

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



INCREMENTO DE VOLUMEN EN RODALES
DE *Abies vejarii* Martínez EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA

POR:
DAVID DÍAZ HERNÁNDEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
JUNIO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

INCREMENTO DE VOLUMEN EN RODALES
DE *Abies vejarii* Martínez EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA

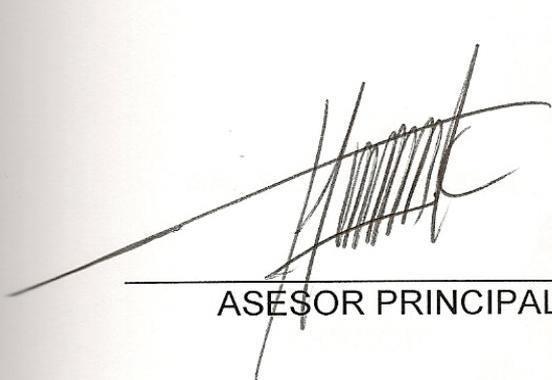
POR:

DAVID DÍAZ HERNÁNDEZ

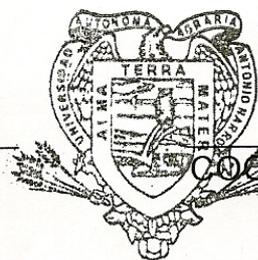
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:



ASESOR PRINCIPAL



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE AGRONOMÍA

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ

Coordinación
División de Agronomía

DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

INCREMENTO DE VOLUMEN EN RODALES
DE *Abies vejarii* Martínez EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA

POR:

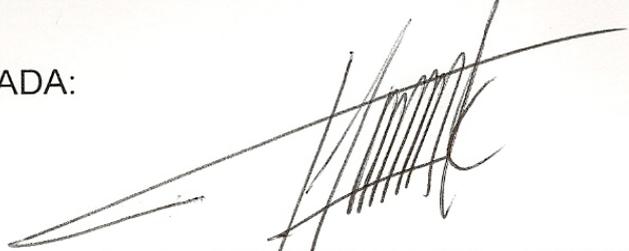
DAVID DÍAZ HERNÁNDEZ

TESIS PROFESIONAL

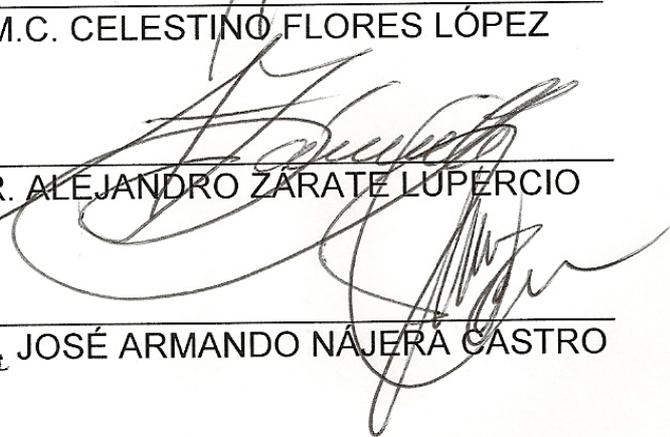
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

ASESOR PRINCIPAL


M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ

ASESOR


DR. ALEJANDRO ZARATE LUPERCO

ASESOR

DEPARTAMENTO FORESTAL

M.C. JOSÉ ARMANDO NAJERA CASTRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2009

Esta tesis ha sido apoyada por el proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 02.03.0207.2385. Responsable M.C. Celestino Flores López.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitir la realización de mi formación profesional.

Al M.C. Celestino Flores López, por darme trabajo en su proyecto de semillas, por brindarme su confianza y paciencia en la elaboración de esta tesis, y especialmente por haber compartido parte de sus conocimientos conmigo.

Al Dr. Alejandro Zárate Lupercio, por su valiosa participación en la elaboración de este trabajo y por ofrecerme una oportunidad de trabajo antes de concluir la carrera.

Al M.C. José Armando Nájera Castro, por su valiosa participación en la elaboración de esta tesis y por las facilidades que tuvo al proporcionar información de éste y otros temas en el transcurso de la carrera.

A mis padres Norberta y Alfonso, por su invaluable apoyo y enseñanzas durante toda mi vida.

A la mujer que quiero Stephany Cristal, quien ha estado conmigo en todo momento apoyando con todo mi formación profesional.

A mis hermanos quienes me dieron su apoyo y ánimo para continuar y concluir la carrera.

A mis compañeros de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que me brindaron su apoyo en el trabajo de campo: José Domingo Barrera Aguilar, Modesto curiel Ávila, Sergio Amilcar Canal Tun y Enoc Barrera Aguilar.

A mis amigos y compañeros de la generación XCVIII de la carrera Ingeniero Forestal: José Domingo, Juan Carlos, Martha, Yolanda, Clara, Estela, Cesáreo, Rodrigo, Sergio, José Marcos, Trinidad, Armando Elías, Homero, Enrique, Rafael, Julio y Eduardo.

A todas las personas que de alguna manera fueron parte de mi formación profesional y que mi memoria deja escapar.

DEDICATORIA

A mis padres:

Norberta Hernández Delgadillo y Alfonso Díaz Jiménez, por darme la vida y enseñarme día a día lo valioso que son la honestidad y respeto a nuestros semejantes.

A mis hermanos:

Silvia, José, Martín y Anastacio, por el cariño que nos une.

A la mujer que quiero:

Stephany Cristal Ruíz López, por darme su amor, cariño y comprensión.

A mis Hijas:

María Belén, Andrea y Janet, como una muestra de superación personal para que afronten la vida con decisión y confianza.

A mí cuñado Enrique:

Por los consejos tan acertados que siempre lo caracterizan.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Descripción del género <i>Abies</i> en Coahuila.....	3
2.1.1 Taxonomía.....	3
2.1.2 Estatus de conservación.....	4
2.2 Ecología del género <i>Abies</i> en México.....	4
2.2.1 Distribución.....	4
2.2.2 Orografía y topografía.....	5
2.2.3 Clima.....	5
2.2.4 Suelo.....	6
2.2.5 Asociaciones vegetales.....	7
2.3 Ecología del género <i>Abies</i> en Coahuila.....	8
2.4 Estructura y crecimiento de poblaciones de <i>Abies</i> en México.....	9
2.4.1 Estructura.....	9
2.4.2 Crecimiento.....	9
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Descripción del área de estudio.....	12
3.2 Diseño de muestreo.....	15

3.3 Secuela de cálculo de incrementos en rodales.....	19
3.4 Análisis estadístico.....	22
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1 Incrementos de volúmenes en rodales.....	24
4.2 Relación de variables dasométricas y ambientales.....	26
5 CONCLUSIONES.....	31
6 RECOMENDACIONES.....	32
7 LITERATURA CITADA.....	33
APÉNDICE.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1	Descripción de tres especies y dos variedades de <i>Abies</i> para el Estado de Coahuila.....	4
2	Características de ubicación de siete rodales de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.....	13
3	Tipos de clima para los siete rodales de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.....	15
4	Ejemplo de secuela de cálculo del incremento en volumen con la versión modificada al Método de Loetsch, rodal I de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.....	20
5	Características dasométricas de siete rodales de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.....	25
6	Coefficientes de correlación de Pearson entre variables dasométricas y ambientales para rodales de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Argteaga, Coahuila.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Ubicación geográfica de siete rodales de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.....	14
2	Mapas de siete rodales y sitios de muestreo de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.	17
3	Relación edad con ICAV/ha (a) y edad con % ICAV/ha (b) con curvas ajustadas para siete rodales de <i>Abies vejarii</i> Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.....	28

RESUMEN

La finalidad del presente estudio fue evaluar el incremento corriente anual de volumen en siete rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

El trabajo consistió en la ubicación y georreferenciación de sitios de muestreo de dimensiones fijas en siete rodales de *Abies vejarii* Martínez, en los cuales se levantó información dasométrica y se consultó información ambiental. Con esta información se obtuvieron los incrementos corrientes anuales en volumen (ICAV/ha) por rodal siguiendo la metodología de Loetsch modificada, y un cuadro de correlaciones de Pearson entre dichas variables. Para saber las diferencias en el ICAV/ha entre rodales, se realizó un análisis de varianza considerando un modelo de efectos mixtos con muestras de calificación jerárquica o muestreo anidado.

Con el Análisis de varianza se demostró que existen diferencias estadísticas significativas entre rodales con respecto al ICAV/ha, sobresaliendo los rodales IV y V los cuales presentaron los mejores incrementos con respecto al I, II, VI y VII, los cuales tienen los incrementos más bajos.

Se encontró una correlación negativa entre el ICAV/ha y la edad, indicando que a medida que a medida que la edad aumenta el ICAV/ha decrece. Se presentó una correlación positiva entre la densidad por hectárea y el área basal (AB/ha), las cuales aumentan o decrecen en la medida que cualquiera de las variables lo hace. También se encontró una correlación negativa entre el volumen por hectárea (Vol/ha) y la altitud sobre el nivel del mar (ASNM), encontrando menor Vol/ha conforme la ASNM aumenta.

El ICAV/ha en rodales de *Abies vejarii* en la Sierra de Arteaga, Coahuila, se ve afectado con un decremento a mayor edad, favoreciéndose al aumentar el área basal y la precipitación.

Palabras claves: *Abies vejarii*, incremento de volumen, secuela de cálculo de Loetsch modificada, Sierra de Arteaga.

1 INTRODUCCIÓN

Coahuila tiene 13'391,925 hectáreas de terreno forestal, de las cuales 192,250 hectáreas están cubiertas por bosques de clima templado-frío, de las que el Municipio de Arteaga tiene 52,325 ha (SARH – INIF, 1985). De ésta última, la explotación forestal de pino y oyamel es de 90.9 y 9.1 % respectivamente, destinando el 97.1 % de la producción al autoconsumo y el 2.9 % a la venta local o nacional (INEGI, 1991).

Actualmente, con las especies del género *Abies* que habitan en el territorio de Coahuila, al igual que algunas otras del territorio nacional, no se practica ningún tipo de aprovechamiento ya que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, en las siguientes categorías: *A. mexicana* Martínez y *A. vejarii* Martínez amenazadas, *A. concolor* (Gordon et Glendinning) Lindl y *A. flinckii* Rushforth bajo protección especial, y *A. guatemalensis* Redher y *A. hickeli* Flous et Gauss en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002).

Los bosques de *Abies* se consideran comunidades clímax, en donde con frecuencia es una de las especies arbóreas de mayor abundancia y dominancia. La mayoría de las especies de *Abies* forman parte importante de las regiones altas del hemisferio norte y, se pueden encontrar respectivamente, en masas puras o asociadas con otras coníferas como *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Juniperus* y *Pinus* (Fernández y Nepamuceno, 1989). En México este tipo de vegetación se encuentra entre 2400 y 3600 metros de altitud, pues entre estas cotas se localiza cuando menos 95 % de la superficie que ocupa, creciendo en laderas de cerros, cañadas y lugares protegidos de fuertes vientos, bajo condiciones climáticas específicas; distribuyéndose preponderantemente en la parte norte y centro del país, y hacia el sur en los estados de Oaxaca, Guerrero, y Chiapas (Rzedowski, 1998).

En condiciones naturales de poco disturbio, *Abies* comparte en ocasiones ciertos hábitats con otras especies de árboles, como *Pinus montezumae* Lamb, *Pinus pseudostrobus* Lindl, *P. hartwegi* Lindl, *Pinus ayacahuite* C. Ehrenb. Ex Schldl, *Juniperus monticola* Martínez, *Alnus glabrata* Fernald, *Alnus firmifolia* Fernald, *Arbutus*

xalapensis Kunth y diferentes especies de *Quercus* (Rzedowski, Vela y Madrigal, 1977).

Por lo anterior es importante la conservación de *Abies* para Coahuila, ya que también el área de estudio se encuentra en la Región Terrestre Prioritaria El Potosí-Cumbres de Monterrey (RTP-81) bajo el esquema de conservación, debido a la importancia de los servicios ambientales que genera, tales como la producción de agua, oxígeno y recreación, entre otros (CONABIO, 2000).

