

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



ASPECTOS ECOLÓGICOS DE POBLACIONES DE
Pinus johannis M.-F.Robert EN LA SIERRA PLEGADA DE
COAHUILA Y NUEVO LEÓN

TESIS PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

P R E S E N T A:

JOSÉ DOMINGO BARRERA AGUILAR

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE POBLACIONES DE
Pinus johannis M.-F.Robert EN LA SIERRA PLEGADA DE
COAHUILA Y NUEVO LEÓN

Por:

JOSÉ DOMINGO BARRERA AGUILAR

TESIS PROFESIONAL:

Presentada como requisito parcial para obtener el
título de:

INGENIERO FORESTAL

ASESOR PRINCIPAL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE POBLACIONES DE
Pinus johannis M.-F.Robert EN LA SIERRA PLEGADA DE
COAHUILA Y NUEVO LEÓN

Por:

JOSÉ DOMINGO BARRERA AGUILAR

TESIS PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para obtener el
título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

ASESOR PRINCIPAL

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ

ASESOR

ASESOR

M.C. SALVADOR VALENCIA MANZO DR. ALEJANDRO ZÁRATE LUPERCIO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2007

DEDICATORIA

A mis padres Artemio Barrera León y Esther Aguilar Díaz, por que son las personas a quienes más admiro y respeto, porque han sabido comprenderme y apoyarme en todo momento y la razón más importante porque los quiero y amo con todas las fuerzas de mi alma.

A mi esposa Norma Cruz Galdamez, por brindarme su amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional y sobre todo por haberme dado a dos angelitos muy lindos.

A mis hijos Estrella Monserrat, Diego Alonso y Cristal Barrera Cruz Barrera Cruz por ser tres angelitos muy lindos que han cambiado completamente mi vida, además han traído a mi vida momentos llenos de felicidad y porque cada día incluyen un toque especial en nuestro hogar.

A mis hermanos Artemio, Enoc, Reynol y Edson, ya que en todo momento he recibido de ellos su apoyo incondicional, así como grandes consejos, enseñanzas y sus palabras de aliento para salir adelante, también porque han sabido ser no solamente hermanos sino buenos amigos.

A la memoria de mi abuela Natividad León(†) quien me brindo muchos momentos llenos de alegría en mi infancia. También a la memoria de mi abuela Rosario Díaz(†) a quien me hubiera gustado conocerla y compartir muchos momentos felices a su lado.

A mis abuelos José Barrera y Faustino Aguilar por todas sus enseñanzas y sabios consejos que me han brindado.

A mi suegra Gladiz Galdamez E. Por su valioso apoyo que nos ha brindado a mí y a su hija.

A mis cuñados(as), Nely, Gabriela, y Aldo, que forman parte de la familia a quien quiero y respeto mucho, además porque han sabido brindarme su amistad y su apoyo.

A mis sobrinos Artemio, Carolina, Valeria y Fernanda por esos momentos inolvidables y divertidos que he pasado a su lado.

PARA USTEDES...

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de existir, además de guiar y dirigir mi camino para ser alguien en la vida y hoy cumpliéndome en sueño más.

A mi *Alma Mater* por haberme permitido ser parte de ella y brindarme todos los apoyos necesarios para mi formación profesional.

A todo el personal docente de la carrera de Ingeniero Forestal que de una u otra manera contribuyeron a mi formación como profesionista y mi desarrollo personal.

Al M.C. Celestino Flores López por su valioso tiempo, amistad, y asesoría para la realización de este trabajo y con quien estaré agradecido toda la vida.

Al M.C. Salvador Valencia Manzo por su valioso tiempo invertido en la asesoría para la mejor realización de este trabajo, así como sus buenos consejos que siempre me fueron de gran utilidad.

Al Dr. Alejandro Zárate Lupercio por su valiosa asesoría con las observaciones y críticas durante la realización de este estudio.

Al M.C. Andrés Nájera Díaz por sus valiosos consejos y su amistad brindada.

A la Dra. Iliana I. Hernández Javalera por todo su apoyo y su valiosa amistad otorgada.

Al Lic. Juan Carlos Luna Salinas por todo su apoyo y sus sabios consejos otorgados durante todo este tiempo, además de su valiosa amistad.

Al Ing. Modesto Curiel por su valioso apoyo en el procesamiento de la información, diseño y elaboración de mapas en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad autónoma Agraria Antonio Narro.

Al Ing. Jorge O. Ochoa por su valioso apoyo y amistad brindada durante mi estancia en la Universidad.

A la familia Cruz Aguilar por todo el cariño y el apoyo que me han brindado, en especial a mis primas Luceli, Yaneth y Yesenia.

A mis amigos y compañeros de la Universidad por su amistad y apoyo brindado: Enoc Barrera, mi compadre Juan Carlos Cal y Mayor, Sergio Luis Santos, Arturo Velázquez, Paulino Hernández, Edgar Cruz, Silas Figueroa, José Alberto Santos, Emanuel Pérez, Ignacio Avendaño, María Yesenia Zambrano, Emanuel Moguel, Germán Cruz, Gerardo Molina, Juan A. y Jesús E. de los Santos, Melesio de León.

A mis amigos y compañeros de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que me brindaron su apoyo en el trabajo de campo: David Díaz, Juan Carlos Cal y Mayor, Enoc Barrera, Sergio Luis Santos, Edgar Cruz, Jesús E. de los Santos, Sergio A. Canul y Armando Gálvez.

A mis amigos y compañeros de la generación XCVIII de la carrera Ingeniero Forestal: Juan Carlos, David, Eduardo,

Yolanda, Cesario, Rodrigo, José Luís, Rodrigo, Sergio Amilcar, Franco, Esthela, José Marcos, Trinidad, Armando Elías, Homero, Enrique, Rafael, Julio, Martha y Clara, por todas las vivencias compartidas.

A las personas que mi memoria deja escapar y que de alguna forma contribuyeron en mi formación profesional.

MUCHAS GRACIAS...

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	4
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1 Descripción general de poblaciones en estudio.....	5
2.2 Identificación de la especie.....	6
2.3 Delimitación de los rodales y cálculo de superficies.....	6
2.3.1 Delimitación de rodales.....	7
2.3.2 Digitalización del material cartográfico.....	7
2.3.3 Delineado y digitalización.....	8
2.3.4 Georreferenciación.....	9
2.3.5 Creación de la base de datos.....	9
2.3.6 Elaboración del mapa de distribución de <i>Pinus</i> <i>johannis</i> M.-F.Robert.....	9
2.4 Muestreo de poblaciones.....	10
2.5 Variables ecológicas evaluadas.....	11
2.5.1 Medición del estrato arbóreo.....	11
2.5.2 Medición del estrato de renuevos.....	12
2.5.3 Obtención de información ecológica.....	12
2.6 Análisis estadístico.....	13
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
3.1 Localización de poblaciones de <i>Pinus johannis</i>	14
3.1.1 San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina, Nuevo León.....	17
3.1.2 Mesa del Rosario, Villa de Santiago, Nuevo León...	17
3.1.3 Laguna de Sánchez, Villa de Santiago, Nuevo León...	18

3.1.4 Cerro el Coahuilón, Arteaga, Coahuila.....	18
3.2 Características ecológicas y dasométricas de las poblaciones de <i>Pinus johannis</i>	19
3.2.1 Orografía.....	19
3.2.2 Tipos de climas.....	21
3.2.3 Edafología.....	21
3.2.4 Vegetación asociada.....	25
3.2.5 Características dasométricas.....	27
4 CONCLUSIONES.....	35
5 RECOMENDACIONES.....	36
6 LITERATURA CITADA.....	37
APÉNDICE.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
1	Características generales de cuatro poblaciones en estudio de <i>Pinus johannis</i> M.-F.Robert de la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León.	5
2	Ubicación geográfica de las poblaciones de <i>Pinus johannis</i> M.-F.Robert en Coahuila y Nuevo León.....	20
3	Tipos de climas presentes en la región de interés.....	22
4	Efectos climáticos en las poblaciones de <i>Pinus johannis</i> M.-F.Robert estudiadas.....	23
5	Tipos de suelos presentes en la región de interés.....	24
6	Descripción de las características físicas y químicas de los suelos presentes en las poblaciones de <i>Pinus johannis</i> M.-F.Robert en Coahuila y Nuevo León.....	24
7	Densidad, altura, edad, diámetro basal y de copa promedio de cuatro poblaciones de <i>Pinus johannis</i> M.-F.Robert de Coahuila y Nuevo León.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1 Ubicación y distribución geográfica de las poblaciones de <i>Pinus johannis</i> Robert en Coahuila y Nuevo León.....	15
2 Número de árboles por hectárea para cada categoría diamétrica de <i>Pinus johannis</i> Robert en la población de San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina, Nuevo León.....	29
3 Número de árboles por hectárea para cada categoría diamétrica de <i>Pinus johannis</i> Robert en la población de Mesa del Rosario, Villa de Santiago, Nuevo León.....	30
4 Número de árboles por hectárea para cada categoría diamétrica de <i>Pinus johannis</i> Robert en la población de Laguna de Sánchez, Villa de Santiago, Nuevo León.....	31
5 Número de árboles por hectárea para cada categoría diamétrica de <i>Pinus johannis</i> Robert en la población del Cerro el Coahuilón, Arteaga, Coahuila.....	32

RESUMEN

En el presente estudio se realizó en la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León la identificación, delimitación y descripción ecológica de poblaciones de *Pinus johannis* M.-F. Robert con información en mapas en escala 1:50,000 y con apoyo del Sistema de Información Geográfica.

Se realizó un muestreo sistemático por población, levantando cuatro sitios de 500 m² en cada una de éstas. Se evaluaron las variables dasométricas: diámetro a la base, altura, edad, así como la regeneración y aspectos fisiográficos como altitud, pendiente y exposición.

La información obtenida de la delimitación de las poblaciones de *Pinus johannis* complementaron al Sistema de Información Geográfica de la Sierra Plegada, facilitando con esto la descripción ecológica de la especie.

Pinus johannis en la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León se localiza generalmente en exposición suroeste, con rangos altitudinales superiores a muchos piñoneros, en suelos pobres y pedregosos, con climas templados subhúmedos y con menor preferencia al clima semifrío húmedo.

Las poblaciones de *Pinus johannis* están en una fase de crecimiento inicial de madurez, con densidades aceptables y superiores a varios piñoneros, y son variables en su distribución diamétrica como producto de la influencia antropogénica.

1 INTRODUCCIÓN

El territorio mexicano, alberga una gran diversidad florística debido a los diferentes tipos de suelos y climas presentes por lo se puede encontrar una gran variedad de especies de coníferas y latifoliadas, las primeras representan un 41% de las especies estudiadas en el mundo. Gran número de estas especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, por lo que es necesario realizar investigaciones que permitan su multiplicación con fines de conservación (Eguiluz, 1982).

Los 15 taxa de piñoneros mexicanos que forman la subsección *Cembroides* Engelm., se encuentran naturalmente distribuidos en 19 estados de la zona centro y norte del país; habitan zonas marginales de baja precipitación, tienen gran plasticidad y buena adaptabilidad en hábitats diversos. Sin embargo, algunas especies endémicas y de distribución restringida están severamente amenazadas y en peligro de extinción (Eguiluz, 1987). Tal es el caso de *Pinus johannis* M.F. Robert, la cual es una especie de distribución restringida y sus poblaciones están limitadas al extremo norte de Zacatecas, Oeste de Coahuila y sur de Nuevo León (Perry, 1991).

Pinus johannis es un arbusto muy ramificado, quizás más arbusto que árbol, que presenta sólo un tronco dominante, esta especie raramente alcanza una altura de 4 m, usualmente alcanza una altura de 2 a 3 m. Presenta ramas de 3 a 4 m de longitud extendidas por la superficie del suelo; la copa es baja, densa y redondeada (Passini, 1978; Perry, 1991).

