies competidoras como *Pinus ayacahuite* y *P. arizonica*, con un estudio demográfico de la especie se puede predecir con precisión el futuro de esta rara especie, pero tiene que quedar claro que es a largo plazo. Se encontró que en la mayoría de las localidades de *Picea chihuahuana* junto con *Pinus ayacahuite* se encuentran en mayor proporción que *Pinus arizonica* esto indica que esta especie fue sometida a la explotación en tiempos pasados (Salas y Vega, 1999).

6.4.2 *Ex situ*

Esta especie ha sido introducida como especie exótica en varios países y jardines botánicos, en el Royal Botanic Garden, Kew ubicado en el Reino Unido se encuentran ejemplares de *Picea chihuahuana* Martínez (Jin *et al.*, 2006).

En Knoxville, Tennessee, Estados Unidos de América, se desarrolló un programa para un jardín botánico, y en donde se han realizado plantaciones de *Picea chihuahuana* Martínez. Los jardines Botánicos en los Estados Unidos de América tienen la finalidad de conservar las especies que se encuentran amenazadas, por ejemplo

Picea chihuahuana se encuentra en Botanical Garden Conservation International of Tennessee (Hamilton, 2011).

Según Grimshaw y Bayton (2009) *Picea chihuahuana* es una de las especies que recientemente se ha iniciado su cultivo, la cual es prometedora por ser un árbol atractivo y versátil, tolera condiciones de clima templado y templado-frío. El mejor árbol de esta especie según tales autores crece en Fichtner-Mainwaring Park, en Medford, Oregón, el cual en el 2004 tenía cerca de 7 m de altura, creciendo con buen vigor y con la forma de crecimiento propia de la especie, este ejemplar proviene de semillas colectadas a inicio de 1990 por Frank Callahan cerca de Río Otores, Chihuahua a unos 2,250 m de altitud, los árboles progenitores tenían más de 30 m de altura, con troncos enormes. El árbol plantado en Medford, Oregon se encuentra en un lugar expuesto a pleno sol y no se le aplica riego, y tiene un incremento en altura al menos de 75 cm por año, superando la tasa de crecimiento de árboles plantados de *Picea pungens*.

Árboles de la misma especie se encuentran en otras colecciones de Estados Unidos de América, incluyendo un grupo de cuatro árboles vigorosos de aproximadamente 4.5 m de altura observados en 2006 en el Arnold Arboretum, ubicado en Cambridge, MA y son un indicador de la capacidad de adaptación de la especie ya que toleran temperaturas en invierno inferiores a -10°C, las cuales son frecuentes en esta región. Se tienen dos árboles en la colección de Polly Hill Arboretum, ubicado en West Tisbury, MA, los cuales fueron llevadas desde Arnold Arboretum a partir de semilla colectada en Durango (K. Rushforth, com. pers. 2012). Está disponible para su venta en algunos viveros de Estados Unidos de América y en Nueva Zelanda y es escasa en Europa. En 1989 Hjerting J. & S. Odum establecieron en el Reino Unido y Dinamarca 12 arbolitos de semilla colectada en Creel y San Juanito, Chihuahua. En algunos arboreta se han visto árboles de *Picea martinezii* etiquetados como *P. chihuahuana*. En el Reino Unido se han observado árboles de *Picea chihuahuana* en el bosque de Keith Rushforth en el norte de Devon, Inglaterra, donde crece con buen vigor, obtenido a partir de semilla colectadas por Odum Soren en el estado de Durango. Se tienen árboles en el Westonbirt, The National Arboretum, ubicado en Gloucester, Inglaterra. Había, en la década de 1980 una planta de *P. chihuahuana* en Copenhague, Dinamarca, el clima frío era un poco difícil para la planta, pero esta continuo creciendo (K. Rushforth, com. pers. 2012).

6.5 Relaciones filogenéticas

De acuerdo a un estudio genético en las poblaciones de *Picea chihuahuana* se encontró que el 41.7% de la población es polimorfa, estudiando sus lugares geométricos. Esto indica que es lo más cercano para estimar niveles de precolapso de diversidad genética entre las poblaciones (Ledig *et al.*, 1997).