Además las poblaciones de *Abies* en el tiempo han servido como eslabón en el establecimiento de cadenas y redes biológicas complejas, colonizando y proporcionando mejores condiciones (en términos de microclima, refugio, sitios de nidación y crianza para la fauna silvestre, alimentación, condiciones para la germinación) para otras especies (De la Garza, 1989).

Con información de incrementos se pueden construir ecuaciones de pronósticos iniciales, que permitirán mejorar las estimaciones del rendimiento maderable para preparar, más adelante, calendarios de cosecha basados en criterios de rentabilidad financiera, más allá de estimaciones de volúmenes de corta calculados sobre la base del "criterio profesional" (Zepeda y Acosta, 2000). Por otra parte, conocer los incrementos de los rodales nos ayudan para el cálculo del potencial de captura de carbono (Fragoso 2003).

1.1 Objetivo

Evaluar los incrementos anuales de volúmenes por categoría diamétrica y por rodal de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción del género *Abies* en Coahuila

2.1.1 Taxonomía

Los *Abies*, llamados vulgarmente oyameles, abetos o pinabetes, son árboles corpulentos, siempre verdes, resinosos, de copa simétrica y aguda. Con hojas lineares, sésiles, rectas o algo flácidas; son por lo general tiesas y algo coriáceas, y frecuentemente aromáticas.

Las inflorescencias masculinas se producen en la parte inferior de las ramillas en amentos ovados de 5 a 15 mm de longitud, de color púrpura o marillento, protegidos por una envoltura escamosa; las flores femeninas crecen en las últimas ramillas de la cima del árbol. Los conos femeninos maduros de color verde, amarillento, café pálido, violáceo, o gris, erguidos, cilíndricos, de 7 a 16 cm de longitud, sésiles o subsésiles, con muchas escamas densamente imbricadas, anchas y delgadas, cada escama con dos semillas, éstos se presentan en las ramillas más altas y constan de un eje erguido y persistente, con las escamas caducas.

El tronco es erguido y simple, de 30 a 40 m de altura, pero se han visto ejemplares de 60 o más, por 40 cm a 1.5 m de diámetro; generalmente las ramas comienzan a poca altura y son horizontales o algo levantadas. La corteza es oscura, gruesa y hendida y con placas escamosas e irregulares en los árboles adultos, y grisácea y más o menos lisa en los jóvenes. Éstos presentan en los tallos y primeras ramas numerosas ámpulas ovales o circulares, abultadas, llenas de una resina ambarina y aromática. Las ramillas son opuestas y frecuentemente dísticas; su color en general es moreno rojizo, a veces con tinte violáceo, y la superficie más o menos hirsuta, rara vez glabra (Martínez, 1948; García y González, 1998).

Para Coahuila se han descrito tres especies y dos variedades de *Abies*, las cuales se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de tres especies y dos variedades de *Abies* para el Estado de Coahuila (Martínez, 1948).

<i>Abies durangensis</i>	Variedad <i>coahuilensis</i>
Ramillas subglabras o hirsutas	Densamente hirsutas
Apice obtuso o redondeado, a veces agudo	Obtuso, a veces agudo
Estomas en la cara superior abundantes	Escasos
Haces vasculares separados con abundantes Células de refuerzo	Muy próximos y pocas células
Canales resiníferos sobre subepidermis	Sobre la epidermis
Bráctea incluida y pequeña, brevemente acuminada en el ápice, llegando hasta un tercio o un medio de las escamas	Inclusa, pero mayor redondeada o truncada en el ápice, llegando frecuentemente más allá de la mitad de la escama o hasta cerca del borde
<i>Abies vejarii</i>	Variedad <i>macrocarpa</i>
Ramillas glabras	Algo hirsutas
Hojas con escasos estomas en cara superior	Muy abundantes
Ápice de la hoja agudo, obtuso o redondeado	Siempre obtuso o redondeado
Cono de 8.5 cm.	de 10 a 15 cm.
Hojas más o menos hendidas en cara superior	Aplanadas en cara superior o con cresta en ambas caras
Bráctea exerta y gradualmente cuneada, con punta larga y aguda	Bráctea incluida, estrangulada y punta corta
Ramillas glabras	Finamente hirsutas
Haces vasculares aproximados	Separados
<i>Abies mexicana</i>	Sin variedad
Ramillas algo hirsutas	
Hojas aglomeradas, dirigidas en todos sentidos, con ápice agudo, obtuso o redondeado, presentan estomas en ambas caras	
Conos erguidos, solitarios y sub sésiles, las escamas anchamente cuneado abovadas, cóncavas con ápice redondeado y entero	

2.1.2 Estatus de conservación

Abies vejarii y su variedad *macrocarpa* Martínez y *Abies mexicana* Martínez, se encuentran en la lista de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, en la categoría de amenazadas, además que son endémicas (SEMARNAT, 2002).

2.2 Ecología del Género *Abies* en México

2.2.1 Distribución

En México se distribuyen nueve especies de *Abies*, siendo *Abies religiosa* (Kunth) Schldl & Cham la más abundante. Los bosques de oyamel, calificativo con el que se conoce a las especies del género *Abies* en México cubren

aproximadamente 32,000 ha del territorio nacional; aquellos de mayor extensión se presentan a lo largo del Eje Neovolcánico (Rzedowski, 1978). En Oaxaca también se localizan al sur de Miahuatlán, así como en la Sierra de Juárez, en la Sierra de San Felipe y en la región del cerro Zempoaltepatl. En la Sierra Madre Occidental se encuentran en Durango y en algunas localidades de Chihuahua y Baja California. En la Sierra Madre Oriental se conocen solo dos áreas de importancia en el Cerro Potosí, en Nuevo León y en San Antonio Peña Nevada, Tamaulipas (Rzedowski, 1978; Domínguez, 1991).

2.2.2 Orografía y topografía

El género se presenta en varios rangos de altas montañas, más al sur con *Abies guatemelensis* Rehder y el *Abies religiosa* creciendo en montañas de México y Guatemala (Spurr, 1982).

El género *Abies*, vegeta en lugares montañosos y fríos; en altitudes de 2800 a 3500 metros sobre el nivel del mar (msnm), a excepción de *Abies religiosa* var. *emarginata* Look et Martínez que desciende hasta los 1900 msnm, o sea a niveles casi subtropicales; sin embargo, el *Abies religiosa* es muy sensible a las condiciones de altitud y no se adapta favorablemente a niveles más bajos de 2000 a 2100 m (Domínguez, 1991). En México este tipo de vegetación está prácticamente confinado a sitios de alta montaña, por lo común entre los 2400 y 3600 metros de altitud, pues entre estas cotas se localiza cuando menos el 95 % de la superficie que ocupa. Se encuentra en laderas de cerros, a menudo protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa. En muchos sitios limitados a cañadas o barrancas más o menos profundas que ofrecen un microclima especial (Rzedowski, 1998; Domínguez, 1991).

2.2.3 Clima

En cuanto a sus exigencias climáticas, los bosques de *Abies* constituyen una unidad relativamente bien definida, pues requieren, para su desarrollo, de condiciones de humedad más bien elevadas; con precipitación media anual superior al los 1000 mm, temperaturas medias anuales de 7 a 15° C, pero en algunos sitios puede ser aparentemente del orden de 20° C, las temperaturas mínimas extremas

rara vez son inferiores a -12° C, la oscilación diurna de la temperatura tiene un promedio anual de 11 a 16° C (Rzedowski, 1998).

Para la cuenca del valle de México la precipitación media anual es de 1199 mm; el promedio anual de temperatura es de 14.7° C, variando de 10 a 18° C, con valores mínimos en enero y marzo y los máximos en julio y septiembre; en lo que corresponde a la evaporación, su intensidad está en razón inversa de la altitud, registrándose sus valores mínimos medios mensuales en noviembre y diciembre y sus máximos en marzo y mayo; las heladas se presentan con su máxima frecuencia durante los últimos y primeros meses del año, es decir, noviembre, diciembre, enero y febrero (Madrigal, 1967).

En el Nevado de Toluca se presenta el clima (Wz) (X) h(j') templado húmedo, es subtipo más húmedo de los C(W), con regímenes de lluvias en verano 67% del anual y temperaturas medias mayores a 10° C y en un mínimo de cuatro meses, pero menor inclusive a los 14° C y temperatura media anual de 10.6° C isothermal y precipitación de 878 mm/año y con 146 días con heladas por año, siendo la mayor frecuencia en diciembre y enero (López, Sánchez, Velasco y Mireles, 1989).

2.2.4 Suelo

Los sustratos geológicos del bosque de oyamel son variados, pero predominan los de origen volcánico, sobre todo andesitas y basaltos. En la sierra Madre Oriental y en el macizo central de Chiapas, se desarrollan a menudo sobre calizas; en el poniente y el sur del país los hay también sobre granitos y rocas metamórficas (Domínguez, 1991).

Los bosques de la cuenca del Valle de México muestran suelos típicamente profundos, bien drenados, pero húmedos durante todo el año. Presentan un perfil ABC, dominando coloraciones café oscuras, textura de migajón arenoso y franco y estructura en bloques. Los valores del pH indican una reacción ligeramente ácida, pues varían entre 5 y 7 . la cantidad de materia orgánica es abundante, encontrándose hasta 35.4% en el horizonte A_1 , e inclusive en el B_2 no baja de 0.5% ; la relación C/N varía alrededor de 20 y la capacidad de intercambio de cationes es de 10 a 30 (Madrigal, 1967).

2.2.5 Asociaciones vegetales

El bosque de *Abies*, en condiciones naturales, suele ser denso, lo que crea ambientes de penumbra a niveles inferiores, limitando el desarrollo de los estratos arbustivo y herbáceo. Lo común es, sin embargo, que debido a disturbios o bien a lo abrupto del terreno, la cantidad de luz en el interior de la comunidad es mayor y el sotobosque presenta mejor desarrollo y diversidad (Domínguez, 1991).

Las asociaciones de coníferas con las cuales forma ecotono la comunidad de *Abies religiosa* en el valle de México, son: la asociación de *Pinus montezumae* Lamb en el límite altitudinal inferior, *P. pseudostrobus* Lindl., *P. rudis* Endl., y *Cupressus lindleyi* Klotzch ex Endl., en la parte altitudinal media, y *Pinus hartwegii* Lindl., por la parte altitudinal superior. En la Sierra de Pachuca, tanto en el lado norte como en el lado sur, el ecotono en el límite altitudinal inferior del bosque de oyamel, lo constituyen frecuentemente las comunidades de *Quercus spp.*, con especies o posiblemente solo individuos de mayor talla por el lado norte (Madrigal, 1976).

A menudo el bosque de oyamel se presenta puro y entonces una de las especies de *Abies* constituye el componente único del estrato arbóreo superior. Tales masas forestales son frecuentes sobre el Eje Volcánico Transversal, donde domina *A. religiosa*. En estas partes pueden ser más comunes los bosques mixtos, con intervención de diversos árboles, sobre todo los del género *Pinus*, *Quercus*, *Pseudotsuga* y *Cupressus* en el estrato arbóreo superior; el estrato arbóreo inferior formado por *Quercus*, *Alnus*, *Arbutus*, *Salís*, *Prunus*, *Garrya*, *Buddleia* y otras. El estrato arbustivo y herbáceo contiene, por lo general, numerosos representantes de la familia Compositae, en particular los géneros *Senecio*, *Eupatorium*, *Stevia* y *Archibaccharis*; y el estrato restante que está dominado por musgos y presenta con frecuencia muy altos valores de cobertura, también se observa en él numerosos hongos basidiomicetos durante la época de lluvias (Rzedowzki, 1998).

En la región central de México, la especie más frecuentes de *Abies religiosa*, ocasionalmente mezclada con *Pinus*, *Cupressus*, *Pseudotsuga*, o con elementos de *Quercus*, *Alnus* y otros (Domínguez, 1991).