Actualmente existe una gran controversia con algunos autores en cuanto a la clasificación taxonómica de *Pinus johannis* M. F. Robert como una especie independiente de *P. cembroides* variedad *bicolor* y *Pinus culminicola* Andresen & Beaman; sin embargo, en el presente trabajo se acepta la propuesta hecha por Robert (1978), quien considera a *Pinus johannis* como una especie independiente y la ubica dentro del grupo *Cembroides*; además esta propuesta es reafirmada por Bailey y Hawksworth (1983), Perry (1991), así como también por la SEMERNAT (2001) en la NOM-059-ECOL-2001, la cual considera a esta especie como sujeta a protección especial.

Por lo anterior, para el presente trabajo no se acepta la clasificación taxonómica de Farjon y Styles (1997), quienes consideran a *Pinus johannis* como una variedad de *Pinus cembroides* y lo denominan como *Pinus cembroides* Zuccarini subespecie *cembroides* variedad *bicolor*; también se descarta la clasificación de Silba (1985) quien considera a *Pinus johannis* como *Pinus culinicolor* variedad *johannis*.

Originalmente *Pinus johannis* fue descrito en un área muy limitada entre los pueblos de Concepción del Oro y Mazapil, al nivel del puerto el Dique, Cerro el Guaje, Cerro el Bofe en el Municipio de Mazapil, en el estado de Zacatecas (Robert, 1978). Recientemente un número de pequeñas poblaciones fueron reportadas para el Oeste de Coahuila y en áreas entre los poblados de Miquihuana, Tamaulipas y Aramberri, Nuevo León; también se ha reportado una población para la Sierra La Madera y otra para la Sierra la Paila en el estado de Coahuila (Pinkava, 1984; Perry, 1991).

Más recientemente se encontró una nueva localidad de *Pinus johannis*, ubicada al Sureste de Coahuila, en el municipio de Arteaga, en el cerro el Coahuilón, ubicada con las coordenadas 25° 14' latitud Norte y 100° 20' longitud Oeste (García y Passini, 1993).

En la región Sureste del estado de Coahuila, específicamente en la Sierra de Arteaga se encuentran especies de coníferas en estatus de protección; las cuales no han sido estudiadas y manejadas adecuadamente por lo que han sufrido un deterioro en su hábitat, tal es el caso de los bosques de *Pinus johannis* que es una de las especies considerada en la lista de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 como una especie sujeta a protección especial (SEMARNAT, 2001).

Es importante realizar estudios dasonómicos donde se consideren características de crecimiento, composición y asociación al interior de las poblaciones, así como de factores físicos, que ayuden a inferir sobre la evolución de las poblaciones (Martínez, 1989).

En México existen escasos estudios autoecológicos y fitogeográficos de especies del género *Pinus*, principalmente de piñoneros (Robert, 1977; Aldrete, 1981; Passini, 1982; González, 1998;) que son de importancia para la región norte y noreste del país; la mayoría de los investigadores se han preocupado por estimar y describir el número de especies por entidad federativa. Las especies del género *Pinus* juegan un papel importante en el estado de Coahuila principalmente los piñoneros, por lo anterior con el presente estudio se pretende ofrecer información sobre la distribución y caracterización

ecológica de las poblaciones de *Pinus johannis* en la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León.

1.1 Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

- a) Identificar y delimitar las poblaciones de *Pinus johannis* con información en mapas en escala 1:50,000 de la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León, apoyados con un sistema de información geográfica.
- b) Describir las características ecológicas de cuatro poblaciones de *Pinus johannis* de la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción general de las poblaciones en estudio

De las cuatro poblaciones de *Pinus johannis* evaluadas en el presente estudio tres se encuentran en estado de Nuevo León y una en el estado de Coahuila. Se localizan entre las coordenadas 25°14'49" y 25°29'17" de latitud Norte y 100°20'56" a 100°31'55" de longitud oeste, con altitudes promedios de 2,140 m a 2,564 m y pendientes de 20 a 90%(Cuadro 1). Esta región pertenece a la subprovincia Gran Sierra Plegada y provincia Sierra Madre Oriental.

Cuadro 1. Características generales de cuatro poblaciones en estudio de *Pinus johannis* M.-F.Robert de la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León.

Localidad	Propiedad	Municipio	Estado	Latitud (Norte) [†]	Longitud (Oeste) [†]
San Antonio de la Osamenta	Ejidal	Santa Catarina	Nuevo León	25°29'17"	100°31'55"
Mesa del Rosario	Privada	Villa de Santiago	Nuevo León	25°26'38"	100°28'55"
Laguna de Sánchez	Privada	Villa de Santiago	Nuevo León	25°21'32"	100°20'56"
Cerro del Coahuilón	Ejidal	Arteaga	Coahuila	25°14'49"	100°23'17"

[†] Datos obtenidos durante la evaluación en campo, con ayuda de un receptor GPS.

2.2 Identificación de la especie

Para la evaluación de *Pinus johannis* fue necesario hacer una determinación en campo de la especie mediante la observación y comparación de algunas características morfológicas de los árboles, tales como: ramificación, tamaño, color y número de hojas por fascículo, así como la forma de la copa y la altura del árbol. Durante el recorrido de las poblaciones se colectaron diez muestras botánicas de árboles adultos en cada población; éstas se identificaron con ayuda de una clave para *Pinus* elaborada por Robert (1978). Se envió una muestra botánica de cada población al herbario ANSM (Antonio Narro Saltillo, México) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para su registro.

2.3 Delimitación de los rodales y cálculo de superficies usando un sistema de información geográfica (SIG)

Se realizó un recorrido completo y con detalle de las poblaciones. En estos recorridos se determinaron los límites altitudinales, latitudinales y longitudinales con ayuda de un receptor GPS. También se utilizaron cartas topográficas con escala 1:50,000 como apoyo para determinar la distribución de la especie en campo precisando la delimitación de las poblaciones mediante las características fisiográficas del terreno y puntos georeferenciados. Posteriormente se ingresó la información a un sistema de información geográfica (SIG) utilizando el paquete Arcview (versión 3.2). Una vez obtenida la delimitación de las poblaciones, el cálculo de superficie se hizo utilizando un proceso automático en el Arcview.

2.3.1 Delimitación de rodales

Previo al registro de datos dasométricos, todos y cada uno de los sitios de muestreo fueron georeferenciados por medio de un receptor GPS con los parámetros de configuración Datum NAD27 y las unidades en metros UTM Zona 14. Además de la ubicación geográfica de los sitios, se delimitaron los límites de los rodales; para ello se realizaron recorridos en la periferia de la población de acuerdo al grado de accesibilidad ubicando puntos de control en áreas estratégicas de los rodales con el auxilio del receptor GPS, este proceso permitió ubicar geográficamente puntos específicos en el terreno. Los datos obtenidos en el recorrido se almacenaron en la memoria del receptor para su posterior tratamiento y análisis en el laboratorio.

Se ubicaron las áreas o rodales de *Pinus johannis* en una carta topográfica con escala 1:50,000 siguiendo la configuración y topografía del terreno en la carta; de esta manera se hizo una delimitación previa de las poblaciones, que sirvió para hacer la delimitación final en el sistema de información geográfica (SIG).

2.3.2 Digitalización del material cartográfico

Para obtener las coberturas o capas de información de cada uno de los factores ambientales que se incluyeron en este estudio, se partió de la información espacial existente en el Sistema de Información Geográfica del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN, 2003). Una vez identificados y delimitados los rodales, se procedió a digitalizarlos en laboratorio, utilizando el sistema de

información geográfica en formato "vectorial" ArcInfo™, el cual funciona en computadora y permite la creación de la base de datos gráfica en formato vectorial formando líneas, puntos y polígonos. Se utilizó este programa porque es posible manejar y analizar grandes volúmenes de datos espaciales junto con los atributos asociados, todo ello en una amplia gama de coordenadas terrestres y sistemas de proyección (Zárate, 1997).

2.3.3 Delineado y digitalización

El procedimiento que se siguió fue en el orden siguiente: primeramente se dibujó o delineó las áreas y zonas de interés en un papel transparente o bien directamente sobre las cartas topográficas, después, se digitalizó para integrarlo al sistema de información geográfica con el formato "vectorial". Para minimizar los errores de digitalización se marcaron varios "tics" o puntos de control con coordenadas conocidas que sirvieron de referencia para los procesos posteriores, cabe mencionar que las coordenadas de tableta digitalizadora se presenta en pulgadas por lo que se transformaron a coordenadas geográficas o coordenadas en metros (Bosque *et al.*, 1994).

Una vez digitalizados los rodales o polígonos se exportaron al programa Arcview (versión 3.2) en donde se agregaron temas como curvas a nivel, hidrología superficial, vías de comunicación, localidades rurales y los sitios de muestreo georeferenciados del área de interés. Toda estas coberturas sirvieron para redefinir o corregir los límites de las poblaciones naturales de *Pinus johannis*.

2.3.4 Georeferenciación

Para este procedimiento se ubicó la cobertura digitalizada sobre la superficie de la tierra; es decir, transformar cada una de las coordenadas de localización de todos los elementos de la cobertura, los cuales se encuentran en un eje cartesiano en unidades de pulgadas. Para realizar esta transformación se utilizaron los puntos de control denominados "tics" los cuales se transformaron a coordenadas reales o conocidas (Zárate, 1997).

2.3.5 Creación de la base de datos

La base de datos se desarrolló en el módulo de edición de tablas del Software Arcview mediante la asignación de atributos temáticos contenidos en cada uno de los polígonos presentes en la cobertura. Esta información se realizó dentro de la base de datos donde cada columna se le asigna un atributo o tema; por ejemplo, superficie de los rodales, densidad y condición de los rodales, entre otros.

2.3.6 Elaboración del mapa de distribución de *Pinus johannis*

El mapa de distribución de *Pinus johannis* se realizó usando el módulo de creación de mapas en el Arcview, éste permite representar en un mapa todos los temas y/o elementos desplegados y activados en la vista del programa.

2.4 Muestreo de poblaciones

En el presente estudio se utilizó un diseño de muestreo sistemático, el cual consistió en distribuir una red de parcelas ordenadas sobre el área e iniciando con un sitio de muestreo elegido aleatoriamente (Michail *et al.*, 1997). Se utilizó este muestreo debido a su facilidad de empleo, además de que fue la metodología que más se adaptó a las condiciones de las poblaciones, a los recursos disponibles con que se contaba, así como de los objetivos del estudio. El tamaño de muestra para el presente estudio no se calculó por ninguno de los métodos comunes ya establecidos, sino que se adaptó al presupuesto con que se contaba. El tamaño de muestra que se consideró para este estudio fue de cuatro sitios por población considerando que son suficientes para fines de comparación en los análisis estadísticos.

Los sitios de muestreo que se utilizaron fueron circulares de 500 m², donde se evaluaron las especies de interés, así como otras coníferas asociadas. Dentro del círculo de 500 m² se utilizó el mismo centro para ubicar un sitio circular de 100 m², donde se evaluó la regeneración. También se ubicaron dos sitios cuadrados de 1 m² en el extremo este y oeste del círculo de 100 m² para evaluar el tamaño, forma y porcentaje de pedregosidad.

Para la localización y ubicación de los sitios de muestreo, primeramente se identificaron las poblaciones a evaluar y se observó la distribución y densidad de las mismas, después se procedió a ubicar los sitios de muestreo. La ubicación de éstos se realizó a distancias de 1,000 metros distribuidos en todo el rodal.

La delimitación de los sitios de muestreo se realizó por medio de radios, a partir del centro. Se trazaron radios de 12.62 m para el sitio de 500 m² y radios de 5.64 m para el sitio de 100 m². Los radios fueron trazados con una cuerda compensada por pendiente.

2.5 Variables ecológicas evaluadas

Las variables ecológicas evaluadas fueron: la densidad de *Pinus johannis* por categoría diamétrica, así como la altura, diámetro, posición y condición de copa, diámetro a la base del tallo y edad. También se evaluó la densidad de las coníferas asociadas, así como aspectos la exposición, pendiente, altitud y ubicación geográfica.