En un estudio genético que se realizó se identificó que existe una diferenciación genética adaptable para cinco poblaciones de *Picea chihuahuana* Martínez, en donde haya despliegues a los niveles de temperatura usando genomas demográficos, acercamientos relativos y correlativos, todo esto se realizará con métodos de permutación de aleatorización (Merino *et al.*, 2011).

En 16 poblaciones de *Picea chihuahuana* que se examinaron se encontró que fueron polimorfas para los marcadores de ADN y la distribución de mitotipos reveló claramente que zonas definidas en una forma de las poblaciones del norte de Chihuahua. Mientras que las poblaciones sureñas y centrales se encontraron diferencias genéticas en estos dos grupos de poblaciones y se observó que los mitotipos fueron diferentes, esta puede ser transmitida con algo semejante con el patrón geográfico (Jaramillo *et al.*, 2006).

En *Picea chihuahuana* demostró que solo dos grupos genéticamente son homogéneos y podrían ser delineados de la distribución de clorotipos, estos grupos definieron grandemente de esos delineados por la distribución geográfica de las poblaciones. Se dice que las poblaciones ancestrales de esta especie se habrían aislado del gen que fluye por la semilla, estas posiciones ancestrales habrían estado más fragmentadas en un periodo de tiempo corto, aumentando la acción del sentido genético y la endogamia dentro de cada una de las poblaciones (Jaramillo *et al.*, 2006).

7 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CONSULTADA

En esta monografía de *Picea chihuahuana* Martínez al realizar todas las consultas se encontró un total de 66 bibliografías. Esta monografía se dividió en cinco apartados que se mencionan a continuación:

El primer apartado consistió en la descripción de la especie, se encontraron 33 autores correspondientes a un 50% del total de los autores citados; el segundo apartado es relacionado con la producción de planta en vivero que cuenta con cinco autores, que corresponde al 7.57% del total de los autores citados; en cuanto al manejo de plantaciones se encontraron dos autores, representando un 3.03% del total de los autores citados; con respecto al manejo silvícola se encontraron ocho autores, correspondientes al 12.12% del total de los autores citados; como última parte se tiene el tema de la genética con 16 autores, que corresponde al 24.24% de los autores totales en esta monografía (Cuadro 18).

Cuadro 18. Autores de los temas revisados en la monografía y sus totales.

Temas revisados	Autores	Total
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	Müller y Velázquez (1983); Müller-Using y Alanís (1984); García (2008); García <i>et al.</i> , (2004); Ledig <i>et al.</i> , (2000); Gordon (1968); García <i>et al.</i> , (2004); Sánchez (1984); Granados <i>et al.</i> , (2007); Narváez (1984); CONABIO (1995); CONABIO (1990); CONABIO (1998); CONABIO (1990); García (1964); Quintas y Ramos (1986); Quintas y Ramos (1983); Quintas y Ramos (1982); Quintas y Ramos (1984); Quintas y Ramos (1977) Fulé <i>et al.</i> , (2005); Cerano <i>et al.</i> , (2010); Cibrián <i>et al.</i> , (1986); INIFAP Y SAGARPA; Sánchez y Narváez (1990); Narváez <i>et al.</i> , (1983); Sánchez (1999); Estrada (2004); Quiñónez y Garza (2003); Monterrubio y Enkerlin (2004); Enkerlin <i>et al.</i> , (1999); Prieto <i>et al.</i> , (2010). De las Heras (2007).	33
PRODUCCIÓN DE PLANTA EN VIVERO	Sánchez y Narváez (1990); Ochoa (2011); López-Escamilla <i>et al.</i> , (2000); Martínez y Velasco (2010); Mata <i>et al.</i> , (2001).	5
MANEJO DE PLANTACIONES	Sánchez y Narváez (1990); Gordon (1990).	2
MANEJO SILVÍCOLA	Sánchez (1999); Sánchez y Narváez (1990); Burkhard y Velázquez (1983); Narváez <i>et al.</i> , (1983); SEMARNAT (2010); Grimshaw y Bayton (2009).	8
GENÉTICA	Jaramillo <i>et al.</i> , (2006); Ledig <i>et al.</i> , (2004); Merino <i>et al.</i> , (2011); Sánchez y Narváez (1990); Jeffers (1974); Flores y Campos (1994); Model Forests (Sin fecha); Jin <i>et al.</i> , (2006); Ledig <i>et al.</i> , (1997); Ledig <i>et al.</i> , (2010); Kleinn y Fehrmann (2010); Salas y Vega (1999); Hamilton (2011); Wehenkel <i>et al.</i> , (2012); Grimshaw y Bayton (2009).	16