2.3 Ecología del género *Abies* en Coahuila

Se trata de una de las únicas áreas coahuilenses no afectadas por climas secos. El clima que más se extiende es el templado subhúmedo con lluvias en verano, de más de 600 mm de precipitación total anual y una temperatura media anual de 14 °C (SPP - INEGI, 1983).

Corresponde a la clasificación C (w2)x', templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual (CONABIO, 2000).

Dominan los suelos someros de origen residual y de textura media (Litosoles). Estos suelos se presentan asociados a otros un poco más profundos y muy oscuros (Rendzinas), o bien a suelos claros, profundos y de textura media (Regosoles calcáricos) (SPP - INEGI, 1983).

También se encuentra el Leptosol lítico LPq (Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelo somero, limitado en profundidad por una roca dura continua o por una capa continua cementada dentro de una profundidad de 10 cm a partir de la superficie (CONABIO, 2000).

Se mezcla con bosques de pino-encino, chaparral asociado de encinos bajos y vegetación arbustiva. Suelen estar en climas templados y en altitudes mayores a los 800 m (CONABIO, 2000). Pueden ser más comunes los bosques mixtos, con intervención de varios árboles sobre todo los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Pseudotsuga* y *Cupressus* (Rzedowzki, 1998).

2.4 Estructura y Crecimiento de Poblaciones de *Abies* en México

2.4.1 Estructura

En el Valle de México la estructura está constituida típicamente por cuatro estratos aunque a veces se presentan cinco, especialmente en la línea altitudinal inferior del bosque. Dichos estratos son el estrato rasante o muscinal (I), el estrato herbáceo (II), el estrato arbustivo (III), el arbóreo inferior (IV) y el estrato arbóreo superior (V), este último con altura máxima de 45 metros, aunque en algunos lugares se encuentran ejemplares mayores. El estrato rasante está formado prácticamente por criptógamas, las cuales comprenden numerosas especies de musgos, en número de 22, una fanerógama, un líquen y una especie transgresiva (*Abies religiosa*), la altura del estrato nunca es mayor de 1 cm. y la riqueza en el número de especies sólo es superada por el estrato herbáceo, donde dominan las caméfitas, que alcanzan un tamaño máximo aproximado de 1.5 m (Madrigal, 1967).

El estrato arbustivo lo constituyen principalmente las nanofanerófitas, en número de 43 especies, con una altura máxima de 5 metros. En cambio el estrato arbóreo inferior con una altura no mayor de 15 metros sólo tiene 6 especies. En todos los estratos inferiores se encuentra una especie transgresiva, ésta constituye el estrato V o arbóreo superior. La presencia de trepadoras, epífitas y parásitas es muy escasa (Madrigal, 1967).

En la Sierra la Martha, Arteaga, Coahuila, el estrato arbóreo de coníferas se analiza a partir de sus valores de densidad, área basal, estructura y edad de sus incrementos. Y la estructura se analiza a partir de sus valores de diámetro normal y altura (Cornejo, 1987).

2.4.2 Crecimiento

El crecimiento de algunas plantas en particular, dentro del bosque, depende de su capacidad de expresar su potencial genético a través de su fisiología dentro del medio al que está expuesta. Los factores básicos, fisiológicos y ambientales como la fotosíntesis, la respiración, la translocación y la absorción de agua y minerales, controlan la cantidad neta de alimentos disponibles para el crecimiento de la planta y el relativo vigor de la misma (Daniel *et al.*, 1982).

En condiciones naturales el crecimiento de los árboles, está influenciado, por el clima, las condiciones de suelo, y la disponibilidad de agua, entre otros factores; sin embargo, aún cuando estos factores sean relativamente homogéneos, en un área determinada, el crecimiento de los árboles, será afectado por la competencia entre ellos (Sánchez y Vargas, 2006).

El incremento en altura se manifiesta en la primavera. Generalmente comienza con una gran intensidad, que dura de 2 a 3 semanas, posteriormente decrece gradualmente, y en algunas especies se interrumpe mientras que en otras se presenta sin esa interrupción hasta septiembre u octubre. El crecimiento en altura en *Abies alba* Mill, dura cerca de 3 meses. La duración del aumento en altura puede ser menor debido a un verano seco y frío, pero puede alargarse con el verano húmedo y caluroso, lo que hace posible la formación de brotes, los cuales en algunas especies pueden ser mayores que los brotes de primavera (Klepac, 1976).

La altura que alcanzará un árbol cuando crece en un cierto sitio y hasta una edad determinada es dependiente del suelo y el clima, excepto cuando la afecta la densidad del rodal. El crecimiento en altura de los árboles se ve afectada negativamente tanto por la presencia de rodales muy abiertos como por la rodales muy densos (Daniel *et al.*, 1982).

El incremento anual en diámetro se puede decir que depende también de la cantidad de reservas materiales acumuladas por el árbol durante el año. Pero el crecimiento e incremento en diámetro del árbol depende más del medio ambiente que el crecimiento e incremento en altura; dentro de ciertos límites el incremento en diámetro es mayor cuando hay más espacio, lo mismo sucede con la luz. El incremento anual en diámetro se manifiesta en los anillos de crecimiento. El ancho de los anillos no es igual a lo largo de todo el fuste. Los anillos de crecimiento son más anchos en la parte superior del fuste inmediatamente debajo de las primeras ramas; más abajo el ancho de los anillos decrece y en la base del árbol se ensanchan otra vez (Klepac, 1976).

El incremento en volumen del árbol no solo consiste en la parte leñosa, sino también del follaje, frutos, sistema radicular, etc. El volumen del árbol aumenta paralelamente con la altura y el diámetro desde su nacimiento hasta su muerte, teniendo una relación lineal con el área basal, mientras el incremento en número de árboles por hectárea eleva la magnitud del área basal, y se sostenga la relación lineal entre el área basal, y el volumen, la densidad carece de efectos significativos, sobre el crecimiento en altura. Cuando el área basal disminuye al aumentar el número de árboles por unidad de superficie, el incremento en volumen y probablemente el crecimiento en altura también se reduce (Daniel *et al.*, 1976).

Las variables dasométricas mencionadas anteriormente tienen durante las diferentes etapas de su vida un crecimiento de tipo simoidal en forma de "S", pero el punto de inflexión en esta curva ocurre aún más tarde que en las curvas de incremento en altura y diámetro, lo que sostiene una repercusión en la culminación del incremento en volumen. Bajo condiciones diferentes al incremento en volumen siempre culmina después del incremento en altura, diámetro y área basal. De una manera general se puede establecer que debido a lo lento del desarrollo del árbol en su juventud, la culminación de su incremento es tardía, de tal manera que sólo se producen pequeños incrementos en esta culminación, pero una vez alcanzando el desarrollo máximo este permanece por un periodo mayor al mismo nivel (Klepac, 1976).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra al SE del Estado de Coahuila, en la provincia de la Sierra Madre Oriental, particularmente en la subprovincia de la Gran sierra plegada, la cual forma parte de la Región Terrestre Prioritaria El Potosí - Cumbres de Monterrey (RTP-81), tomando como localidades de referencia Arteaga y San Antonio de las Alazanas (CONABIO, 2000; SPP - INEGI, 1983). Prácticamente en siete rodales distribuidos en la siguiente forma (Cuadro 2).

El área presenta topografía muy accidentada en donde se puede encontrar pendientes de hasta 70 % y elevaciones de 1400 a 3600 msnm, con exposiciones Norte y Noreste en su mayoría. Las coordenadas geográficas del área de estudio son 25° 10' 00" a 25° 63' 00" de latitud Norte, y de 100° 10' 00" a 101° 06' 00" de longitud Oeste (Figura 1).

En la subprovincia dominan los suelos Litosoles, que son someros, de origen residual y textura media. Estos suelos se encuentran asociados con Rendzinas que son un poco más profundos y muy oscuros. Prácticamente todas las calizas, lutitas y areniscas que afloran en la región, corresponden al periodo geológico conocido como cretácico de la era Mesozoica de origen sedimentario marino (SPP - INEGI, 1983).

La vegetación presente es de Bosque de coníferas (*Pinus pseudostrabus* Lindl, *Pinus cembroides* Zucc, *Pinus teocote* Schl. et Cham. y *Pseudotsuga flahualti* Flous, *Pinus ayacahuite* C. Ehrenb. ex Schltldl, *Pinus greggii* Engelm, *Abies sp*, *Picea sp*, *Arbutus sp*, *Quercus sp*) (CONABIO, 2000).

Cuadro 2. Características de ubicación de siete rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Rodal	Localidad	Paraje	Altitud † (msnm)	Pendiente †† promedio (%)	Superficie § del rodal (ha)	Exposición ϕ	Coordenadas †††	
							X	Y
I	Piedra Blanca	El Tarillal	2821	43.2	31.63	N	0343237 0344418	2815436 2815991
II	Los Lirios	Los Lirios	2678	57.9	32.73	N	0345265 0346683	2807374 2808049
III	Mesa de las Tablas	Cañón El Lobo	2622	63.9	4.85	NW	0357879 0358257	2792293 2792638
IV	El Rayón	La Martha	2699	60	1.05	N	0360513 0360657	2789648 2789832
V	Mesa de las Tablas	El Coahuilón	2935	50	0.48	NW	0361336 0361496	2792460 2792533
VI	San Juan de los Dolores	Puerto San Juan	2687	49.2	6.98	N	0343393 0343953	2812732 2812951
VII	Jamé	Cañón de Jamé	2620	56.5	1.74	N	0340793 0340982	2803655 2803849

†: Valores obtenidos en campo con ayuda del receptor GPS, expresado en metros sobre el nivel del mar.

††: Valores obtenidos en campo con la pistola haga, expresado en porcentaje.

§: Información obtenida a través de ArcGis (9.3).

ϕ: Datos tomados en campo con ayuda de una brújula Sunnto.

†††: Sistema de coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), obtenidas en campo con ayuda del receptor GPS.