2.5.1 Medición y registro del estrato arbóreo

Se midió el diámetro a la base (0 metros de altura) del tronco principal o de la rama dominante con una cinta diamétrica, para todos los árboles con categoría diamétrica de 5 cm en adelante. Se identificaron las categorías diamétricas (de 5 en 5 cm) presentes en el sitio. Para cada individuo representativo de cada categoría diamétrica se midió la altura con la pistola Haga, y con un flexómetro a los individuos no mayores de 3 m: El diámetro de copa se midió con un flexómetro. Además se registró el grosor de corteza, edad, densidad o frecuencia por cada categoría diamétrica. Para el caso de las coníferas asociadas a la especie de interés, se registró el diámetro a la base y la densidad por categoría diamétrica.

Para el caso de la edad se obtuvo una viruta en la base del árbol con el taladro de Pressler. Las virutas se guardaron

en popotes, los cuales se colocaron en refrigeración a temperatura de congelación para que posteriormente en laboratorio se determinara la edad de cada árbol. Para evaluar las virutas, éstas se montaron en un fajilla de madera de 1.6 cm de ancho y 1 cm de grueso, en lo ancho de la fajilla se hizo un canal con una broca de 1/2 pulgada, luego insertó la viruta agregándole resistol 5,000 una vez pegada se amarró con hilo delgado para que la viruta quedara más firme y el pegado fuera uniforme. Después de montada las virutas, éstas se lijaron con una pulidora eléctrica, utilizando primero una lija para madera calibre 150 y posteriormente una lija para metal calibre 320. Para contabilizar los anillos las virutas se impregnaron con una solución de ácido clorhídrico al 50% y alcohol al 96% mezclados en una proporción 1:1, de esta forma fue posible observar con mayor detalle los anillos de crecimiento con ayuda de un estereoscopio.

2.5.2 Medición y registro del estrato de renuevos

La regeneración, como ya se mencionó anteriormente, fue evaluada en los sitios circulares de 100 m². Se determinó la densidad para *Pinus johannis* así como para las coníferas asociadas. Los individuos considerados en el estrato de la regeneración fueron aquellos de categoría diamétrica menor a 5 cm a la base del tallo.

2.5.3 Obtención de información ecológica

La información geológica y edafológica, así como de las características físicas y químicas de los suelos se obtuvieron de las cartas G14C35 y G14C45 escala 1:50,000 editadas por CETENAL (1976,1977a y b) y DETENAL (1977). Para el caso de la

información de climas y efectos climáticos, la primera se obtuvo a través del Sistema de Información Geográfica UAAAN (2003); la segunda se obtuvo de las cartas G14-7 escala 1:250,000 (INEGI, 1990).

2.6. Análisis estadístico

Las variables obtenidas en el proceso de muestreo se analizaron en el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 8.2, en el cual se hicieron los análisis de las variables altura, diámetro basal, diámetro de copa y edad, en el que se obtuvieron los valores promedios de cada una de las variables de cada población. Se utilizó estadística de medidas de tendencia central y de dispersión, además de diagramas de frecuencias acumuladas (Steel y Torrie, 1986).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Localización de poblaciones de *Pinus johannis*

En los recorridos realizados en los diferentes cañones de la Sierra de Arteaga que comprende el sureste de Coahuila y Suroeste de Nuevo León, región perteneciente a la subprovincia Gran Sierra Plegada se encontraron cuatro poblaciones de *Pinus johannis* en tres municipios: Una se encontró en el municipio de Santa Catarina, dos en Villa de Santiago, Nuevo León y la última en Arteaga, Coahuila (Cuadro 1). Las poblaciones están localizadas entre 25°29'42" y 25°14'10" latitud Norte y entre 100°19'48" y 100°34'19" de longitud Oeste.

De las cuatro poblaciones encontradas, la de San Antonio de la Osamenta, en el municipio de Santa Catarina, es la que se encuentra más al norte y la población del cerro el Coahuilón ubicada en el municipio de Arteaga, es la que se encuentra más al sur. En cuanto a la distribución longitudinal, la que se encuentra más al oeste es la población de San Antonio de la Osamenta mientras que la población de Laguna de Sánchez es la que se encuentra más al este (Figura 1).

Comparando la ubicación de la población base donde se describió por primera vez la especie en la localidad, Puerto el Dique, Mazapil, Zacatecas (Robert, 1978), ésta se encuentra más al sur y desplazada hacia el suroeste, mientras que las poblaciones de este estudio se encuentran más al norte y desplazadas hacia el noreste; existiendo una diferencia de un grado aproximadamente entre la latitud y la longitud, la población base se encuentra a una distancia lineal que va de los 130 a 135 km a las poblaciones de este estudio.

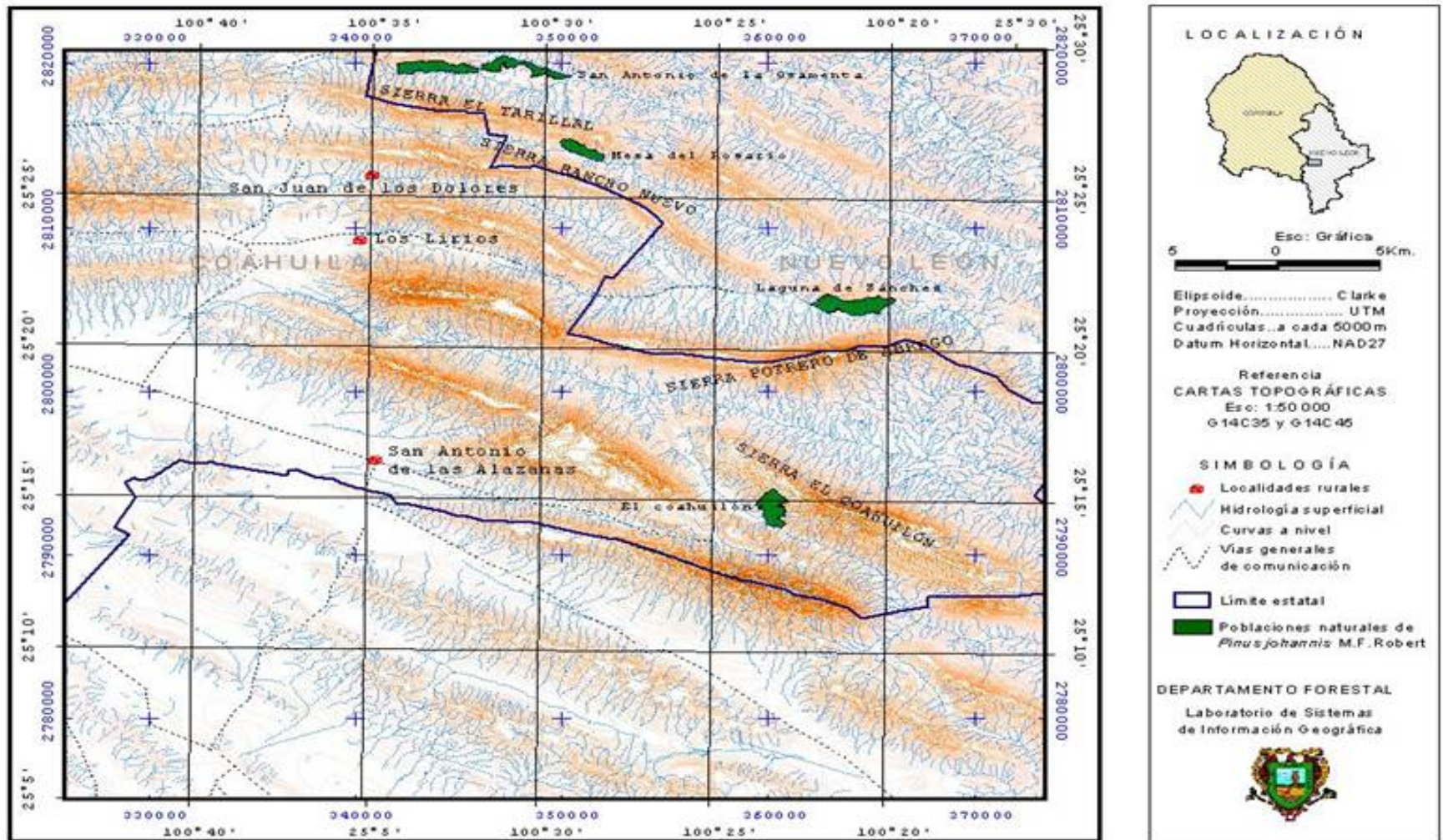


Figura 1. Ubicación y distribución de las poblaciones de *Pinus johannis* M.-F.Robert en Coahuila y Nuevo León.

De las poblaciones identificadas de *Pinus johannis* se obtuvo una superficie total de 1,036.032 ha, siendo la población de San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina, Nuevo León la de mayor superficie con 400.274 ha, representando un 38.63% de la superficie total, y la población de Mesa del Rosario, Villa de Santiago, Nuevo León la de menor superficie con 118.927 ha, representando sólo el 11.48% del total.

De acuerdo al estudio realizado por Escoto (1988) en el estado de Zacatecas reporta que *Pinus johannis* presenta una distribución restringida cubriendo una superficie de 2,456 ha, en la población base; además reporta una nueva localidad en el Cerro el Temeroso y la Sierra del Mascarón, las cuales abarca unas 2,000 ha. Es evidente que las poblaciones evaluadas en este estudio son muy pequeñas debido a lo reducido de sus superficies con que cuentan, ya que la población de San Antonio de la Osamenta equivale solamente al 16.30% de la población base, mientras que la de Mesa del Rosario al 4.48%, Laguna de Sánchez al 12.44% y el Cerro el Coahuilón al 8.61%. Como se ha mencionado anteriormente *Pinus johannis* es una especie que cuenta con un número reducido de poblaciones con superficies muy pequeñas.

Las superficies obtenidas de las poblaciones evaluadas en este estudio más la población base de Salaverna, Cerro el Temeroso y Sierra el Mascarón evaluadas por Escoto (1988) se ha calculado una superficie total de 5,492.032 ha; excepto las poblaciones de Sierra la Madera (Pinkava, 1984).

3.1.1 San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina, Nuevo León

Esta población se encuentra a 5 km, aproximadamente de Puerto Conejo y se extiende por la exposición sur de la Sierra El Caballo en dirección oeste-este, pasando por el poblado de San Antonio de la Osamenta y culminando a la altura del poblado el Tunalillo.

Para llegar a esta población es necesario tomar la carretera No. 57 rumbo al NE hacia la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila; al llegar al puente el chorro No 1 se toma la desviación ala carretera No. 121 hacia el Cañón la Carbonera; a la altura del poblado "Los Cedritos" se toma el camino de terracería en dirección norte rumbo al poblado "El Carmen" (Las Vigas), Puerto el Conejo y San Antonio de la Osamenta (Apéndice 1a).

3.1.2 Mesa del Rosario, Villa de Santiago, Nuevo León

Esta población se encuentra en el predio denominado Mesa del Rosario, inicia en el límite Oeste del mismo predio y se extiende por toda la exposición sur de la Sierra el Tarillal en dirección noroeste-sureste, hasta llegar al predio el Manzano.

Para llegar a esta población puede tomarse la misma ruta de la población anterior hasta la altura del poblado "El Cedrito", al llegar aquí se toma un camino de terracería en dirección Este pasando por el poblado Piedra Blanca, El Ranchito, el Tarillal, predio el Tejocote y finalmente Mesa del Rosario (Apéndice 1b).

3.1.3 Laguna de Sánchez, Villa de Santiago, Nuevo León

Esta población se encuentra a la altura del Puerto la Manteca, iniciando en el poblado el Barranco y extendiéndose por toda la exposición sur de la Sierra San Isidro en dirección oeste-este, pasando por el poblado la Peñita, el predio el Venadito y finalizando en el Saucito.