En la primera parte referente a la descripción de la especie se encontraron 33 autores que equivale al 50% del total de los autores citados, por lo cual en este apartado se encuentra la mayor cantidad de información, *Picea chihuahuana* es una especie que se encuentra en la categoría de peligro de extinción pero sin embargo, existe falta de información de esta especie, en especial la geología donde se desarrollan las poblaciones de *Picea chihuahuana*, con respecto a los suelos y geología no se cuenta con información de elementos nutricionales que contienen los suelos en su área de distribuciones de las poblaciones, en lo que respecta al fuego se habla de estudios de regímenes del fuego y en cómo afecta a las poblaciones pero no se habla si el fuego afecta benéficamente a la especie.

En el segundo apartado que se refiere a la producción de planta en vivero cuenta con cinco autores citados y corresponden al 7.57% del total de los autores citados, en el caso de la propagación sexual la información es más reducida, se menciona que se produce planta en vivero pero se carece de información de sustratos, nutrición, combate de plagas y enfermedades de plantas en vivero, por parte de la propagación asexual en esta parte existe más información de la propagación de esta especie. La propagación asexual es mediante a la reproducción de brotes adventicios.

En el manejo de plantaciones se encontraron dos autores que corresponde al 3.03% del total de los autores citados, en este apartado es donde menos se encuentra información.

Respecto al manejo silvícola se encontraron ocho autores correspondiente al 10.60% del total de los autores citados, en este apartado se incluyó el tema de calidad de la madera en donde se determinan sus propiedades físicas y mecánicas para un posible uso, en donde las propiedades mecánicas están relacionadas con el comportamiento ante la acción de la fuerza interna o externa, en el tema de la regeneración si se cuenta con un poco más de información, en estados de conservación se encuentra información pero no la suficiente como para especificar más criterios de conservación, y esto se debería de hacer debido a que esta especie se encuentra en categoría de peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual manera las poblaciones de *Picea chihuahuana* son reducidas.

Como última parte en el tema de genética se encontraron 16 autores correspondiente al 24.24% del total de los autores citados, dentro de la variación

genética en los estudios elaborados en *Picea chihuahuana* se encontró variabilidad genética entre las poblaciones de esta especie, y al igual se encontró que entre las poblaciones ancestrales aún existe el intercambio de polen. Dentro del mejoramiento genético es un aspecto importante debido a que con esto se pueden conocer los parámetros de hibridación por ejemplo, o al igual para hacer esta especie más resistente a agentes nocivos como plagas y enfermedades, sequías.

Picea chihuahuana es una especie de la cual no se cuenta con mucha información, en especial uno de los principales temas de los cuales la información es escasa respectando en la producción de planta en vivero y combate de plagas y enfermedades. En el caso de manejo de plantaciones se desconoce la mayoría de los temas no existe información generada sobre este apartado, como lo es espaciamiento, densidad de plantación, silvicultura de plantaciones, o establecimiento de plantaciones para fines comerciales como los árboles de navidad.

Toda la información que esta reportada en este trabajo proviene en su gran mayoría de los pocos trabajos que se han realizado en *Picea chihuahuana* y de artículos científicos que se han publicado. La información de esta especie es muy reducida en el idioma español, por lo que la gran mayoría de la información se encuentra en inglés, pero aun así la información es escasa en la mayoría de los temas.

El tema de la descripción de la especie es en donde se cuenta con la mayor cantidad de información, contando con un 50% del total de los autores citados, esto incluye en cuanto a la descripción de la especie, distribución, hábitat, climas, suelo, asociaciones vegetales, plagas y enfermedades y entre otros factores, pero aún hay mucha falta de información sobre esta especie ya que está en categoría de peligro de extinción y al igual porque tiene un gran papel en el funcionamiento del ecosistema.