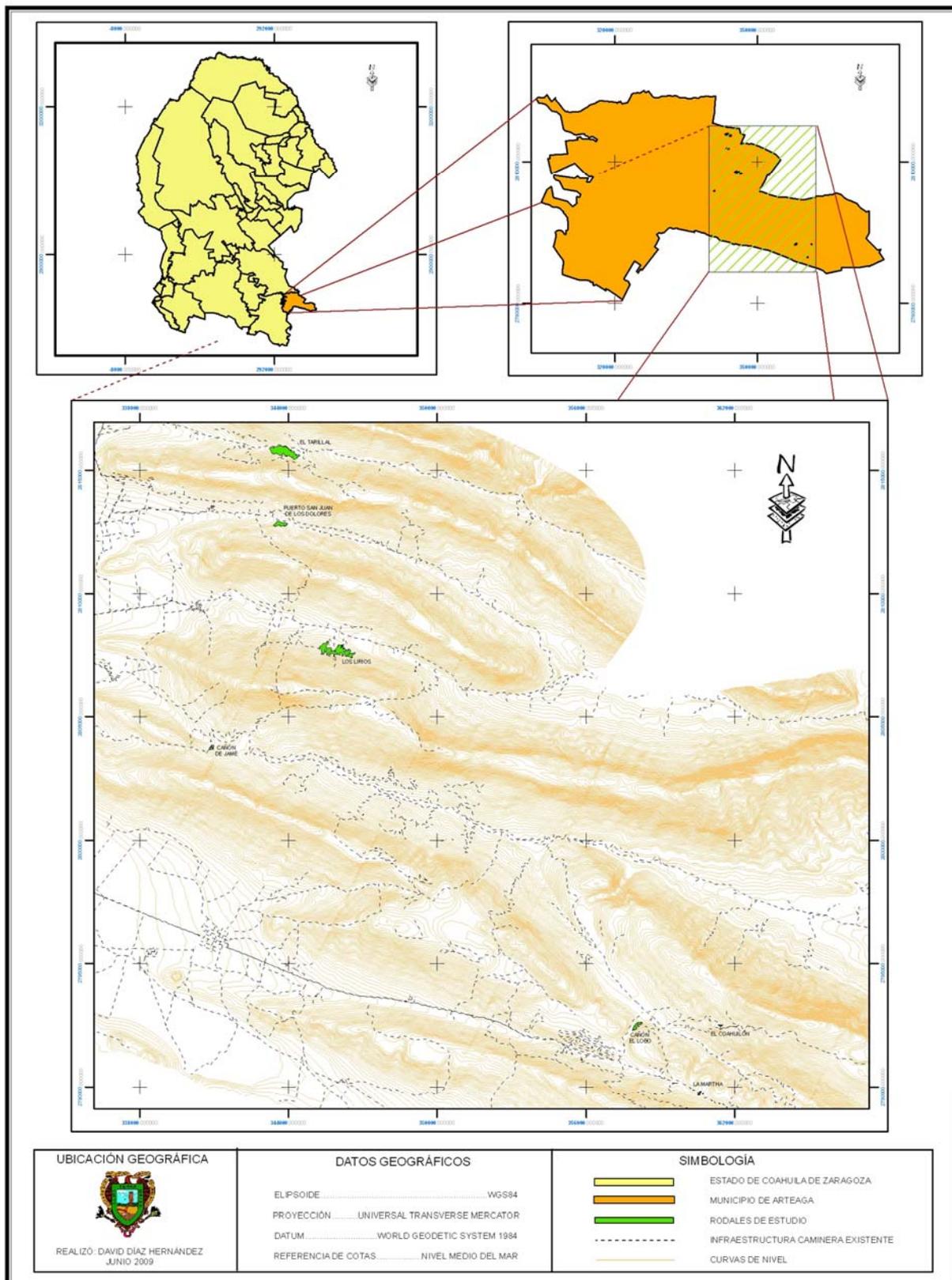


Figura 1. Ubicación geográfica de los siete rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Cuadro 3. Tipos de clima para los siete rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Rodal	Localidad	Paraje	Fórmula climática
I	Piedra Blanca	El Tarillal	C(W1). Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.
VI	San Juan de los Dolores	Puerto San Juan	
VII	Jamé	Cañón de Jamé	
II	Los Lirios	Los Lirios	BS1k (x'). Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18° C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano mayores al 18% anual.
III	Mesa de las Tablas	Cañón el Lobo	
IV	El Rayón	La Martha	
V	Mesa de las Tablas	El Coahuilón	Cb' (W1) 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 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.

Fuente: CONANP (2006).

3.2 Diseño de muestreo

Con la finalidad de tener la mayor representatividad de la distribución de los bosques de *Abies vejarii* en la sierra de Arteaga, se realizaron recorridos previos al levantamiento de los sitios de muestreo.

Para definir los rodales de *Abies vejarii* para ser evaluados en la Sierra de Arteaga, se realizaron varios recorridos por las distintas poblaciones, considerando principalmente la accesibilidad al rodal; posteriormente se procedió a delimitar los rodales en cartas topográficas escala 1:50,000 G14C34-Arteaga y G14C35-San Antonio de Las Alazanas. En estas se marcaron las áreas de las poblaciones, siguiendo la forma topográfica del terreno que pudieran servir de referencia al momento de su ubicación y delimitación en campo. Los principales rasgos topográficos que se consideraron en la carta al ubicar las poblaciones fue: carreteras, brechas, veredas,

arroyos, parteaguas, centros de población, localidades rurales y áreas agrícolas. Con el uso de un receptor GPS se ubicaron varios puntos de referencia en los extremos de cada rodal, así como en los sitios de muestreo. Los parámetros de configuración que se utilizaron en el receptor fueron con Datum WGS84 y unidades en metros UTM (Figura 2).

Se realizó un diseño de muestreo estratificado con arreglo sistemático y distanciamiento entre sitios de 100 a 150 metros. Para los rodales alargados se siguieron líneas perpendiculares a la pendiente del terreno, aproximadamente al centro del rodal, esto con la finalidad de facilitar el levantamiento de la información; mientras que en rodales más compactos los sitios se ubicaron aproximadamente al centro, siendo menos el número de sitios para este último caso, levantando de cuatro a ocho sitios de muestreo por rodal, dependiendo del tamaño de la población evaluada.

Para cada sitio de muestreo se llevo un registro de información que comprende el número de rodal, número de sitio, altitud, coordenadas, exposición, pendiente, fecha, paraje, localidad y municipio; los sitios fueron circulares de 500 m², en estos se levantaron información dasométrica de altura, categoría diamétrica, grosor de corteza, edad, posición de copa (dominante, intermedia y suprimida), diámetro de copa y daños (sin daños, quemado, plagado, espejeado, enfermo y bifurcado) para la especie en cuestión, así como categoría diamétrica de otras coníferas; cabe mencionar que para delimitar estos sitios se utilizó cuerda compensada de acuerdo a la pendiente.

Se realizó un plano, donde se delimitaron los rodales y subrodales objeto de estudio, para obtener su superficie a partir de coordenadas UTM de los sitios de muestreo, además de la utilización de ortofotos digitales, por medio de un programa de Sistemas de Información Geográfica (ArcGis 9.2).

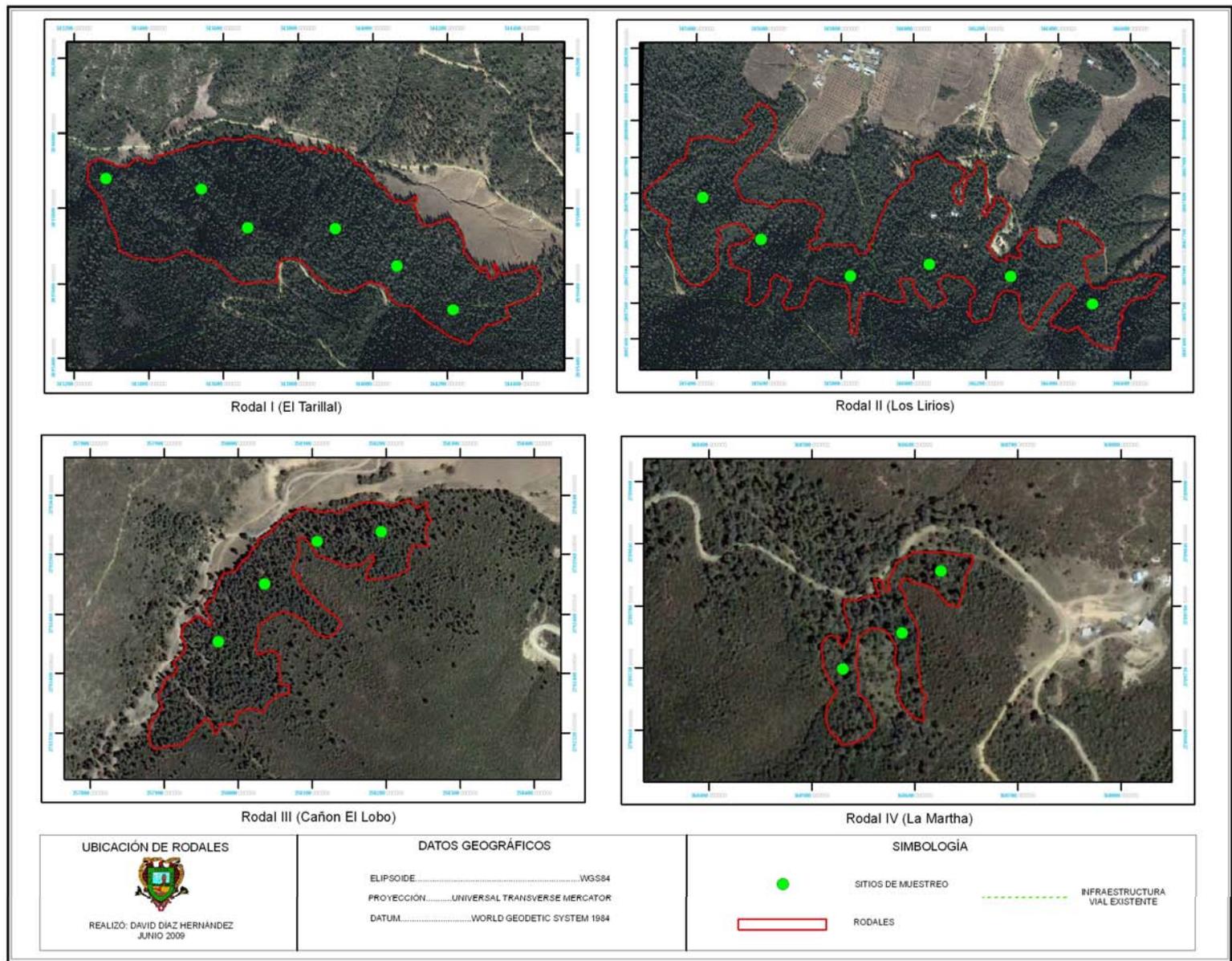


Figura 2. Mapas de siete rodales y sitios de muestreo de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

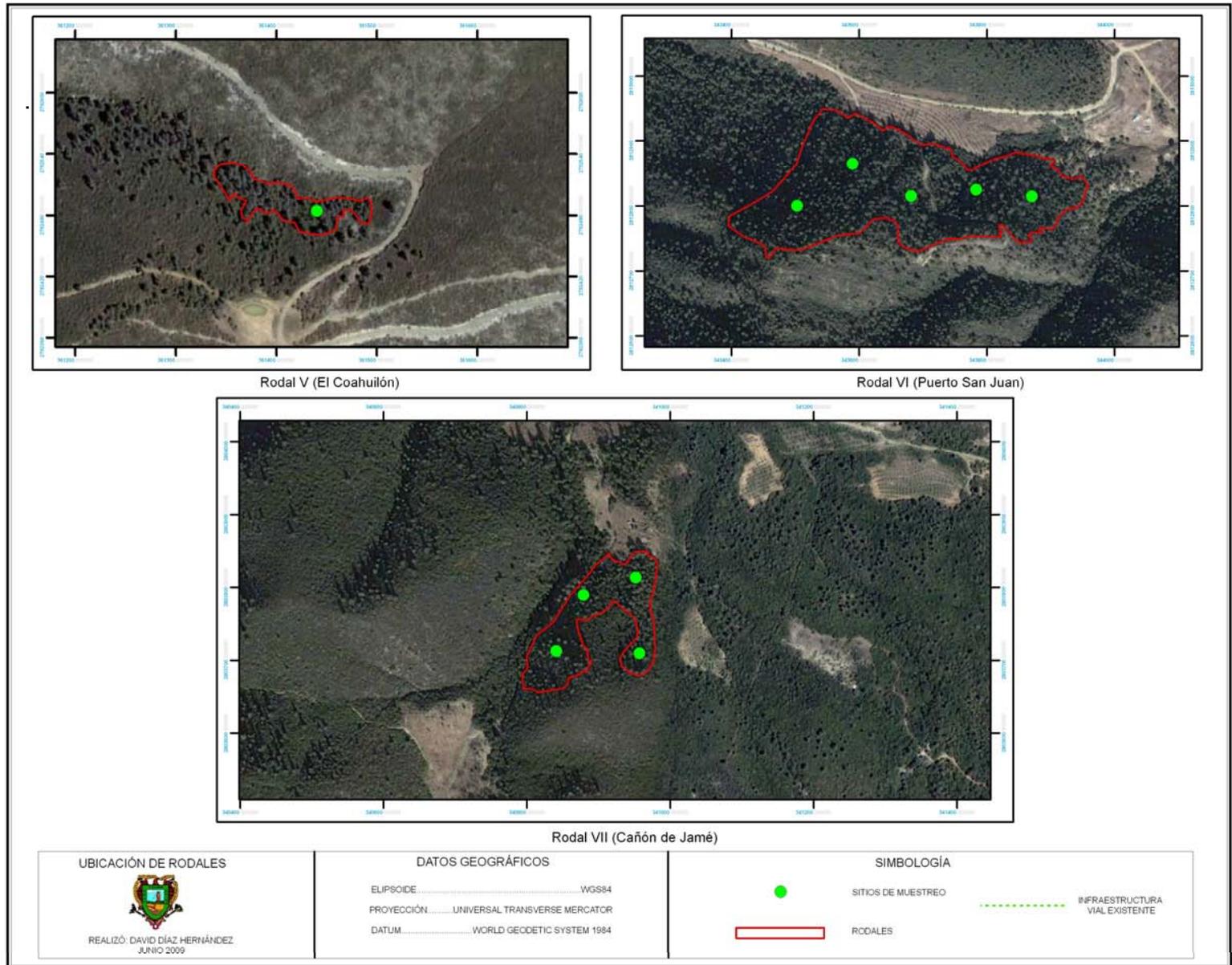


Figura 2. Mapas de siete rodales y sitios de muestreo de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Continuación.