Para llegar a esta población es necesario tomar la carretera No 57 para llegar a la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila; al llegar al puente el chorro No 1 se debe de tomar la autopista México y posteriormente la desviación a la carretera Estatal No. 110 a Los Lirios a la altura del paradero La Herradura, pasando por el poblado los Lirios, San Rafael, San José de las Boquillas, San Sebastián, el Barranco, la Peñita y finalmente Laguna de Sánchez (Apéndice 1c).

3.1.4 Cerro el Coahuilón, Arteaga, Coahuila

Esta población se encuentra a la altura del puerto la Contingencia al sureste del poblado Mesa de las Tablas y se ubica en la exposición sur de la Sierra el Coahuilón.

Para llegar a esta población es necesario tomar la carretera No. 57 a la altura de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila; al llegar al puente el chorro No. 1 se debe de tomar la autopista México y posteriormente la desviación a la carretera Estatal No. 112 a la altura del puente rancho viejo, pasando por los poblados San Antonio de las Alazanas, Santa Rita, Monterreal y al llegar al poblado los Oyameles se debe de tomar el camino de terracería rumbo al Norte hacia el Ejido Mesa de Las Tablas (Apéndice 1d).

3.2 Características ecológicas y dasométricas de las poblaciones de *Pinus johannis*

3.2.1 Orografía

La población de San Antonio de la Osamenta es una de las poblaciones más extensas y se conforma de dos subrodal alargados con distribución irregular, además presenta un ahusamiento en la parte media a la altura del poblado del mismo nombre. El primer subrodal se encuentra entre "El Puerto Conejo" y el poblado de San Antonio, se localiza en exposición sureste sobre la "Sierra El Caballo" a una altitud promedio de 2140 msnm, con pendientes que van del 35 al 90% y con un porcentaje de pedregosidad mayor al 50% (Cuadro 2).

El segundo subrodal se encuentra entre el poblado de San Antonio y el Tunalillo, se localiza en exposición noreste con valores similares de altitud, pendiente y pedregosidad que el manchón anterior.

Para el caso de la población de Mesa del Rosario, que es la más pequeña de las cuatro y se conforma de un sólo manchón alargado con distribución uniforme. Se encuentra entre el predio el Tejocote y el Manzano, en exposición suroeste sobre la Sierra el Tarillal a una altitud promedio de 2297 msnm, con pendientes que van de 30 a 70% y con porcentajes de pedregosidad entre 20 y 50% (Cuadro 2).

Laguna de Sánchez es la segunda población con mayor superficie conformada de un sólo rodal alargado de forma irregular. Se encuentra entre el poblado el Barranco y el predio el Saucito, se localiza en la exposición suroeste de la

Cuadro 2. Ubicación geográfica de las poblaciones de *Pinus johannis* M.-F.Robert en Coahuila y Nuevo León.

Población	Propiedad	Municipio	Estado	Superficie [†] (ha)	Altitud [¶] (msnm)	Pendiente [§] (%)	Exposición ^Φ	Límites de coordenadas	Coordenadas centrales
San Antonio de la Osamenta	Ejido San Antonio de la Osamenta	Santa Catarina	Nuevo León	400.274	2140	35 a 90	SE	25°28'58" - 25°29'42" N ^{††} 100°29'17" - 100°34'19" O ^{††}	25°29'17" N 100°31'55" O
Mesa del Rosario	Propiedad Privada Mesa del Rosario	Villa de Santiago	Nuevo León	118.927	2297	30 a 70	SW	25°26'17" - 25°26'56" N 100°28'16" - 100°29'31" O	25°26'38" N 100°28'55" O
Laguna de Sánchez	Comunidad Laguna de Sánchez	Villa de Santiago	Nuevo León	305.453	2223	40 a 75	SW	25°21'11" - 25°21'54" N 100°19'48" - 100°22'16" O	25°21'32" N 100°20'56" O
Cerro el Coahuilón	Ejido Mesa de las Tablas	Arteaga	Coahuila	211.378	2564	20 a 50	SW	25°14'10" - 25°15'29" N 100°22'52" - 100°23'46" O	25°14'49" N 100°23'17" O

- †: Información obtenida a través Arcview (versión 3.2).
 ¶: Valores obtenidos en campo con ayuda del receptor GPS.
 §: Valores obtenidos en campo con la pistola haga.
 Φ: Datos tomados en campo con ayuda de una brújula.
 †† N: latitud norte, O: longitud oeste.

Sierra San Isidro a una altitud promedio de 2223 msnm, con pendientes que van desde el 40 a 75% y con porcentajes de pedregosidad entre 5 y 20% (Cuadro 2).

Por último, Cerro el Coahuilón es la población que ocupa el tercer lugar en cuanto a su superficie y está conformada por un manchón de forma irregular, se encuentra a la altura del puerto la Contingencia hacia el sureste del poblado Mesa de Las Tablas, se localiza en la exposición suroeste de la Sierra el Coahuilón, a diferencia de las tres poblaciones anteriores este rodal tiene una orientación norte-sur, con una altitud Promedio de 2564 msnm, con pendientes que van de 20 a 50% y porcentajes de pedregosidad mayor al 50% (Cuadro 2).

3.2.2. Tipos de climas

Para la población de San Antonio de la Osamenta, Mesa del Rosario y Laguna de Sánchez el tipo de clima que predomina es templado subhúmedo (Cw_1), temperatura media anual entre 12 y 18 °C y régimen de lluvias de verano (CONABIO, 1998)(Cuadros 3 y 4).

En la Población Mesa de las Tablas predomina un clima $Cb'(w_1)x'$, que corresponde a un clima semifrío húmedo con verano fresco y largo, con una temperatura media anual entre 5 y 12°C y régimen de lluvias de verano(Cuadros 3 y 4).

3.2.3 Edafología

Para la Población de San Antonio de la Osamenta, el tipo de suelo presente en el área de acuerdo al estudio de perfiles realizados por CETENAL (1976; 1977a y b) corresponde a un suelo

de clase textural franco con 48% arena, 30% limo y 22% arcilla correspondiente a las unidades litosol y rendzina de textura media con las siguientes características una coloración de acuerdo a la tabla de Munsell en húmedo de 7.5YR2/2 y en seco de 7.5YR4/2, con un pH de 7.8, una profundidad de 0 a 29 cm., 7.1% de materia orgánica, así como las proporciones en meq/100g de los siguientes elementos Na de 0.2, K de 0.7, Ca de 25.0 y Mg de 1.4. Las rocas son del tipo sedimentarias, pudiéndose encontrar calizas, lutitas y areniscas (DETENAL, 1977) (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 3. Tipos de climas presentes en la región de interés.

Municipio	Población	Fórmula climática
Santa Catarina	San Antonio de la Osamenta	C(w ₁). Clima templado subhúmedo, con una temperatura media anual entre 12 y 18°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C, y la del mes más caliente menor a 22°C régimen de lluvias de verano, con una precipitación en el mes más seco menor de 40 mm y un cociente de P/T entre 43.2 y 55, y un porcentaje de lluvias invernales entre 5 y 10.2% del total anual.
	Mesa del Rosario	
Villa de Santiago	Laguna de Sánchez	Cb'(w ₁)x'. Clima semifrío húmedo con verano fresco y largo, con una temperatura media anual entre 5 y 12°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C, y la del mes más caliente menor a 22°C. Régimen de lluvias de verano, con una precipitación en el mes más seco menor de 40 mm y un porcentaje de lluvias invernales mayor a 10.2% del total anual.
	Mesa de las Tablas	

Fuente: CONABIO (1998).

El suelo presente en la población de Mesa del Rosario corresponde a la clase textural arcillosa con 42% de arena, 16% de limo y 42% de arcilla correspondientes a la unidades litosol y rendzina de textura media con las siguientes características, una coloración de acuerdo a la tabla de Munsell en húmedo de 7.5YR4/2 y en seco de 7.5YR7/2, con un pH de 7.9, profundidad de 0 a 26 cm., 4.7% de materia orgánica, así como las proporciones en meq/100g de los siguientes elementos Na de 0.2,

K de 0.5, Ca de 25.0 y Mg de 1.5. Las rocas son del tipo sedimentarias, se puede encontrar calizas y lutitas (CETENAL, 1976, 1977a; DETENAL, 1977) (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 4. Efectos climáticos en las poblaciones de *Pinus johannis* M.-F.Robert estudiadas.

Efectos climáticos	Poblaciones			
	San Antonio de la Osamenta	Mesa del Rosario	Laguna de Sánchez	Cerro el Coahuilón
Precipitación total(mm) Mayo-octub	475 (400 a 475)	475 (400 a 475)	475 (400 a 475)	475 (475 a 550)
Precipitación total (mm) Noviemb-Abril	100 (100 a 125)	100 (100 a 125)	100 (75 a 100)	125 (125 a 150)
Temperatura promedio Máximas May-Jun-Jul (°C)	24	24	24	15
Temperatura promedio Máximas Nov-Dic-Ene (°C)	18	15	15	12
Temperatura promedio mínimas May-Jun-Jul (°C)	9	9	9	3
Temperatura promedio Mínimas Nov-Dic-Ene (°C)	3	3	3	0
Número de días con lluvia apreciable Mayo-Octubre	30 a 59	30 a 59	30 a 59	30 a 59
Número de días con lluvia apreciable Nov-Abril	0 a 29	0 a 29	0 a 29	0 a 29
Precipitación total anual en(mm)	575	575	575	600
Temperatura promedio Anual (°C)	13.5	12.75	12.75	7.5

Fuente: INEGI (1990a y b).

En la población de Laguna de Sánchez el suelo corresponde a la clase textural arcillosa con 30% de arena, 24% de limo y 46% de arcilla correspondientes a las unidades litosol y rendzina de textura media con las siguientes características, una coloración de acuerdo a la tabla de Munsell en húmedo de 10YR4/6 y en seco de 10YR5/6, con un pH de 7.9, profundidad de 42 a 67 cm., 0.8 de materia orgánica, así como las proporciones

de los elementos Na de 0.1, K de 0.4, Ca de 26.4 y Mg de 1.5. Las rocas presentes son del tipo sedimentarias, ya sea calizas, lutitas y/o areniscas (Cuadro 6).

Cuadro 5. Tipos de suelos presentes en la región de interés

Municipio	Localidad	Edafología	Geología
Santa Catarina	San Antonio de la Osamenta	litosol y rendzina de textura media	Rocas sedimentarias calizas, lutitas y areniscas
Villa de Santiago	Mesa del Rosario	litosol y rendzina de textura media	Rocas sedimentarias calizas y lutitas
Villa de Santiago	Laguna de Sánchez	litosol y rendzina de textura media	Rocas sedimentarias calizas, Lutitas areniscas
Arteaga	Mesa de las tablas	litosol-rendzina	Roca sedimentaria calizas y lutitas

Fuente: CETENAL (1976;1977a y b), DETENAL, (1977).

Cuadro 6. Descripción de las características físicas y químicas de los suelos presentes en las poblaciones de *Pinus johannis* M.-F.Robert en Coahuila y Nuevo León.

Características de los suelos	Poblaciones			
	San Antonio de la Osamenta	Mesa del Rosario	Laguna de Sánchez	Cerro el Coahuilón
Profundidad (cm)	0 a 29	0 a 26	42 a 67	0 a 14
pH en agua relación 1:1 [†]	7.8	7.9	7.9	6.5
Materia orgánica (%) [¶]	7.1	4.7	0.8	4.7
Na meq/100g	0.2	0.2	0.1	0.2
K meq/100g	0.7	0.5	0.4	0.7
Ca meq/100g	25.0	25.0	26.4	13.8
Mg meq/100g	1.4	1.5	1.5	1.4
Arena (%)	48	42	30	20
Limo (%)	30	16	24	40
Arcilla (%)	22	42	46	40

Fuente: CETENAL, (1977a y b).