Con el tema de manejo de plantaciones de esta especie la información es escasa, por lo que es recomendable generar información.

Respectando al tema de manejo silvícola lo cual representa el 12.12% del total de los autores citados, en esta parte se conoce el comportamiento de las poblaciones de esta especie, los puntos que se mencionan en el tema de esta especie es como la calidad de la madera para posibles usos, la regeneración, estructura y composición de rodales, crecimiento y rendimiento y estados de conservación de esta especie. Pero también no se cuenta con suficiente información sobre este tema.

Es recomendable realizar más estudios y trabajos sobre los temas en los que no existe información, en el caso de *Picea chihuahuana* en el tema de producción de planta en vivero se cuenta con poca información por lo que es recomendable generar investigación, en el manejo de plantaciones no se tiene literatura sobre este tema, al igual en manejo silvícola si existe literatura pero de igual forma hace falta más información sobre este tema, en la cuestión genética se cuenta con información en su gran mayoría en inglés, de igual forma es escasa.

8 LITERATURA CITADA

- Alba, L. J., Mendizábal, H.L., Aparicio, R.A., Ramírez, G.E.O. 2008. Conocimiento biológico de las especies de coníferas. *Foresta Veracruzana* 10(1): 67-72.
- Brockerhoff, E. G. y Kenis, M. 1997. Oviposition, life cycle, and parasitoids of the spruce cone maggot, *Strobilomyia anthracina* (Diptera: Anthomyiidae, in the Alps. *Bulletin of Entomological* 87: 555-562.
- Cerano, P. J., J. Villanueva D. y P.Z. Fulé. 2010. Reconstrucción de incendios y su relación con el clima para la reserva Cerro El Mohinora, Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(1): 63-74.
- Cibrián, T.D., Ebel, H.B., Yates, O.H., Méndez, M.J.T. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México / Cone and seed insects of the Mexican conifers. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Mexico / U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Spanish and English texts. Gen. Tech. Rep. SE-40. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station; 110 p.
- CONABIO-CONANP. 2009. Pinabete de Nuevo León. http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/PinabeteNuevoLeon.pdf [Fecha de consulta: 13 diciembre 2011].
- CONABIO. 1990 a. Temperatura media anual. Base de datos. Shapefile. Formato vectorial. 09-05-2001. [Fecha de consulta: 11 diciembre 2011]. Liga Periférico Insurgentes Sur.No. 4903 1er piso. Col. Parques de Pedregal. Delg. Tlalpan, D.F., 14010, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. 1990 b. Precipitación media anual. Base de datos. Shapefiles. Formato vectorial. 22-08-2001. [Fecha de consulta: 11 diciembre 2011]. Liga Periférico Insurgentes Sur. No. 4903 1er piso. Col. Parques de Pedregal. Delg. Tlalpan, D.F., 14010, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. 1995. Edafología. Base de datos. Shapefile. Formato vectorial. 10-07-2001. [Fecha de consulta: 11diciembre 2011]. Liga Periférico Insurgentes Sur. No. 4903 1er piso. Col. Parques de Pedregal. Delg. Tlalpan, D.F., 14010, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. 1998. Climas. Bases de datos. Shapefile. Formato vectorial. 11-05-2001. [Fecha de consulta: 11 diciembre 2011]. Liga Periférico Insurgentes Sur.N. 4903 1er piso. Col. Parques de Pedregal. Delg. Tlalpan, D.F., 14010, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- Demers, P., Teschke, K. 1990. Industria de la madera. Sin página. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/71.pdf> [Fecha de consulta: 14 diciembre 2011].
- De las Heras, P. M. A. 2007. Estudio de flora y vegetación del oeste del entorno de Doñana. Tesis doctoral. Universidad de Huelva. Facultad de ciencias experimentales. Huelva, España. 540 p.
- Enkerlin, H.E.C., Macías C.C., Monterrubio, R. T., Cruz, N.M.A., Snyder F.R., Venegas, H.D., Cruz, N.J., Ortiz, M.G., González, E.J.J., Stone, E., 1999. Informe final del proyecto Q050 Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R. terrisi*) en el norte de México: 3ª fase. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Centro de Calidad Ambiental. 150 p.
- Estrada, T.A. 2004. Informe final del Proyecto X001 Hongos ectomicorrizógenos myxomycetes asociados con *Picea chihuahuana* en la Sierra Tarahumara. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Laboratorio de Micología. pp. 21 p.
- Flores L, C. y Campos, J. L. 1994. *Picea chihuahuana* Martínez. 7 p. Inédito.
- Fulé, P., J. Villanueva D., J. Ramos G. 2005. Fire regime in a conservation reserve in Chihuahua, México. Canadian Journal of Forest Research 35(2): 320-330.
- García, A. A. 2008. Vegetación y flora de un bosque relictual de *Picea chihuahuana* Martínez del Norte de México. Polibotánica (25): 45-68.
- García, A. A. Mendoza C, J. J., Nocedal, J. 2004. Asociaciones vegetales de los bosques del Municipio de Guanaceví, Durango. Madera y Bosques 10(1): 21-34.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de la clasificación climática de Köppen. 3ra Ed. México, D.F. 217 p.
- García, V. A. 2010. Actualización en el conocimiento de *Pinus chiapensis* (Martínez) Adresen. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 120 p.
- Gordon, A. G. 1968. Ecology of *Picea chihuahuana* Martínez. Ecology 49(5): 880-895.
- Gordon, A. G. 1990. Crossability in the genus *Picea* With special emphasis on the Mexican species. In Ontario Forest Research Institute. Joint Meeting of Western Forest Genetics Association and IUFRO Working Parties. Olympia, Washington, USA August 20-24, 1990. IUFRO. Weyerhaeuser. WFGA. pp 1-3.
- Granados, S. D., López, R.G.F., Hernández, G.M.A. 2007. Ecología y silvicultura en bosques templados. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 13(1): 67-83.