3.3 Secuela de cálculo de incrementos en rodales

Antes de realizar la secuela de cálculo de incrementos se determinó el incremento corriente anual del diámetro sin corteza (ICAdsc), a partir de las virutas colectadas en campo, para esto se tuvieron que conservar y preparar para su evaluación mediante los siguientes pasos.

- 1) las virutas colectadas en campo se pusieron en refrigeración.
- 2) Se sacaron de refrigeración y se secaron a temperatura ambiente.
- 3) Después se motaron en tabletas de madera, adhiriéndolas con pegamento blanco para una buena fijación y facilitar el trabajo posterior de lijado.
- 4) Se lijaron con dos tipos de lija (gruesa y fina), hasta lograr una buena perspectiva de los anillos de crecimiento.
- 5) Posteriormente se llevó a cabo la contabilización y medición de los anillos de crecimiento con ayuda de una lupa y una regla graduada en milímetros.

Para determinar el incremento en volumen se utilizó la versión modificada del método de Loetsch desarrollado por Villa Salas (Aguilar y Villa Salas, 1995); para cada uno de los siete rodales el procedimiento desarrollado se ejemplifica en el Cuadro 4, considerando los cálculos para cada una de las columnas.

Columna 1. Se anotaron las categorías diamétricas en centímetros, empezando con la categoría diamétrica inferior a la más pequeña considerada para el cálculo de incremento de una masa arbolada, estrato o rodal. Es decir (CD-5) y se termina en la categoría superior.

Columna 2. Se anotaron los volúmenes en m³ del árbol tipo por cada clase diamétrica.

El volumen por individuo se obtuvo ajustando los valores de Categoría diamétrica (CD) y Altura, mediante una regresión (Apéndice 1), dicha regresión sirvió para calcular la altura en base a la CD encontrada en el rodal; y estos valores ajustados se utilizaron para calcular el volumen individual utilizando la ecuación de la tabla de volumen para *Abies vejarii* var. *macrocarpa* Martínez, en la sierra de Arteaga, Coahuila (Torres y

Cano, 1993). $\text{Log VOL} = -1.462809 + 1.716447 \text{ Log DN} + 1.050464 * \text{Log HT}$. Donde, Log= logaritmo en base a 10, VOL= volumen, DN= diámetro normal a 1.3 m de la base de fuste (cm), HT= altura total (m).

Cuadro 4. Ejemplo de secuela de cálculo del incremento en volumen con la versión modificada al Método de Loetsch, rodal I de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CD (cm)	Vol/árbol (m ³)	Dif vol (cm ³)	Vol/pc diamétrica	Inc A diam sin corteza (cm ³)	Inc A diam con corteza (cm ³)	Inc anual árboles (m ³)	Inc volumen %	No. Árboles ha	Vol total ha	Incremento ha
5	0.0070	0.0381								
10	0.0451	0.0755	0.0114	0.2520	0.2573	0.0029	6.4875	168	7.5701	0.4911
15	0.1206	0.1416	0.0217	0.3200	0.3293	0.0072	5.9307	72	8.6818	0.5149
20	0.2622	0.1716	0.0313	0.2200	0.2283	0.0071	2.7264	33	8.6526	0.2359
25	0.4338	0.2169	0.0389	0.2900	0.3033	0.0118	2.7167	20	8.6755	0.2357
30	0.6507	0.2508	0.0468	0.3720	0.3923	0.0184	2.8201	44	28.6308	0.8074
35	0.9015	0.2683	0.0519	0.2400	0.2552	0.0132	1.4695	40	36.0613	0.5299
40	1.1698							377 [†]	98.2721 [†]	2.8149 [†]

†: Valores totales.

CD= Categoría diamétrica, Vol= volumen, Dif= Diferencia, pc= Por categoría, Inc= Incremento, A= anual

Columna 3. Se determinaron las diferencias de volumen existente entre las categorías diamétricas sucesivas $V_{10} - V_5$ $V_{15} - V_{10}$ hasta las más altas categorías diamétricas existentes.

Columna 4. Se determinó el volumen de 1 centímetro de diámetro de cada clase diamétrica, dividiendo la suma de la diferencia de volumen de la clase diamétrica anterior a la considerada y la diferencia de volumen de la clase diamétrica posterior a la considerada entre 10.

Columna 5. Se anotó los valores los valores del Incremento corriente anual en diámetro sin corteza en centímetros (ICAVsc), obtenidos de las virutas de crecimiento, multiplicado por dos la longitud de los últimos diez anillos (cm) y dividiendo este valor entre diez.

Columna 6. Para obtener el incremento anual en diámetro con corteza, fue necesario transformar el incremento en diámetro sin corteza a incremento en diámetro con corteza, multiplicando el incremento sin corteza por un factor de conversión, el cual se generó a partir de modelos de doble grosor de corteza (Dgc) con diámetro con corteza (Dcc) obtenidos con la ayuda del programa SigmaPlot, al igual que un modelo de aquellas categorías diamétricas faltantes por rodal (Apéndice 2).

Columna 7. Se calculó el incremento en volumen por árbol para cada categoría diamétrica, multiplicando el incremento anual en diámetro con corteza (columna 6) por el volumen de un centímetro de diámetro de la categoría considerada (columna 4).

Columna 8. Se obtuvo el porcentaje de incremento en volumen por árbol de cada categoría diamétrica, multiplicando por 100 el cociente que resulto de dividir el incremento en volumen (columna 7) entre el volumen por árbol de esa categoría (columna 2).

Columna 9. Se anotaron las densidades (árboles por hectárea), obtenidas de la sumatoria de todos los árboles por categoría diamétrica, entre la superficie en hectáreas del total de sitios muestreados.

Columna 10. Se determinó el volumen por hectárea de cada categoría diamétrica multiplicando el número de árboles por hectárea (columna 9) por el volumen individual de la correspondiente categoría diamétrica (columna 2).

Columna 11. Se calculó el incremento corriente anual en volumen por hectárea de cada clase diamétrica, multiplicando el número de árboles por hectárea (columna 9) por el incremento en volumen por árbol de su correspondiente categoría diamétrica (columna 7).

Para facilitar el proceso con la metodología descrita, se utilizó una hoja de cálculo del programa Excel, para calcular incremento corriente anual en volumen por hectárea.

3.4 Análisis estadístico

Con el propósito de conocer las diferencias entre rodales para el incremento corriente anual en volumen por hectárea (ICAV/ha) se realizó un análisis de varianza (ANVA) considerando un modelo de efectos mixtos con muestras de calificación jerárquica o muestreo anidado, considerando los rodales como efecto fijo y a los sitios como efecto aleatorio (Snedecor y Cochran, 1981; Sit, 1995; Littell *et al.*, 1996). Cuando hubo diferencias en el ANVA se procedió a realizar la prueba de diferencia mínima significativa (DSM) de separación de medias. El modelo empleado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + A_{j(i)} + \varepsilon_{k(ji)}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado de la característica en la k-ésima muestra del j-ésimo sitio en el i-ésimo rodal;

μ = Valor del ICAV/ha;

L_i = Efecto aleatorio del i-ésimo rodal;

$A_{j(i)}$ = Efecto del j-ésimo sitio dentro del i-ésimo rodal;

$\varepsilon_{k(ji)}$ = Error aleatorio dentro de los sitios.

Para encontrar la relación correcta e indicar aquellos casos en que los cambios de una variable estén asociados con los cambios de otra variable, se registraron características fisiográficas tales como altura sobre el nivel del mar, y pendiente, y algunos elementos del clima como la precipitación y la temperatura. Se realizó un procedimiento de correlación de Pearson entre los índices de las variables dasométricas ICAV/ha, % ICAV/ha, edad, diámetro promedio, densidad, área basal y volumen y los factores ambientales y fisiográficos.

En la interpretación de las correlaciones se consideró que cuando dos variables cambian juntas, en tal forma que un aumento en una de ellas va asociado con un incremento en la otra, se dice que las variables están correlacionadas positivamente. Si el aumento en una variable coincide con una disminución en la otra, se dice que las dos variables están correlacionadas negativamente. Si no hay relación entre las variables se dice que son independientes o que no están correlacionadas.

Con el apoyo del paquete estadístico Sigmaplot se utilizaron ecuaciones de tipo sigmoideal y se estimaron los parámetros de cada modelo, buscando minimizar la suma de cuadrados residuales. Se examinó visual y cuidadosamente las respuestas de las variables representadas en un diagrama de dispersión y el diagrama de dispersión con el modelo ajustado para observar su comportamiento.

Para la selección de los modelos, se compararon los siguientes estadísticos; menor valor del cuadrado medio del error (CME), el coeficiente de determinación (R^2) y coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}) (Alder, 1980; Clutter *et al.*, 1992; Vanclay, 1994).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Incrementos de volúmenes en rodales

En el Cuadro 5, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre rodales considerando el ICAV/ha (m^3); sobresaliendo los rodales IV y V con respecto al I, II, VI y VII., mismos que presentan los valores de incremento mas bajos.

Los valores encontrados de incremento corriente anual en volumen por hectárea (ICAV/ha) fueron variables; desde 1.619 hasta 5.723 m^3 , con un promedio en los siete rodales de 2.801 m^3 (Cuadro 5), de estos destaca el rodal IV, el cual presenta el mayor valor con diferencias de 1.825 y hasta 4.104 m^3 más que el resto de los rodales. Haciendo una comparación con este rodal y los rodales II y VII con la edad promedio, se puede apreciar que el rodal IV, presenta una edad de 36 años, mientras que los rodales II y VII, edades de 54 y 57 años respectivamente; el incremento corriente anual al principio aumenta con la edad en forma relativamente rápida; habitualmente antes de la mitad del largo de la vida alcanza un máximo y decrece luego de este punto de culminación en forma lenta (Prodan, *et al.*, 1997).

Como comparación con un estudio realizado para estimar el contenido y captura de carbono en Cerro Grande, Municipio de Tancítaro, Michoacán, siguiendo la misma metodología de Loetch (Fragoso, 2003), se tiene que el ICAV/ha en *Abies religiosa* en 18 rodales es inferior pero cercano con respecto al presente estudio, con un promedio de 2.528 m^3 y valores que van de 0.199 a 3.56 m^3 . Sin embargo el % de ICAV/ha es

mayor con datos que van de 0.932 % a 11.625 %, con una media de 5.496 %, siendo estos valores más altos con respecto a los datos obtenidos para el presente estudio, los cuales oscilan entre 1.953 y 4.603 % con una media de 3.579 %.