[†] pH: El valor fue determinado con agua con el método del potenciómetro

[¶] M.O: El valor fue obtenido por el método de Walkley y Black

Por último la población de Mesa de las tablas se reporta un suelo de clase textural migajon arcillosa con 20% de arena, 40% de limo y 40% de arcilla correspondientes a las unidades

litosol y rendzina, con las siguientes características; una coloración de acuerdo a la tabla de Munsell en húmedo de 7.5YR3/4 y en seco de 7.5YR4/6, con un pH de 6.5, una profundidad de 0 a 14 cm., 4.7% de materia orgánica, así como las proporciones en meq/100g de los siguientes elementos Na de 0.2, K de 0.7, Ca de 13.8 y Mg de 1.4. las rocas son del tipo sedimentarias calizas y/o lutitas (Cuadro 6).

3.2.4 Vegetación asociada

La población de San Antonio de la Osamenta, se compone de dos subrodal en los cuales se observaron dos estratos: Un estrato arbóreo donde se identificaron algunas especies como: *Pinus cembroides* Zucc., *Pinus rudis* Endel., *Pinus estevezii* (Martinez)Perry; mientras que en el estrato arbustivo las especies con mayor dominancia son: *Mimosa* sp, *Agave lechuguilla* Torr., *Agave* sp, *Opuntia* sp, y *Gymnospermum glutinosum* (Spreng.) Less.

En el segundo subrodal se observo que presenta una mayor dominancia de *Pinus johannis* que el manchón anterior, se identificaron algunas especies asociadas como *Pinus cembroides* dentro del subrodal; en el estrato arbustivo las especies con mayor dominancia son *Quercus* spp, y *Agave lechuguilla* Torr., esta última en algunas partes del subrodal cubre totalmente el sotobosque (Apéndice 2a).

Para la población de Mesa del Rosario se pudieron identificar algunas especies como: *Pinus estevezii* (Martinez)Perry., *Yucca carnerosana* (Trel.) McKelvey y *Pinus greggii* Engelm., en el estrato arbóreo, mientras que en el estrato arbustivo las especies con mayor dominancia son: *Mimosa*

spp; *Arstostaphylos pungens* Kunht., *Ceanothus huichagorare* Loesner., *Arbutus xalapensis* Kunth., *Quercus* sp, *Juniperus flaccida* Schlecht; *Agave lechuguilla* Torr., *Dasiliryum* sp, *Nolina cespitiphera* Trel., *Agave* sp, *Gimnospermum glutinosum* (Spreng.) Less., (Apéndice 2b).

Laguna de Sánchez, en esta población se observaron al igual dos estratos, en el estrato arbóreo se identificaron algunos especies asociadas como: *Pinus estevezii*, *Pinus cembroides*, *Yucca carnerosana*; mientras que en el estrato arbóreo se encontró: *Quercus* sp, *Mimosa* sp, *Juniperus* sp, *Agave* sp, *Dasylyrium palmery* Trel., y *Agave lechuguilla* Torr.

En general la población es un rodal heterogéneo con individuos con copa bien desarrollada y conformada; sin embargo, a los 2300 metros de altitud se encuentra una masa con mayor dominancia de la especie mezclado principalmente con matorral rosetófilo; en esta población los individuos presentan mayor daño por *Rethinia* sp, aunque se observó que presenta una buena producción de conos y semillas, encontrándose una regeneración de 1675 árboles por ha (Apéndice 2c).

Para la población de Mesa de las Tablas, el estrato arbóreo esta compuesto por los géneros y especies siguientes: *Pinus rudis* Ende., *Pseudotsuga* sp, y *Abies* sp, mientras que en el estrato arbustivo se encontró *Quercus* spp, *Rhus virens* A. Gray., *Arbutus xalapensis* Kunth., *Dasylyrium palmery* Trel y *Agave* spp (Apéndice 2d).

Esta población es más heterogénea que las tres anteriores ya que presenta una mayor mezcla de especies en el estrato

arbóreo, aunque cabe señalar que existen pequeñas masas de la especie mezcladas solamente con especies arbustivas.

3.2.5 Características dasométricas

De acuerdo al análisis de las variables dasométricas de la población de San Antonio de la Osamenta, se encontró que la densidad para éste es una de las más bajas de las cuatro poblaciones, con 505 árboles por hectárea, y los siguientes valores promedios 4.24 m de altura, 3.91 m de diámetro de copa, 17.04 cm de diámetro basal, y 71.65 años de edad (Cuadro 7). Cetina *et al.* (1989) en su estudio realizado en un bosque de *Pinus discolor* en La Amapola, San Luís Potosí reportan una edad promedio de 78.23 ± 19.41 años, esta edad es muy similar a la obtenida en la población de San Antonio de la Osamenta; de acuerdo a las edades obtenidas Robert (1977) considera que estos rodales se encuentran en una fase madura pero inicial.

La densidad de esta población es seis veces menor que la densidad registrada por Aldrete (1981) en la población de Salaverna ubicada en la Sierra el Mascarón, en el estado de Zacatecas, con 3,229 individuos por hectárea; sin embargo es preciso mencionar que en el trabajo de Aldrete se utilizó el método de cuadrantes centrados en un punto para la evaluación de los atributos de la vegetación, mientras que en este trabajo se utilizaron sitios circulares de dimensiones fijas.

En cuanto a la distribución de individuos por categoría diamétrica, se encontró que las categorías de 10 y 15 cm, son las que registraron un mayor número de individuos por hectárea con 115 y 165 árboles y las categorías de 25 y 35 cm, son las

que registraron el menor número de árboles por hectárea con 30 y 25 árboles respectivamente (Figura 2).

Cuadro 7. Densidad, altura, edad, diámetro basal y de copa promedio de cuatro poblaciones de *Pinus johannis* M.-F.Robert de Coahuila y Nuevo León.

Población	Densidad (árb/ha)	Altura (m)	Diámetro basal [¶] (cm)	Diámetro de copa (m)	Edad (años)
San Antonio de la Osamenta, Nuevo León	505	4.2 (0.50) [†]	17.04 (1.95)	3.92 (0.42)	71.7 (9.6)
Mesa del Rosario, Nuevo León	1070	5.1 (0.37)	17.63 (1.78)	3.84 (0.45)	66.9 (4.4)
Laguna de Sánchez, Nuevo León	1080	3.3 (0.36)	14.95 (1.62)	3.50 (0.43)	35.6 (2.9)
Cerro el Coahuilón, Coahuila	855	3.3 (0.26)	12.78 (1.62)	2.74 (0.29)	29.3 (1.6)

†: Promedio de la variable (Error estándar).

¶: El diámetro fue tomado a la base del árbol.

Esta población en general es una masa heterogénea con árboles maduros y juveniles, pero algunos individuos presentan en su copa presencia de *Thyllansia* sp.

En general la población de Mesa del Rosario es un rodal bastante homogéneo, con individuos maduros y juveniles; sin embargo, existen gran proporción de individuos dañados por *Thyllansia* sp, y *Rhetinia* sp, plaga que ataca los brotes y yemas de árboles adultos y juveniles provocando la muerte de algunos cuando se encuentra en altas densidades; aunque se encontró una buena regeneración registrándose 2375 árboles por ha.

De acuerdo al análisis de las variables dasométricas del rodal se encontró que es la segunda población con mayor densidad con 1070 árboles por hectárea, aunque comparándola con la población de Salaverna, Zacatecas, la densidad es tres veces menor; la población de Mesa del Rosario presenta los siguientes valores promedios 5.13 m de altura, 3.84 m de diámetro de copa, 17.63 cm de diámetro basal y 66.87 años de edad (Cuadro 7).

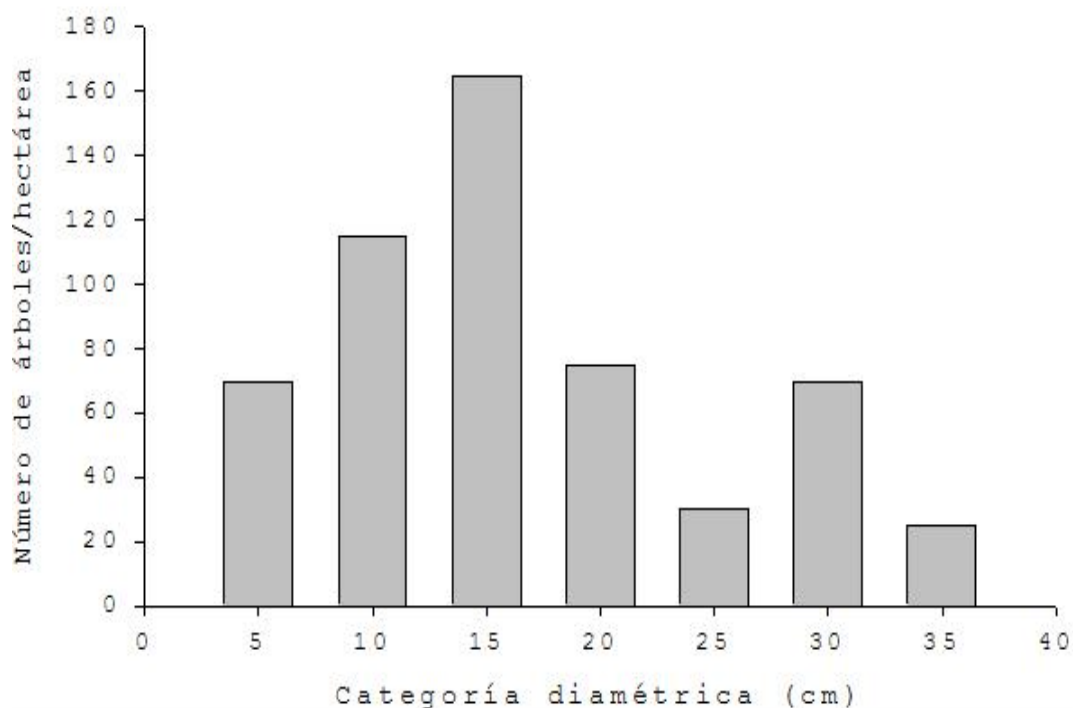


Figura 2. Número de árboles por hectárea por categoría diamétrica (tomada a la base del árbol) de *Pinus johannis* M.-F. Robert en la población de San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina, Nuevo León.

En cuanto a la distribución de las categorías diamétricas, se encontró que las categorías de 10 y 15 cm, son las que registraron un mayor número de individuos por hectárea de (360 y 280 árboles respectivamente), mientras que las categorías de

30 y 35 cm son las que registraron menor número de árboles por hectárea (25 y 5 árboles, respectivamente) (Figura 3).

Laguna de Sánchez es la población con mayor densidad con 1080 árboles por hectárea y presenta los siguientes valores promedios 3.32 m de altura, 3.49 m de diámetro de copa, 14.95 cm de diámetro basal y 35.6 años de edad (Cuadro 7). Al comparar la densidad de esta población con la de Salaverna, Zacatecas se observa que es tres veces menor al igual que la población de Mesa del Rosario.