- Grimshaw, J. y R. Bayton. 2009. Recent new trees: Introductions to cultivation. International Dendrology Society - Kew Publishing, Royal Botanic Gardens Kew, UK. 992 pp.
- Hamilton, S. 2011. ACS Reference Gardens Play a Global Role in Plant Conservation. The University of Tennessee Gardens Conifer Collection Development. Southeastern Conifer. American Society, Newsletter— June 2011.pp. 2-5.
- INIFAP-SAGARPA. Control mecánico de *Cydia phyllisi* Miller, gusano de la semilla de *Picea chihuahuana* Martínez. Ficha técnica. <http://www.utep.inifap.gob.mx/tecnologias/11.%20Agr%C3%ADcolas/Control%20mec%C3%A1nico%20de%20Cydia%20phyllisiMiller,%20gusano%20de%20la%20semilla%20de%20Picea%20chihuahuanaMart%C3%ADnez.pdf> [Fecha de consulta: 10 diciembre 2011].
- Jaramillo, P.J.P. Beaulieu, J. Thomas L., F. Bousquet, J. 2006. Decoupled mitochondrial and chloroplast DNA population structure reveals Holocene collapse and population isolation in a threatened Mexican-endemic conifer. *Molecular Ecology* 15: 2787-2800.
- Jeffers, R.M. 1974. Key to identifying young North American spruce seedlings. Research note NC-172. Associate Plant Geneticist, Institute of Forest Genetics, Rhinelander, Wisconsin. USDA. Forest Service 1-2 p.
- Jin, H.R., Xiao, X.W., Xiao, Q.W. 2006. Molecular phylogeny and biogeography of *Picea* (Pinaceae): Implications for phylogeographical studies using cytoplasmic haplotypes. *Molecular phylogenetics and evolution* 41: 405-419.
- K. Rushforth, (comunicación personal. 2012). Conservación *Ex situ* de *Picea chihuahuana* Martínez.
- Kleinn, C. y L. Fehrmann. 2010. The role forest management and conservation in a complex international setting. *In* Proceedings of the Workshop “Forests in climate change research and policy”. DAAD. AWF. *In* Cancún, Quintana Roo, México. 9 diciembre 2010. 168 p.
- Ledig, F. T., Hodgskiss, P.D., Krutovskii, K.V., Neale, D.B., Eguiluz, P.T. 2004. Relationship among the spruces (*Picea*, Pinaceae) of southwestern North America. *Systematic Botany* 29(2): 275-295.
- Ledig, T. F., Jacob, C. V., Hodgskiss, P. D., Eguiluz, P. T. 1997. Recent evolution and divergence among populations of a rare Mexican endemic, Chihuahua spruce, following Holocene climatic warming. *Evolution* 51(6): 1815-1827
- Ledig, F. T., Mápula, L. M., Bermejo, V. B., Reyes, H. V., Flores, L. C. y Capo, A. M. A. 2000. Locations of endangered spruce populations in México and the demography of *Picea chihuahuana*. *Madroño* 47(2): 71-88.