Es probable que esto se deba a la calidad de estación de las distintas regiones, considerando principalmente que el tipo de suelo que se encuentra en Tancítaro es de origen volcánico y que ahí se presenta una precipitación media anual de entre 1000 y 1200 mm (Fragoso, 2003), mientras que en la Sierra de Arteaga, el origen del suelo es

Cuadro 5. Características dasométricas de siete rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Rodal	I	II	III	IV	V	VI	VII	Promedio	
Mezcla de especies (%)	<i>Abies</i>	54	44	51	27	100	48	75	57.000
	<i>Pseudotsuga</i>	29	28	49	24	0	49	20	28.429
	<i>Pinus</i>	17	28	0	49	0	3	5	14.571
Superficie del rodal (ha)	31.63	32.73	4.85	1.06	0.48	6.98	1.74	11.353	
Densidad por hectárea (individuos)	287	140	305	640	80	196	196	263.429	
Diámetro promedio (cm)	21	28.33	26.5	21.33	25	27.6	26	25.109	
AB / ha (m ²)	2.283	2.567	2.600	4.467	1.600	1.920	2.000	2.491	
Edad media (años)	49	54	46	36	39	42	59	46.429	
Volumen total / ha (m ³)	98.272	162.969	154.729	176.884	88.748	214.184	208.882	157.810	
ICAV /ha	2.009c	1.619c	2.405bc	5.723a [†]	3.898ab	2.074c	1.883c	2.801	
% ICAV /ha	4.268	3.584	3.439	4.603	1.953	4.152	3.054	3.579	
ICAV / rodal	63.551	52.980	11.663	6.066	1.871	14.474	3.276	21.983	

AB/ha = área basal por hectárea, ICAV/ha= incremento corriente anual en volumen por hectárea, %ICAV/ha= Porcentaje de incremento corriente anual en volumen por hectárea

†: Promedios seguidos de la misma letra en la fila del ICAV/ha no son diferentes estadísticamente, de acuerdo con la diferencia mínima significativa ($P \leq 0.05$).

residual y con precipitaciones de más de 600 mm anuales (SPP - INEGI, 1983); además que no se trata de la misma especie.

También de acuerdo al estudio realizado para determinar el volumen óptimo en bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham en el Distrito Federal (Pimentel, 1979), donde se delimitó un sitio de 0.50 hectáreas, se obtuvo una producción anual (incremento anual en volumen) de 12 m³/ha y su por ciento de 4.13 y 4.12 siguiendo las fórmulas de León Schaeffer y André Schaeffer, respectivamente. Dicho incremento y sus porcentajes resultaron más altos, en comparación con los del presente estudio, teniendo diferencias de 9.199 m³/ha en volumen y 0.551 % de su incremento, con respecto a los valores medios obtenidos en la Sierra de Arteaga.

4.2 Relación de variables dasométricas y ambientales

En el Cuadro 6, entre la edad y el ICAV/ha, existe una correlación negativa ($r = -0.789$, $P = 0.036$), donde a medida que la edad aumenta el ICAV/ha decrece, permaneciendo éste por un periodo mayor al mismo nivel conforme la edad aumenta (Klepac, 1983). Esto se puede comprobar con la Figura 3, la cual describe el comportamiento del ICAV/ha y su porcentaje, en su etapa de declinación a través del tiempo, en los rodales evaluados. Los análisis de varianza se presentan en el apéndice 3.

También existe una correlación positiva ($r = 0.935$, $P = 0.002$) entre la densidad/ha y el área basal/ha, las cuales aumentan o decrecen en la medida que cualquiera de las variables lo hace, tal es el caso de los rodales IV y V, los cuales presentan densidades de 640 y 80 árboles por ha y área basal de 4.467 y 1.6 m² respectivamente. Lo anterior se puede explicar debido a que el crecimiento e incremento de los árboles dependen, entre otros factores, específicamente de la posición y espacio ocupado por el árbol en la masa. Árboles que crecen bajo condiciones de alta densidad, no pueden desarrollar de manera satisfactoria, tanto su sistema radicular como su copa, por lo que su incremento en volumen disminuye (Klepac, 1983).

Cuadro 6. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables dasométricas y ambientales para rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. ICAV/ha	1.000	0.097 ^{ns}	-0.787 [*]	-0.575 ^{ns}	0.684 ^{ns}	0.677 ^{ns}	-0.115 ^{ns}	0.291 ^{ns}	0.224 ^{ns}	-0.393 ^{ns}	0.712 ^{ns}
2. % ICAV/ha		1.000	-0.133 ^{ns}	-0.369 ^{ns}	0.702 ^{ns}	0.642 ^{ns}	0.367 ^{ns}	-0.413 ^{ns}	-0.006 ^{ns}	0.062 ^{ns}	-0.232 ^{ns}
3. Edad			1.000	0.374 ^{ns}	-0.442 ^{ns}	-0.379 ^{ns}	0.245 ^{ns}	-0.442 ^{ns}	0.049 ^{ns}	0.629 ^{ns}	-0.763 [*]
4. Diámetro promedio				1.000	-0.648 ^{ns}	-0.487 ^{ns}	0.442 ^{ns}	-0.401 ^{ns}	0.310 ^{ns}	-0.379 ^{ns}	-0.027 ^{ns}
5. Densidad/ha					1.000	0.935 ^{**}	0.193 ^{ns}	-0.276 ^{ns}	0.357 ^{ns}	-0.082 ^{ns}	0.325 ^{ns}
6. AB/ha						1.000	0.196 ^{ns}	-0.308 ^{ns}	0.506 ^{ns}	-0.253 ^{ns}	0.321 ^{ns}
7. Vol/ha							1.000	-0.830 [*]	0.415 ^{ns}	0.059 ^{ns}	-0.073 ^{ns}
8. ASNM								1.000	-0.668 ^{ns}	-0.016 ^{ns}	0.113 ^{ns}
9. Pendiente									1.000	-0.431 ^{ns}	0.489 ^{ns}
10. Temperatura										1.000	-0.727 ^{ns}
11. Precipitación											1.000

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$), * Significativo ($P \leq 0.05$), ns No significativo ($P > 0.05$), ICAV/ha= incremento corriente anual en volumen por hectárea, AB/ha= área basal por hectárea, Vol/ha= volumen por hectárea, ASNM= altura sobre el nivel del mar.

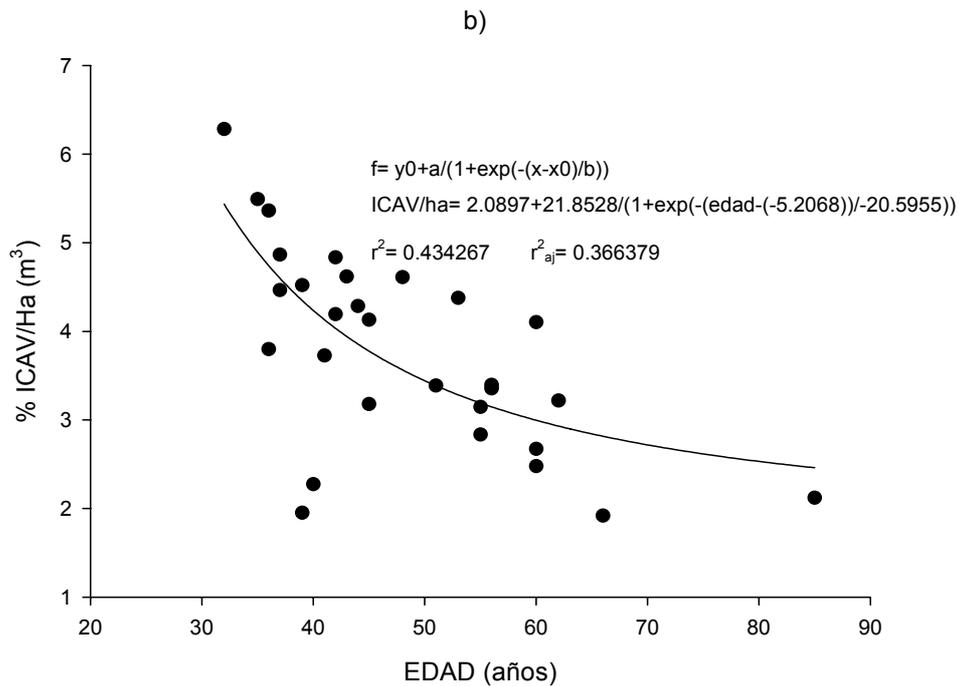
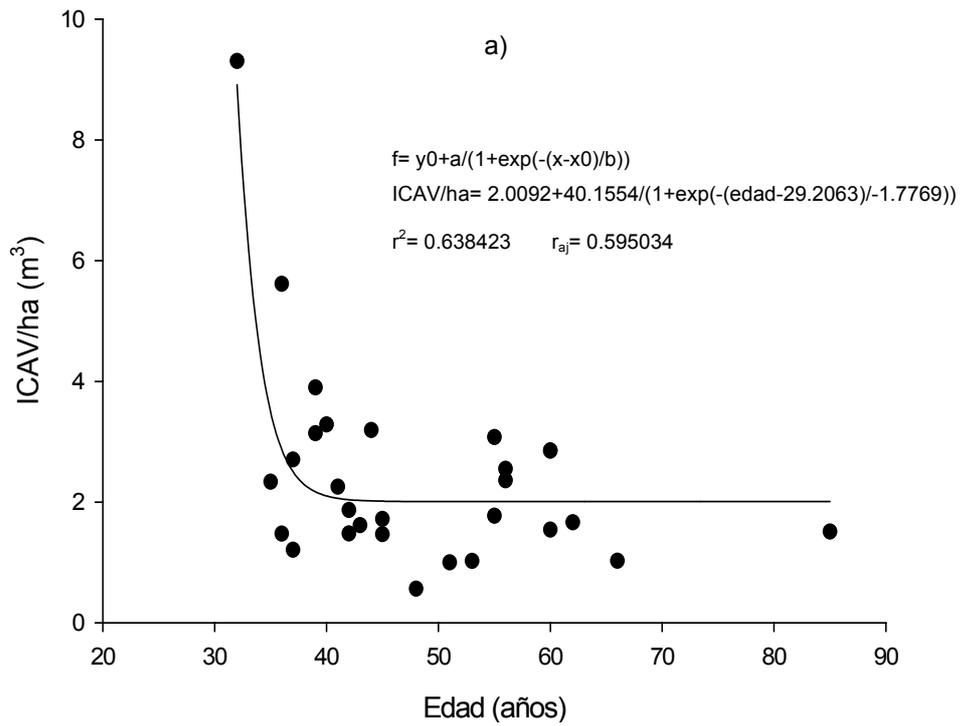


Figura 3. Relación edad con ICAV/ha (a) y edad con % ICAV/ha (b) con curvas ajustadas para siete rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Se encontró una correlación negativa ($r= 0.830$, $P= 0.021$) entre el volumen/ha y la ASNM, teniendo que a medida que la altitud sobre el nivel del mar aumenta, existe menor volumen por hectárea, esto posiblemente sea como resultado de que en las áreas con mayor rango altitudinal, los suelos son más delgados y son más pobres en materia orgánica, lo que probablemente influya en que en los rodales que se encuentran en las mayores altitudes presenten menor volumen/ha.

La edad y la precipitación presentan correlación negativa ($r= -0.763$, $P= 0.046$), sin embargo, se pudiera considerar ésta una relación de tipo casual, debido a que son variables que comúnmente no se afectan entre sí, si se carece una de la otra.

Entre el resto de las variables dasométricas y ambientales las correlaciones fueron no significativas para este estudio, sin embargo pudiera existir correspondencia entre el ICAV/ha con la densidad/ha ($r= 0.689$, $P= 0.090$), el área basal ($r= 0.677$, $P= 0.095$) y la precipitación ($r= 0.712$, $P= 0.073$), ya que presentan valores de correlación positiva. Quizás, si se evalúan otras poblaciones, los resultados de correlación pudieran ser significativos.

Una de las correlaciones de interés es entre ICAV/ha y el área basal, el aumento que se da es común en rodales donde no se tiene densidad absoluta o que está llegando a ella; esto no sucede cuando se rebasa la línea de densidad absoluta, o el número de árboles o área basal por hectárea la cual expresa la densidad límite de un rodal (Prodan, *et al.*, 1997), lo que implicaría un aumento en el área basal pero un decremento en el incremento, a esto se refiere el resultado obtenido en aclareos en una regeneración de *Pinus rudis* Endl., en San José de la Joya, Galeana Nuevo León (Díaz, 2002), donde observó un descenso en el incremento de área basal después de cuatro años de aplicado un tratamiento de aclareo con intensidad de aclareo por lo bajo conservándose una densidad absoluta en el sitio.