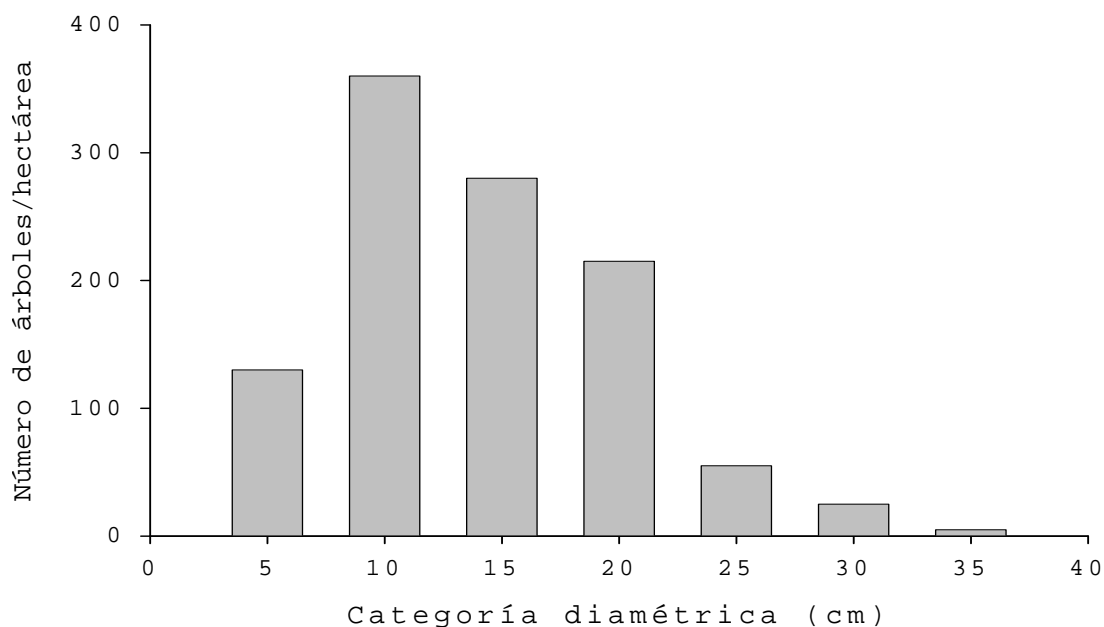


Figura 3. Número de árboles por hectárea por categoría diamétrica (tomada a la base del árbol) de *Pinus johannis* M.-F. Robert en la población de Mesa del Rosario, Villa de Santiago, Nuevo León.

En la distribución de las categorías diamétricas se encontró que las categorías 5 y 10 cm, son las que presentan mayor número de individuos por hectárea (525 y 320 árboles, respectivamente), las categorías 25 y 30 cm, son las que

presentaron menor número de árboles por hectárea (30 y 10 árboles, respectivamente) (Figura 4).

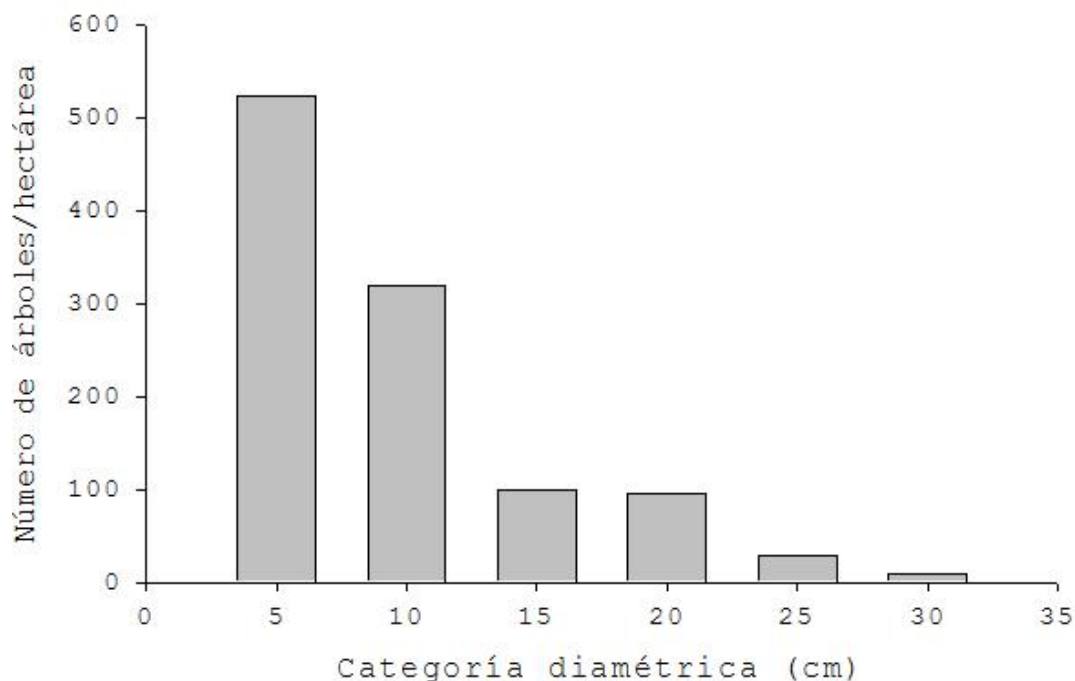


Figura 4. Número de árboles por hectárea para cada categoría diamétrica de *Pinus johannis* M.-F.Robert en la población de Laguna de Sánchez, Villa de Santiago, Nuevo León.

En el Cerro el Coahuilón, se observa una alteración por pastoreo intensivo de ganado bovino, principalmente, así como de aprovechamiento tanto de *Pinus johannis* como de las especies asociadas, también se observó algunos tratamientos de saneamiento para *Pinus rudis* el cual es severamente afectado por descortezadores. Estos sitios fueron repoblados inmediatamente y de manera natural por *Pinus johannis* es aquí donde se puede observar el carácter agresivo y la buena adaptabilidad a los sitios abiertos. También se observó que existe buena producción de conos, lo cual es reflejado en la regeneración registrándose 2,050 árboles por ha.

Es la tercer población con mayor densidad con 855 árboles por hectárea y con los siguientes valores promedios 3.28 m de altura, 2.74 m de diámetro de copa, 12.77 cm de diámetro basal y 29.3 años de edad (Cuadro 7). La densidad de esta población es casi cuatro veces menor que la densidad reportada por Aldrete (1981), para la población de Salaverna, Zacatecas.

En la distribución de las categorías diamétricas para esta población se encontró que las categorías 5 y 10 cm son las que presentan mayor número de individuos por hectárea (385 y 300 árboles, respectivamente) y las categorías 20 y 25 cm son las que presentan menor número de individuos (55 y 35 árboles, respectivamente) (Figura 5).

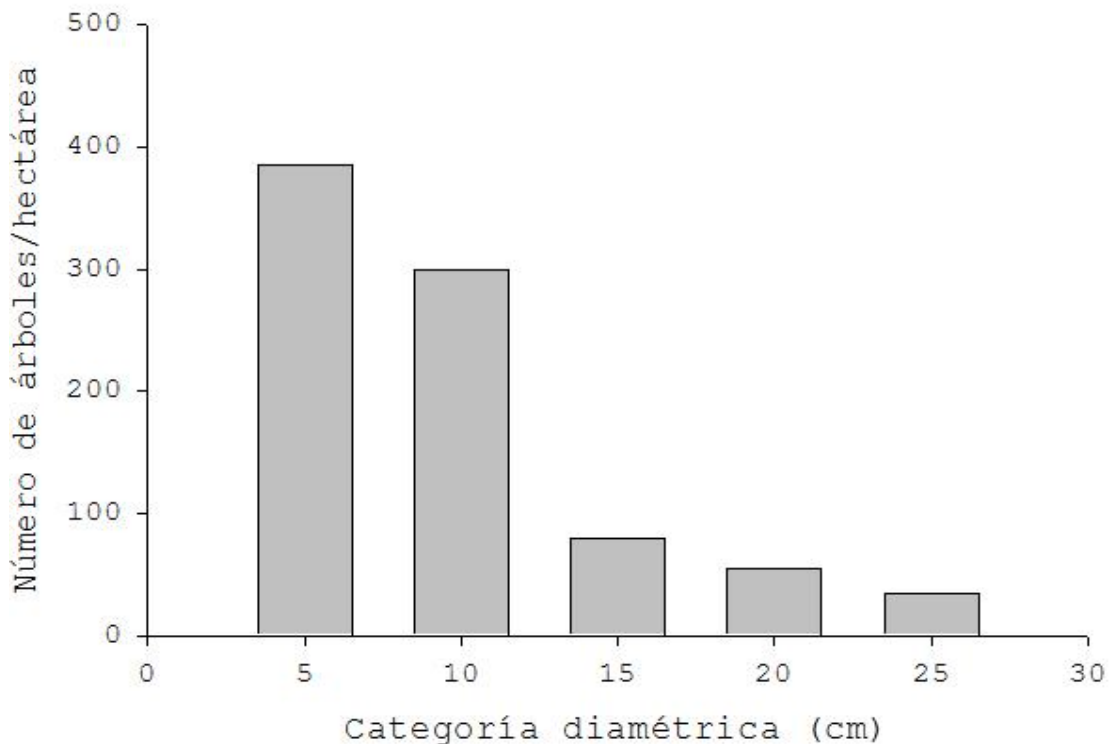


Figura 5. Número de árboles por hectárea para cada categoría diamétrica de *Pinus johannis* M.-F.Robert en la población del Cerro el Coahuilón, Arteaga, Coahuila.

Como se ha mencionado anteriormente las densidades de las poblaciones de este estudio son muy variables desde 505 a 1080 individuos por hectárea, siendo las poblaciones de Mesa del Rosario y Laguna de Sánchez las que presentan valores similares con 1070 y 1080 individuos por hectárea respectivamente.

Existen varios estudios en piñoneros donde se reportan diferentes densidades. Hernández y García (1985) reportan una densidad de 500 árboles por hectárea para las comunidades de *Pinus cembroides* en y *P. pinceana* en San Antonio Coronados y Núñez, San Luís Potosí; mientras que para la comunidad de *Pinus cembroides* en las Tapias, Guanajuato reportan una densidad de 200 árboles por hectárea; por otra parte Suzán (1987) reporta una densidad de 601.1 árboles por hectárea en ladera norte y 337.5 en ladera sur para *Pinus nelsonii* en el Cañón del Soldado, Miquihuana, Tamaulipas.

Se puede observar las densidades obtenidas para *Pinus johannis* en las cuatro poblaciones son superiores a los valores reportados en los estudios anteriores; por lo que se consideran normales a los reportados por Hernández y García (1985) y Aldrete (1981), aunque difieren en las formas y tamaños de las unidades de muestreo.

La edad obtenida para las poblaciones de *Pinus johannis* también presenta un rango bastante amplio desde 29 a 72 años; Las poblaciones de Cerro el Coahuilón y Laguna de Sánchez son las que presentan los rodales más jóvenes; de acuerdo a Robert (1977) estos dos rodales se encuentran en su fase madura pero inicial. En un estudio realizado en la Amapola, San Luís Potosí Cetina *et al.* (1989) obtuvieron para un rodal puro de *Pinus cembroides* una edad promedio de 56.90 ± 8.0 y 78.23 ± 19.4 para

un rodal puro de *Pinus discolor*; por otra parte Hernández y García (1985) reportan una edad promedio de 60.5 ± 11.9 para los piñonales de San Luís Potosí. Con base en lo anterior la población de *Pinus johannis* localizada en San Antonio de la Osamenta presenta una edad 66.87 ± 4.37 muy similar a la reportada por Hernández y García (1985) y Cetina et al. (1989) para *Pinus cembroides*. Sin embargo, en la población de San Antonio de la Osamenta se obtuvo una edad de 71.65 ± 9.59 valor similar únicamente al reportado por Cetina et al. (1989) para el rodal de *Pinus discolor*.

Las poblaciones de San Antonio de la Osamenta y Mesa del Rosario concentran sus individuos en las clases diamétricas 5 a 35 cm, mientras que la población de Laguna de Sánchez y Cerro el Coahuilón en las clases 5 a 30 y 5 a 25 cm, respectivamente; en las dos primeras se observa una concentración de individuos en las clases 10 y 15 cm, mientras que en las últimas dos se concentran en las clases 5 y 10 cm. Hernández y García (1985) reportan para *Pinus cembroides* en las localidades La Amapola y Las Tapias, San Luís Potosí una concentración de sus clases diamétricas entre 5 a 25 y 26 a 40 cm, con una concentración de individuos en las clases de 19 a la de 26 cm.