- Ledig, F. T., Rehfeldt, G., E., Sáenz, R., C., Flores., L. C. 2010. Projections of suitable habitat for rare species under global warming scenarios. *American Journal of Botany* 97(6): 970-987.
- López, E. A. L. Olguín, S. L. P. Márquez, J. Chávez, V. M. 2000. Adventitious bud formation from mature embryos of *Picea chihuahuana* Martínez, an endangered Mexican spruce tree. *Annals of Botany* 86 (5): 921-927.
- Martínez, M. 1953. Las Pináceas Mexicanas. Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 361 p.
- Martínez, V. H., N. Ochoa S. 2010. Avances de la genética forestal en México. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. Méx. 32-33.
- Mata, R. M., Chávez, A. V. M., Bye, B. R. 2001. *In vitro* regeneration of plantlets from immature zygotic embryos of *Picea chihuahuana* Martínez, an endemic Mexican endangered species. In *Vitro Cell. Dev. Biol. Society for In Vitro Biology. Laboratorio de Cultivos Vegetales. Universidad Nacional Autónoma de México.* 37: 73-78.
- Merino, A., J. Gallardo F., Bredemeier, M. 2011. Managed forests in future landscapes. Implications for water and carbon cycles. *International year of forests.* 141 p.
- Model Forests. [Sin fecha]. International Model Forests. The Canadian Network Moves Onto The World Stage. pp. 18-21.
- Monterrubio, R.T. y E. Enkerlin H. 2004. Variación anual en la actividad de anidación y productividad de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*). *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología.* 75(2): 341-354.
- Müller-Using, B., and Alanís-Flores, G. 1984. Nuevos registros del pinabete de Chihuahua (*Picea chihuahuana* Martínez) en Nuevo León propuesta para la protección legal de dos áreas de especial interés ecológico. In *Reunión Regional de Ecología Norte, 25-27 Apr. 1984, Monterrey, Nuevo León, México. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, Subsecretaria de Ecología, México.* pp. 130-132.
- Müller-Using, B. y S. Velázquez. F. 1983. Aportes a la distribución geográfica del pinabete de chihuahua (*Picea chihuahuana* Martínez) en México, dos nuevos registros en el estado de Nuevo León. 21 p.
- Narváez, F. R. 1987. *Cydia phyllisi* Miller (Lepidoptera: Tortricidae) gusano barrenador de la semilla de *Picea chihuahuana* Martínez especie en peligro de extinción. IV Simposio nacional sobre parasitología forestal y IV Reunión sobre plagas y enfermedades forestales. [MEMORIA]. Tomo I. 375-384.

- Narváez F., R., J. Sánchez, C., y A. Olivas M. 1983. Distribución y población de *Picea chihuahuana*. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Centro de Investigaciones Forestales Norte, Nota Técnica no. 6. 9 p.
- Ochoa, S. 2011. Mujeres de Temósachic producirán especie de pino en extinción. Sin página. http://www.emedios.com.mx/testigos_lw/20111117/20111117_9_31_19_lnmujeres%20Chihuahua%201.pdf [Fecha de consulta: 14 diciembre 2011].
- Patterson, T. E. 1988. A new species of *Picea* (Pinaceae) from Nuevo Leon, Mexico. Sida 13(2): 131-135.
- Prieto, R.J. A., Madrid, A.R.E., Macías, G.L.V. 2010. Estimación de daños ocasionados por ardillas (*Sciurus* Spp.) en la producción de conos del *Picea chihuahuana* Martínez en Santa Bárbara, P. N. Durango, México. Reuniones Naciones de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Forestal en México. V Reunión Nacional de Innovación Forestal. Memoria. Campeche, México. 145 p.
- Quintas, I., Ramos, D. 1977 a. ERIC II. Temperatura media anual. Estación 10015 Los Charcos, Mezquital, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 26-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1977 b. ERIC II. Precipitación media anual. Estación 10015 Los Charcos, Mezquital, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 26-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1982 a. ERIC II. Temperatura media anual. Estación 10087 Vascogil, Canelas, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 27-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1982 b. ERIC II. Precipitación media anual. Estación 10087 Vascogil, Canelas, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 26-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1982 c. ERIC II. Temperatura media anual. Estación 10125 La Rosilla, Guanaceví, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 26-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1982 d. ERIC II. Precipitación media anual. Estación 10125 La Rosilla, Guanaceví, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 26-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D a. 1983. ERIC II. Temperatura media anual. Estación 08267 El Vergel, Balleza, Chihuahua. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 17-01-2012.