Otra de las correlaciones de interés es entre el ICAV/ha y la precipitación, que aunque la significancia fue de $P=0.073$, es una relación que se ha encontrado que afecta al crecimiento (derivado del crecimiento está el incremento); en rodales que reciben mayor precipitación deberían tener mayor incremento que aquellos donde la precipitación es

escasa, evidentemente el déficit de agua afecta principalmente el crecimiento en altura de los árboles, así como su fenología, la absorción de nutrientes, desarrollo de anillos de crecimiento, entre otras (Donoso, 1997).

5 CONCLUSIÓN

1. El ICAV/ha en rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila se ve afectado con un decremento a mayor edad; favoreciéndose al aumentar el área basal por hectárea y la precipitación.

6 RECOMENDACIONES

1. Continuar con los estudios de incrementos con *Abies vejarii* Martínez, en la Sierra Madre Oriental, cubriendo mayor rango de distribución altitudinal y longitudinal.
2. De acuerdo a los datos obtenidos para el presente estudio se requiere establecer programas de manejo forestal simplificado para el rescate y saneamiento de arbolado muerto y plagado.
3. En subsecuentes estudios, considerar la información de arbolado que se incorpora y su mortalidad, para conocer el comportamiento de incrementos en los rodales, ya que en la secuela de cálculo de Loetsch no considera esas variables.
4. Una de las limitantes de la metodología utilizada es que muchas veces no se cuenta con información de categorías diamétricas inferior o superior a la categoría diamétrica encontrada en campo; por lo tanto se requieren de otros métodos que no tengan esas limitantes.

7 LITERATURA CITADA

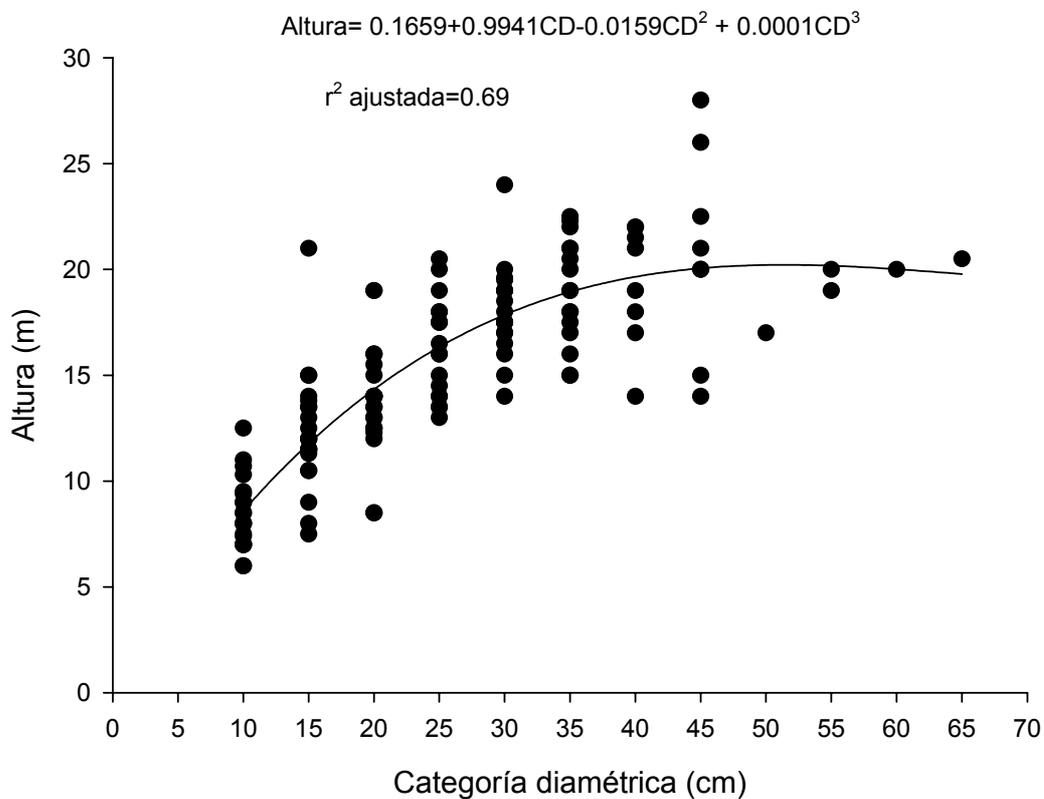
- Aguilar, R., M. y Villa Salas A., B. 1995. Rutinas de cálculo de once métodos para determinar el incremento en volumen de coníferas. *Ciencia Forestal en México*. 20 (77): 151 – 191.
- Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos. Estudio FAO: Montes 22/2. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. ROMA p. 118 + 80.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Archivo disponible en <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/errestres.html>.
- Cabrera, L., A. y Willink, A. 1973. Regiones biogeográficas de América Latina. Universidad Nacional de la Plata. La Plata Argentina. 120 p.
- Clutter J. L., J. C. Fortson, L. V., Pienaar, G. H., Brister y Bailey R. L. 1992. Timber management, a quantitative approach. krieger publishing company. Malabar, Florida, USA 333 p.
- CONABIO, 2000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Archivo disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/rtp_081.pdf
- CONANP, 2006. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Protocolo de monitoreo de aves en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. 19 p.
- Cornejo O., E. H. 1987. Aspectos Ecológicos y Dasonómicos del Bosque de *Pseudotsuga*, *Pinus*, *Abies* en la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 196 p.
- Daniel, T. W., J. A. Helms y F. S. Baker. 1982. Principios de silvicultura. Ed. McGraw Hill. México, D. F. 493 p.
- De la Garza G., G. 1989. El Papel ecológico de las masas forestales, sus interrelaciones con el resto de los componentes de los ecosistemas y la importancia de su conservación y adecuado aprovechamiento. *In: Congreso Forestal Mexicano*. Tomo II. México. pp. 567-569.
- Díaz B., J. A. 2002. Aclareos en una regeneración natural de *Pinus rudis* Endl., en San José de la Joya, Galeana, Nuevo León. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 56 p.

- Donoso Z., C. 1997. Ecología forestal el bosque y su ambiente. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 369 p.
- Domínguez A., F. A. 1991. Nueva Localidad para *Abies vejari* Martínez. Ciencia Forestal. 16 (70): 3-22.
- Fragoso L., P. I. 2003. Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio "Cerro Grande" Municipio de Tancítaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 66 p.
- García A., A. y S. González E. 1998. Pináceas de Durango. Instituto de Ecología-CIIDIR unidad Durango, Durango. 179 p.
- INEGI. 1991. Indicadores básicos censales. VII censos agropecuarios. Coahuila.
- Klepac, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Segunda edición. Universidad autónoma Chapingo. Chapingo, México. 365 p.
- Littell, C. R., G. A. Milliken., W. W., Stroup y R. D. Wolfinger. 1996. SAS® System For Mixed Models. SAS Institute Inc Cary, NC U. S. A. 633 p.
- López, C, R., M. Sánchez, M., N. Velasco. S., y M. S. Miguel. 1989. Colecta de *Pinus* y *Abies* 1988-1989, en los programas de recuperación de suelos forestales. Memorias del Congreso Forestal Mexicano (1): 790- 792.
- Madrigal S., X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa*) en el Valle de México. INIF-Bol. Tec. No. 18, México. 94 p.
- Martínez, M. 1948. Los Abies mexicanos. Anales del Instituto de Biología. México. 19(1): 11 – 104
- Prodan, M., R. Peters., F. Cox., y R. Pedro. 1997. Mensura forestal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) / Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH. San José de Costa Rica. 561 p.
- Rzedowski, J. 1998. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.
- Rzedowski, J.; L. Vela G. y X. Madrigal S. 1977. Algunas consideraciones acerca de la dinámica de los bosques de coníferas en México. Ciencia Forestal 2 (5): 15-35.
- Sánchez V., N. M. y Vargas H. J. J. 2007. Competencia y su relación con los parámetros genéticos en clones de eucalipto. Ciencia e Investigación forestal 13 (2): 361- 369.
- SARH - INIF. 1985. Inventario forestal del Estado de Coahuila. Pub. Especial N° 51. México. 80 p.

- SARH. 1994. Inventario forestal del Estado de Coahuila. México, D.F. 80 p.
- SEMARNAP. 1996. Anuario estadístico de la producción forestal 1996. México. 146 p.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-2001. Diario Oficial de la Federación, segunda sección, 6 de marzo de 2002. México. pp. 2-85.
- Snedecor, W. G. y G. W. Cochran. 1981. Métodos estadísticos. Ed. Continental. México. 703 p.
- Sit, V. 1995. Analyzing ANOVA Designs. Biometrics Information Handbook 5. Research Branco, B. C. Ministry of Forests. Working Paper 07/1995. Victoria, B C, Canadá. 61 p.
- SPP-INEGI. 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. Dirección General de Geografía. México. 169 p.
- Spurr, S. H. y B. V. Barnes. 1982. Ecología Forestal. A. G. T. Editor. México. 690 p.
- Torres E., L. M. y A. Cano P. 1993. Elaboración de tablas de volúmenes para *Pinus rudis* Endl., y *Abies vejarii* var. *macrocarpa* Martínez., en Sierra de Arteaga, Coahuila. Folleto Técnico SARH-INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Sierra de Arteaga. 15 p.
- Vanclay, J. K. 1994. Modelling forest growth and yield, application to mixed tropical forest. CAB INTERNATIONAL. Wallingford, U K. 312 p.
- Zepeda B. E. M. y Acosta M. M. 2000. Incremento y rendimiento maderable de *Pinus montezumae* Lamb., en San Juan Tetla, Puebla. 6(1):15-27.

APÉNDICE

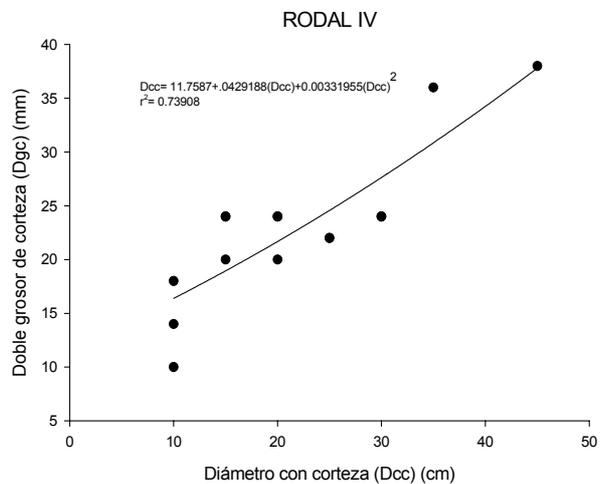
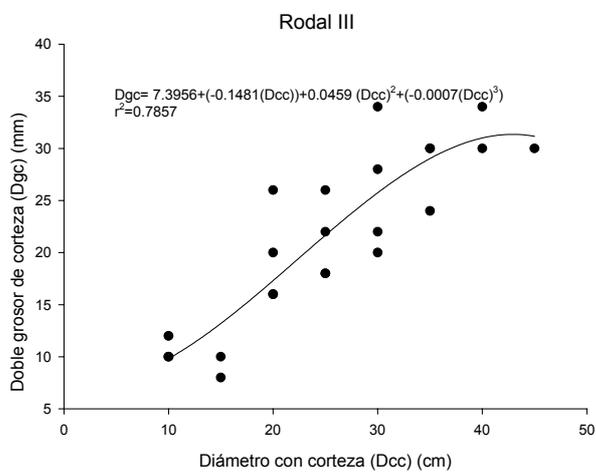
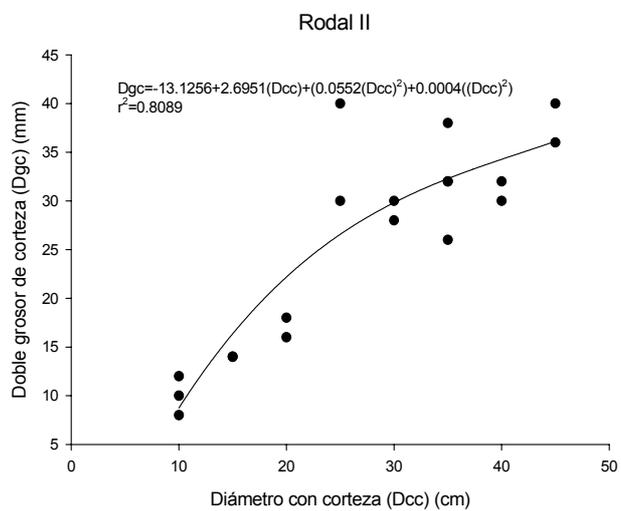
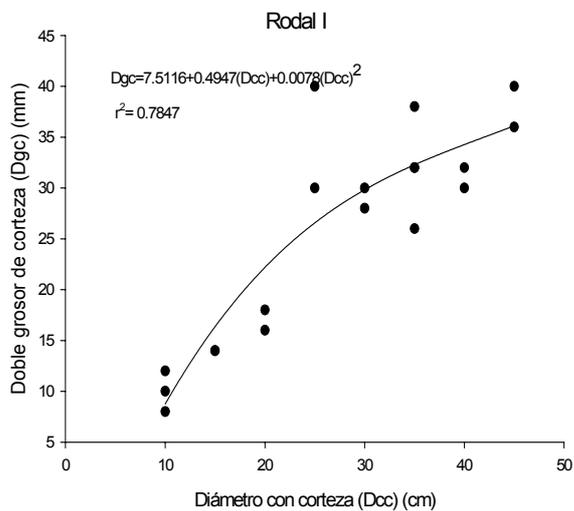
Apéndice 1. Relación entre Categoría diamétrica y Altura de árboles muestreados de *Abies vejarii* Martínez en siete rodales en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Relación obtenida para la predicción de las alturas faltantes por categoría diamétrica.