4 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- 1) La información obtenida de la delimitación de las poblaciones de *Pinus johannis* complementaron al Sistema de Información Geográfica de la Sierra Plegada, facilitando con esto la descripción ecológica de la especie.
- 2) *Pinus johannis* en la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León se localiza generalmente en exposición suroeste, con rangos altitudinales superiores a muchos piñoneros, en suelos pobres y pedregosos, con climas templados subhúmedos y con menor preferencia al clima semifrío húmedo.
- 3) Las poblaciones de *Pinus johannis* están en una fase de crecimiento inicial de madurez, con densidades aceptables y superiores a varios piñoneros, variables en su distribución diamétrica como producto de la influencia antropogénica.

5 RECOMENDACIONES

De acuerdo con las experiencias obtenidas se recomienda lo siguiente:

- 1) Utilizar el sistema de información geográfica en trabajos posteriores para determinar la ubicación, distribución y tamaño de las poblaciones reportadas de especies; aunque para la manipulación de la información y del sistema es necesario entrenamiento.
- 2) También es recomendable que en es estudios posteriores con ayuda del sistema de información geográfica se determinen todos aquellos factores bióticos, físicos y ambientales que rijan el patrón de distribución de la especie, para identificar áreas potenciales para *Pinus johannis* con fines de conservación y recuperación de la especie.
- 3) Realizar estudios que permitan determinar aquellos factores que provocan la escasa regeneración en las poblaciones.
- 4) Utilizar a *Pinus johannis* en proyectos de recuperación de suelos por la adaptabilidad de esta especie a sitios con altas porcentajes de pedregosidad y suelos muy pobres.
- 5) Que las dependencias de gobierno, no gubernamentales y las instituciones educativas apoyen para fomentar proyectos de conservación, restauración y recuperación de la especie; así como destinar algún tipo de incentivo para los dueños o poseedores de las tierras en las que se ubican las poblaciones.

6 LITERATURA CITADA

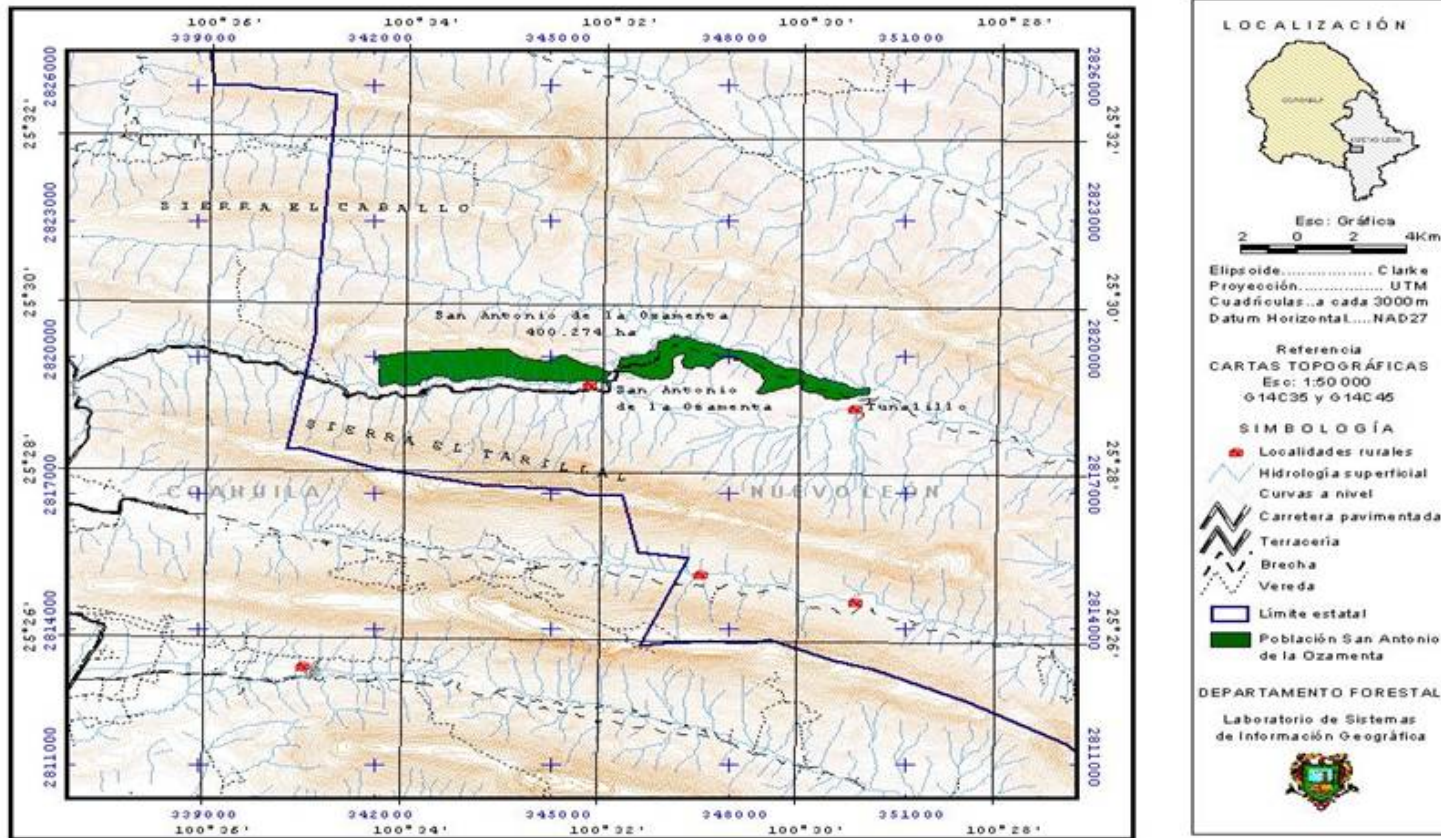
- Aldrete M., E. 1981. Estudio de los agostaderos del noreste del estado de Zacatecas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 285 p.
- Bailey., D. K. y G. Hawksworth F. 1983. *Pinacea* of the Chihuahuan Desert region. *Phytologia* 53(3): 226-234.
- Bosque S., J., F. J. Escobar M., E. García H. y M. Salado G. 1994. Sistemas de información geográfica: Práctica PC ARC/INFO e IDRISI. Editorial RA-MA. Madrid España. 478 p.
- CETENAL. 1976. Carta geológica. San Antonio de las Alazanas. G14C35. Esc. 1:50000. CETENAL. México. D.F.
- CETENAL. 1977a. Carta edafológica. San Antonio de las Alazanas. G14C35. Esc. 1:50000. CETENAL. México. D.F.
- CETENAL. 1977b. Carta edafológica. San Rafael. G14C45. Esc. 1:50000. CETENAL. México. D.F.
- Cetina A., V. M., S. Sánchez A. D. y E. García M. 1989. Estructura de una masa puara de *Pinus discolor* Bailey y Hawksworth en la Amapola, San Luís Potosí. *In* Memoria del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 64-65 pp.
- CONABIO.1998. Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1,000,000. México.
- DETENAL. 1977. Carta Geológica. San Rafael. G14C45. Esc. 1:50000. DETENAL. México. D.F.
- Eguiluz P., T. 1987. Evolución de los pinos piñoneros Mexicanos. *In* II Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines et Centramericaines. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 84 - 89 pp.
- Escoto., C. 1988. Situación Actual y perspectivas de los piñoneros en el Estado de Zacatecas. Tesis Profesional. Ingeniero agrónomo especialista en bosques. U.A.CH. Chapingo, México. 84 p.

- Eguiluz P., T. 1982. Clima y distribución del género *Pinus* en México. *Ciencia Forestal* 7(38): 30-44.
- Farjon A. and Brian T. Styles. 1997. *Flora Neotropica: Pinus* (Pinaceae). Organization for Flora Neotropica by The New York Botanical Garden. New York, NY. 293 p.
- García A., A. y M. F. Pasinii. 1993. Distribución y ecología de *Pinus johannis* Robert. *Phytologia* 74(2): 125-127.
- González. A., J. 1998. Los bosques piñoneros de México - Estudio del bosque de *Pinus johannis* M.-F. Robert en Concepción del Oro Zacatecas. Tesis profesional. Maestría en Ciencias Forestales. U.A.Ch. Chapingo, México. 152 p.
- Hernández R., A. y García, M. E. 1985. Datos estructurales de algunos Piñonares del altiplano Potosino. *In Memoria del I Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros*. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 150-159.
- INEGI. 1990a. Carta de efectos climáticos regionales noviembre-abril. Monterrey. G14-7. Esc. 1:250000. México.
- INEGI. 1990b. Carta de efectos climáticos regionales mayo-octubre. Monterrey. G14-7. Esc. 1:250000. México.
- Martínez A., J. C. 1989. Propuesta estadística y metodológica para la descripción, caracterización y análisis de la dinámica ecológica en bosques templados de la cuenca alta del Río Lerma. *In Memoria del Congreso Forestal Mexicano*. Tomo II. 1092 p.
- Michail., P., R. Peters, F. Cox y P. Real. 1997. *Mensura Forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible*. Primera edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 561 p.
- Passini, M.-F. 1982. Les forêts de *Pinus cembroides* s.l au Mexique: Etude phytogéographique et écologique. *Misión Archéologique et Ethnologique Française au Mexique. Etudes Mésoaméricaines* II-5. Ed. Recherche sur les civilisations. profesional. Paris, Francia. 374 p.
- Passini, M. F. 1985. Algunas consideraciones acerca de los pinos piñoneros en México. *In Memoria del I Simposium*

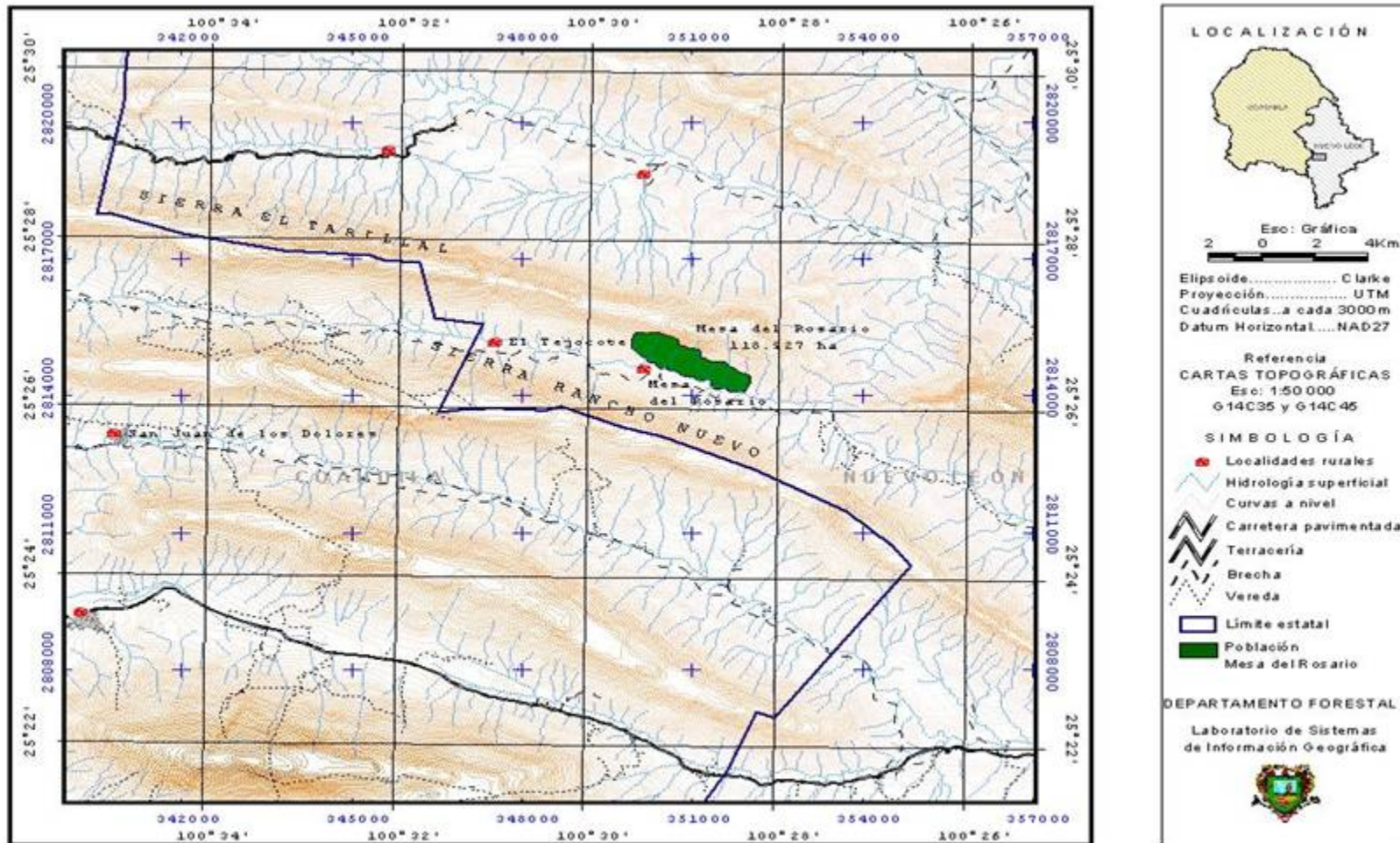
- Nacional sobre pinos piñoneros. Facultad de Silvicultura y manejo de recursos renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 130-136 pp.
- Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon. 231 p.
- Pinkava, D. J. 1984. Vegetation and Flora of the Bolsón of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, México: IV. Summary, Endemism and Corrected Catalogue. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science 19:23-47.
- Robert, M. F. 1977. Notas sobre el estudio ecológico y fitogeográfico de los bosques de *Pinus cembroides* Zucc. en México. Ciencia Forestal 2(10):49- 58.
- Robert, M. F. 1978. Un nouveau pin pignon mexicain: *Pinus johannis* M.-F.Robert. Adansonia. Ser. 2. 18 (3):365-373.
- SEMARNAT. 2001. NOM-ECOL-059. 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. 06 de Marzo de 2002. México, D.F. 85 pp.
- Silba., J. 1985. The infraspecific of *Pinus culminicola* Andr. et Beam. (Pinacea). Phytologia 56(2): 489-491.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie 1986. Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda edición. MacGraw-Hill. México. D.F. 622 p.
- Suzán A., H. 1987. Estudios ecológicos en *Pinus nelsonii* de Tamaulipas. In Memoria del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Études Mexicaines et Centraméricaines. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 200-210 pp.
- Zárate L., A. 1997. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Apuntes, Saltillo, Coahuila. 146 p.
- UAAAN. 2003. Sistema de Información Geográfica para el Manejo y Planeación de por Microcuencas (SIGMAPLAM).[s.p.].