- Quintas, I., Ramos, D b. 1983. ERIC II. Precipitación media anual. Estación 08267 El Vergel, Balleza, Chihuahua. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 17-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1984 a. ERIC II. Temperatura media anual. Estación 10038 La Peya, Pueblo Nuevo, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 26-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1984 b. ERIC II. Precipitación media anual. Estación 10038 La Peya, Pueblo Nuevo, Durango. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 26-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1986 a. ERIC II. Temperatura media anual. Estación 08126 San Juanito, Bocoyna, Chihuahua. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 17-01-2012.
- Quintas, I., Ramos, D. 1986 b. ERIC II. Precipitación media anual. Estación 08126 San Juanito, Bocoyna, Chihuahua. Base de datos. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 17-01-2012.
- Quiñónez M., M. y F. Garza, O. 2003. Taxonomía, ecología y distribución de Hongos macromicetos de Bosque Modelo, Chihuahua. Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ 2(1): 63-69.
- Ramírez, J. G. 1994. Fomento y protección *Picea chihuahuana*. Programa de fomento y protección. pp. 1-9.
- Ran, J.H., X. Wei X. y X. Wang Q. 2006. Molecular phylogeny and biogeography of *Picea* (Pinaceae): Implications for phylogeographical studies using cytoplasmic haplotypes. Molecular Phylogenetics and Evolution 41(2):405-419.
- Rushforth, K.D. 1984. Notes on Chinese silver firs 2. Notes of the Royal Botanical Garden Edinburgh 41(3): 535-540.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. 400 p.
- S. Silva R., (comunicación personal, 23 febrero 2012).UMAFOR San Juanito, Calle División del Norte entre 14 y 16 del Barrio PROFORTARAH. <http://www.umaforsanjuanito.com>, Bocoyna, chihuahua.
- Salas G., R. Vega F, K. 1999. Ecología y estructura poblacional de *Picea chihuahuana*. Memoria. Ciclo de conferencias "La Investigación y Educación Forestal en México". In Coyoacán, México, D.F. 105-109 p.
- Sánchez, B. S. 1999. Determinación de la zona de transición de la madera juvenil a la madera madura de *Picea chihuahuana* Martínez. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. 81 p.

- Sánchez, C., J. y R. Narváez F. 1990. Plan integral para la protección y fomento de *Picea chihuahuana* Martínez. Ecosistemas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1, 37–55.
- Sánchez C., J. 1984. *Picea chihuahuana*, una conífera en peligro de extinción. Revista Ciencia Forestal 9(51): 52-63.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (D.O.F) 30 de diciembre de 2010. 1-78 p. [Fecha de consulta: 10 diciembre 2011]. http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf
- Taylor, R. J. y T. F. Patterson. 1980. Biosystematics of Mexican spruce species and populations. Taxon 29(4): 421-469.
- Taylor, R. J., T. F. Patterson y R. J. Harrod. 1994. Systematics of Mexican Spruce-Revisited. Systematic Botany 19(1): 47-59.
- Wehenkel, C., Martínez, G. J. H., Pinedo, A. A., Carrillo, A. 2012. Adaptive genetische Differenzierung in *Picea chihuahuana* M. verursacht durch unterschiedliche Kupferkonzentrationen im Oberboden. Forstarchiv 48-51.