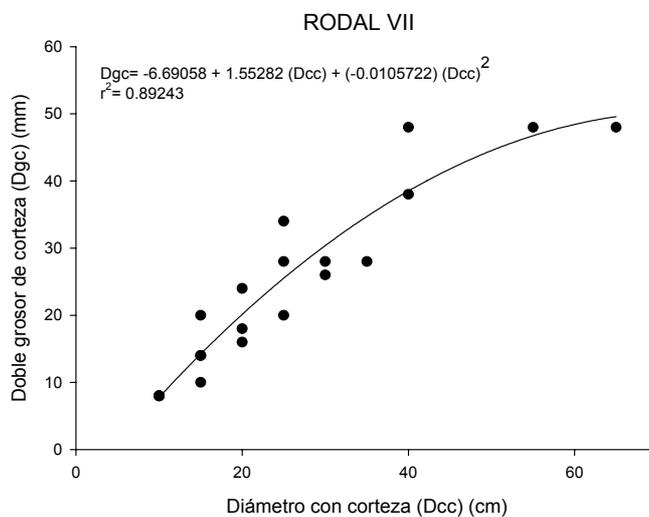
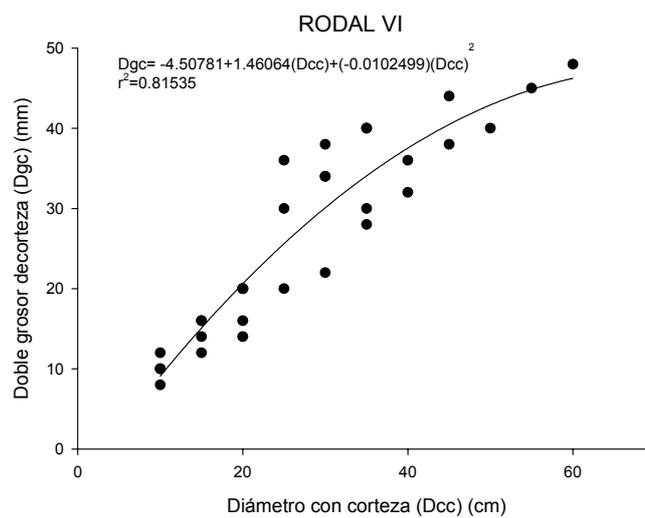
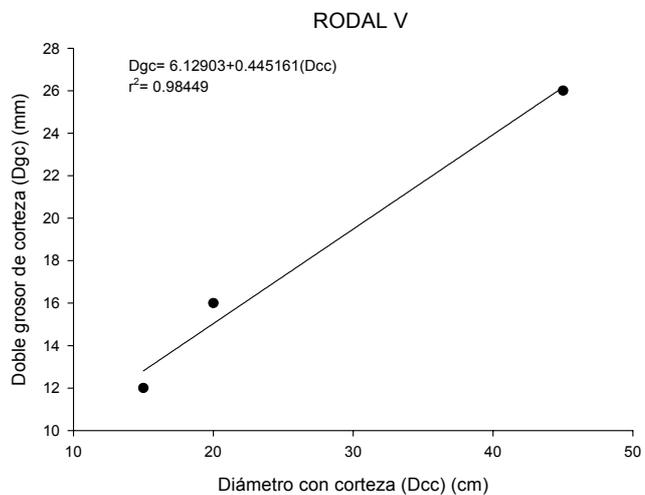
Apéndice 1. Continuación. Valores de altura estimados con el modelo polinomio cúbico de la Figura 4 y volúmenes individuales estimados a partir de la ecuación de volumen: $VOL=EXP(-1.462809+1.716447*LOG(DIAM)+1.050464*LOG(ALT))$ de *Abies vejarii* Martínez en siete rodales en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Categoría Diamétrica (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
5	4.7509	0.00696
10	8.6159	0.04273
15	11.8359	0.11964
20	14.4859	0.24238
25	16.6409	0.41125
30	18.3759	0.62411
35	19.7659	0.87789
40	20.8859	1.16984
45	21.8109	1.49864
50	22.6159	1.86540
55	23.3759	2.27456
60	24.1659	2.73479
65	25.0609	3.25973
70	26.1359	3.86889
75	27.4659	4.58839

Apéndice 2. Modelos generados para la obtención del factor conversión de corteza para rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.



Apéndice 2. Continuación. Modelos generados para la obtención del factor conversión de corteza para rodales de *Abies vejarii* Martínez en la Sierra de Arteaga, Coahuila.



Apéndice 2. Continuación. Cálculo del factor de conversión de corteza para cada uno de los rodales de *Abies vejarii* Martínez, en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Rodal I				
Dcc (cm)	Ancho de corteza (mm)	Ancho de corteza (cm)	Dsc (cm)	Factor de conversión
5	7.9540	0.7954	4.2046	
10	8.7863	0.8786	9.1214	1.0210
15	10.0087	1.0009	13.9991	1.0292
20	11.6210	1.1621	18.8379	1.0375
25	13.6234	1.3623	23.6377	1.0460
30	16.0157	1.6016	28.3984	1.0546
35	18.7981	1.8798	33.1202	1.0633
40	21.9704	2.1970	37.8030	

Rodal II				
Dcc (cm)	Ancho de corteza (mm)	Ancho de corteza (cm)	Dsc (cm)	Factor de conversión
5	-0.9756	-0.0976	5.0976	
10	8.7413	0.8741	9.1259	1.2096
15	16.3521	1.6352	13.3648	1.1553
20	22.1836	2.2184	17.7816	1.1137
25	26.5628	2.6563	22.3437	1.0826
30	29.8167	2.9817	27.0183	1.0605
35	32.2721	3.2272	31.7728	1.0465
40	34.2560	3.4256	36.5744	1.0398
45	36.0953	3.6095	41.3905	1.0402
50	38.1169	3.8117	46.1883	

Rodal III				
Dcc (cm)	Ancho de corteza (mm)	Ancho de corteza (cm)	Dsc (cm)	Factor de conversión
5	7.0487	0.7049	4.2951	
10	12.1513	1.2151	8.7849	1.1084
15	16.8300	1.6830	13.3170	1.0981
20	21.0848	2.1085	17.8915	1.0880
25	24.9157	2.4916	22.5084	1.0780
30	28.3226	2.8323	27.1677	1.0683
35	31.3056	3.1306	31.8694	1.0587
40	33.8647	3.3865	36.6135	1.0493
45	35.9999	3.6000	41.4000	1.0400
50	37.7112	3.7711	46.2289	

Apéndice 2. Continuación. Cálculo del factor de conversión de corteza para cada uno de los rodales de *Abies vejarii* Martínez, en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Rodal III				
Dcc (cm)	Ancho de corteza (mm)	Ancho de corteza (cm)	Dsc (cm)	Factor de conversión
5	7.0487	0.7049	4.2951	
10	12.1513	1.2151	8.7849	1.1084
15	16.8300	1.6830	13.3170	1.0981
20	21.0848	2.1085	17.8915	1.0880
25	24.9157	2.4916	22.5084	1.0780
30	28.3226	2.8323	27.1677	1.0683
35	31.3056	3.1306	31.8694	1.0587
40	33.8647	3.3865	36.6135	1.0493
45	35.9999	3.6000	41.4000	1.0400
50	37.7112	3.7711	46.2289	

Rodal V				
Dcc (cm)	Ancho de corteza (mm)	Ancho de corteza (cm)	Dsc (cm)	Factor de conversión
10	10.5806	1.0581	8.9419	
15	12.8064	1.2806	13.7194	1.0466
20	15.0323	1.5032	18.4968	1.0466
25	17.2581	1.7258	23.2742	1.0466
30	19.4839	1.9484	28.0516	1.0466
35	21.7097	2.1710	32.8290	1.0466
40	23.9355	2.3935	37.6065	1.0466
45	26.1613	2.6161	42.3839	1.0466
50	28.3871	2.8387	47.1613	

Rodal VI				
Dcc (cm)	Ancho de corteza (mm)	Ancho de corteza (cm)	Dsc (cm)	Factor de conversión
5	2.5391	0.2539	4.7461	
10	9.0736	0.9074	9.0926	1.1436
15	15.0956	1.5096	13.4904	1.1303
20	20.6050	2.0605	17.9395	1.1174
25	25.6020	2.5602	22.4398	1.1047
30	30.0865	3.0086	26.9914	1.0924
35	34.0585	3.4058	31.5942	1.0803
40	37.5180	3.7518	36.2482	1.0685
45	40.4649	4.0465	40.9535	1.0569
50	42.8994	4.2899	45.7101	1.0455
55	44.8214	4.4821	50.5179	1.0345
60	46.2310	4.6231	55.3769	1.0236
65	47.1280	4.7128	60.2872	1.0130
70	47.5125	4.7512	65.2488	

Apéndice 2. Continuación. Cálculo del factor de conversión de corteza para cada uno de los rodales de *Abies vejarii* Martínez, en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Rodal VII				
Dcc (cm)	Ancho de corteza (mm)	Ancho de corteza (cm)	Dsc (cm)	Factor de conversión
5	0.8092	0.0809		
10	7.7804	0.7780	9.2220	
15	14.2230	1.4223	13.5777	1.1410
20	20.1369	2.0137	17.9863	1.1274
25	25.5223	2.5522	22.4478	1.1141
30	30.3790	3.0379	26.9621	1.1011
35	34.7072	3.4707	31.5293	1.0885
40	38.5067	3.8507	36.1493	1.0761
45	41.7776	4.1778	40.8222	1.0640
50	44.5199	4.4520	45.5480	1.0521
55	46.7336	4.6734	50.3266	1.0406
60	48.4187	4.8419	55.1581	1.0292
65	49.5752	4.9575	60.0425	1.0182
70	50.2030	5.0203	64.9797	

Apéndice 3. Análisis de varianzas para la relación edad con ICAV/ha (a) y edad con % ICAV/ha (b) en rodales de *Abies vejarii* Martínez, en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

a) Análisis de varianza para la relación edad con ICAV/ha.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Regresión	3	51.1317	17.0439	14.7139	0.0001
Residual	25	28.9589	1.1584		
Total	28	80.0906	2.8604		

FV= fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, CM= cuadrados medios, F= F calculada, Pr>F= probabilidad de F calculada.

b) Análisis de varianza para la relación edad con % ICAV/ha.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Regresión	3	15.0211	5.0070	6.3968	0.0023
Residual	25	19.5684	0.7827		
Total	28	34.5894	1.2353		

FV= fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, CM= cuadrados medios, F= F calculada, Pr>F= probabilidad de F calculada.