APÉNDICE

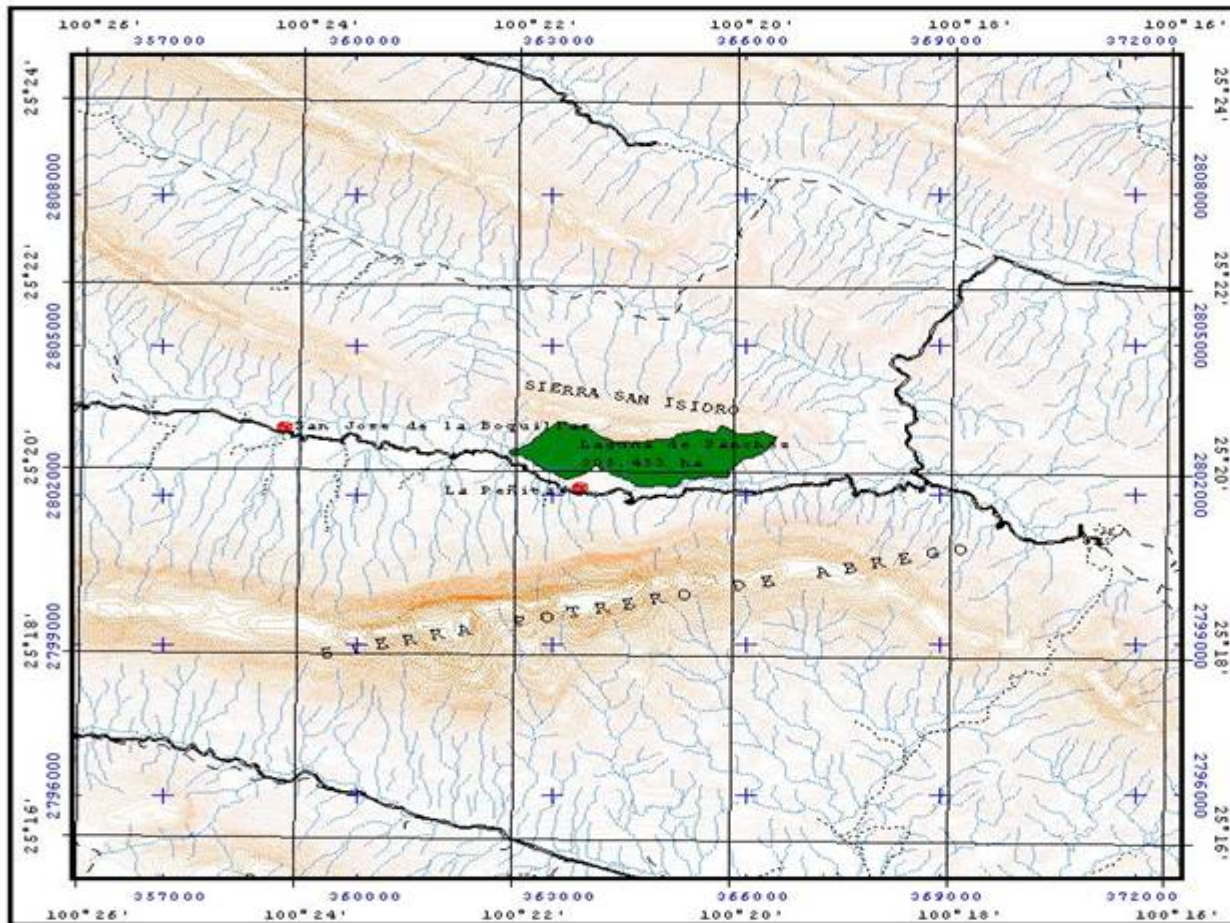
Apéndice 1. Ubicación y distribución de las poblaciones de *Pinus johannis* M.-F.Robert en la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León.



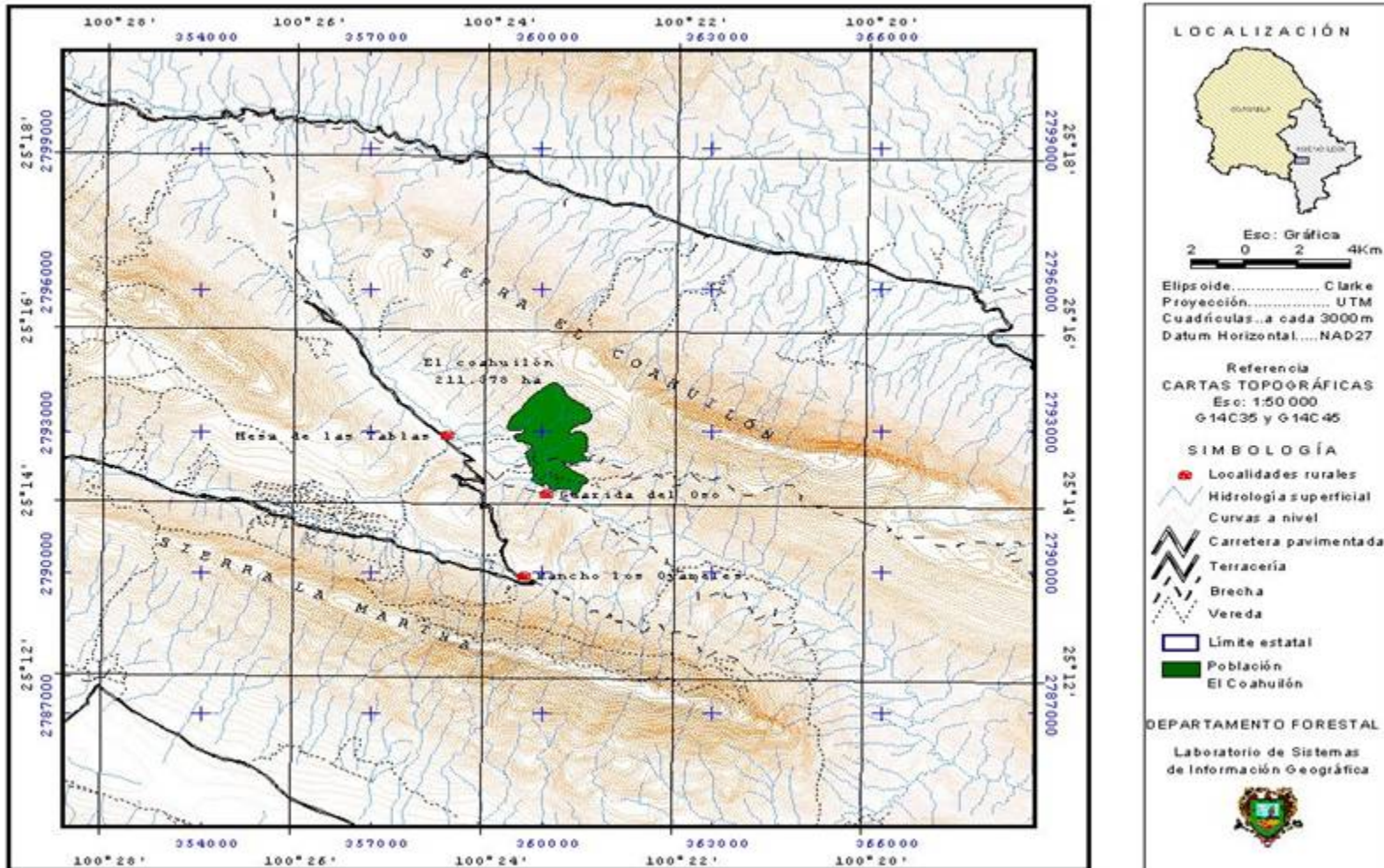
Apéndice 1a. Ubicación y distribución de la población de *Pinus johannis* M.-F.Robert en San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina, Nuevo León.



Apéndice 1b. Ubicación y distribución de la población de *Pinus johannis* M.-F. Robert en el Predio Mesa del Rosario, Villa de Santiago Nuevo León.



Apéndice 1c. Ubicación y distribución de la población de *Pinus johannis* M.-F. Robert en Laguna de Sánchez, Villa de Santiago, Nuevo León.



Apéndice 1d. Ubicación y distribución de la población de *Pinus johannis* M.-F. Robert en el Cerro el Coahuilón, Arteaga, Coahuila.

Apéndice 2. Vistas panorámicas de las poblaciones de *Pinus johannis* M.-F.Robert en la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León.



Apéndice 2a. Vista panorámica de la población *Pinus johannis* M.-F.Robert de San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina Nuevo León (Fotografía digital tomada por José D. Barrera Aguilar; 10 de Marzo de 2005).



Apéndice 2b. Vista panorámica de la población de *Pinus johannis* M.-F.Robert en Mesa del Rosario, Villa de Santiago, Nuevo León (Fotografía digital tomada por José D. Barrera Aguilar; 10 de Marzo de 2005).



Apéndice 2c. Vista panorámica de la población de *Pinus johannis* M.-F.Robert Mezclado con *Pinus stevezii* (Martínez) Perry., en Laguna de Sánchez, Villa de Santiago, Nuevo León (Fotografía digital tomada por José D. Barrera Aguilar; 09 de Marzo de 2005).



Apéndice 2d. Vista panorámica de la población de *Pinus johannis* M.-F.Robert del Cerro el Coahuilón, Arteaga, Coahuila (Fotografía digital tomada por José D. Barrera Aguilar 11 de Marzo de 2005).