

Caracterización silvícola de poblaciones naturales de *Bursera linanoe* en los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero

Silvicultural characterization of *Bursera linanoe* natural stands in Oaxaca, Puebla and Guerrero States

Juan Francisco Castellanos-Bolaños*

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.

Martín Gómez-Cárdenas

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Uruapan.

*Autor para correspondencia: castellanos.juan@inifap.gob.mx

Resumen

El linaloe (*Bursera linanoe*) es una especie maderable, de importancia ecológica y económica, presente en algunos sitios específicos de la Selva Baja Caducifolia en estados del sur y centro de México. El objetivo del estudio fue determinar la abundancia, evaluar la regeneración natural y desarrollar modelos matemáticos para estimar el volumen de madera, en tres localidades representativas de su área de distribución natural, correspondientes a San Juan de los Cués, Oaxaca; Chiautla de Tapia, Puebla y Xalitla, Guerrero. En cada localidad se delimitó una superficie de 25 hectáreas, donde se realizó el levantamiento de 66 sitios circulares de muestreo, cada uno con un área de 500 m², distribuidos sistemáticamente. Para la generación de modelos para estimar volúmenes de madera, se calculó un tamaño de muestra de 80 árboles, lo cual significó un promedio de 10 árboles para cada una de las categorías entre 5 cm y 40 cm de diámetro normal y un rango de alturas desde 2 m hasta 8 m. Los resultados mostraron, respectivamente, para San Juan de los Cués, Chiautla de Tapia y Xalitla, los siguientes datos de linaloe exclusivamente: 44, 45 y 36 árboles por hectárea; 4.1, 1.3 y 1.8 tallos promedio por árbol; áreas basales promedio de 0.8827 m²·ha⁻¹, 0.9626 m²·ha⁻¹ y 2.3141 m²·ha⁻¹; el diámetro cuadrático de 16 cm, 17 cm y 30 cm. En cuanto a la regeneración solo en Chiautla de Tapia se contabilizaron 21 arbolitos por hectárea, en las otras dos localidades no hubo regeneración. El modelo para calcular el volumen total por árbol fue: 0.000074 DN1.7861 H1.3832, a partir del cual se calcularon las existencias maderables de 11.19 m³·ha⁻¹; 10.41 m³·ha⁻¹ y 23.38 m³·ha⁻¹. Se concluye que las poblaciones de linaloe son reducidas, la regeneración natural prácticamente no existe y las existencias de madera son reducidas.

Palabras clave: Endémica, Linaloe, Regeneración, Selva baja caducifolia, Volumen.

Abstract

The linaloe tree (*Bursera linanoe*) is a timber species with high ecological and economical importance. It grows at some specific sites of the tropical deciduous forest of south and central Mexico. The objective of the study was to determine timber stocks, evaluate natural regeneration and develop mathematical models to estimate wood volume in linaloe trees (*Bursera linanoe*), in three locations representative of its natural range in Mexico: San Juan de los Cués, Oaxaca; Chiautla de Tapia, Puebla and Xalitla, Guerrero. In each of the localities, a plot of 25 hectares of tropical deciduous forest was delimited. A field survey was carried out covering a total sampling area of 33,000 m², through the inspection of 66 circular-shaped sampling sites, each with an area of 500 m², and distributed systematically. In order to generate mathematical models for the estimation of wood volumes, a sample size of 80 trees was calculated, which meant an average of 10 trees for each of the categories between 5 cm and 40 cm of diameter at breast height and a range of heights from 2 m to 8 m. The results showed, respectively, for San Juan de los Cués, Chiautla de Tapia and Xalitla, the following data: 44, 45 and 36 trees per hectare; 4.1, 1.3 and 1.8 average stems per tree; average basal areas of 0.8827 m²·ha⁻¹, 0.9626 m²·ha⁻¹ and 2.3141 m²·ha⁻¹; and a square diameter of 16 cm, 17 cm and 30 cm. As for the regeneration only in Chiautla de Tapia were counted 21 trees per hectare, in the other two localities there was no regeneration. The model generated to calculate the total volume per tree was: 0.000074 DN1.7861 H1.3832, from which the timber stocks of 11.19 m³·ha⁻¹ were calculated; 10.41 m³·ha⁻¹ and 23.38 m³·ha⁻¹. It is concluded that the populations of linaloe in the study areas are reduced, natural regeneration practically does not exist, the standing wood stocks are reduced.

Keywords: *Bursera linanoe*, Endemic, Regeneration, Tropical deciduous forest, Volume.

Introducción

El linaloe (*Bursera linanoe*) [La Llave] Rzedowski, Calderón & Medina), es una especie maderable, con una gran importancia ecológica, económica y social en las áreas donde se distribuye naturalmente (Hersh-Martínez *et. al.* 2004). Desde el punto de vista ecológico, el árbol de linaloe es un componente, solo en algunos sitios muy específicos, de la Selva Baja Caducifolia, adaptado a condiciones ambientales específicas, ser un árbol caducifolio y presentar la característica de haber árboles machos y árboles hembras (Cruz *et. al.*, 2009). Se reporta su distribución natural en los municipios de Teotitlán de Flores Magón y Cuicatlán, en el estado de Oaxaca; en el estado de Guerrero, en la parte media y alta de la Cuenca del Balsas; y en el estado de Puebla en el Valle de Tehuacán y la Sierra Negra (Cruz *et. al.*, 2009), también se reporta su presencia en el estado de Morelos (Hernández-Pérez *et. al.*, 2011).

Desde la perspectiva económica-social, la distribución natural del linaloe coincide con la presencia de comunidades rurales con altos índices de marginación y pobreza, por lo que su aprovechamiento es una de las pocas opciones complementarias a su economía que tienen los pobladores. En la actualidad, los árboles de linaloe son utilizados para elaborar artesanías de madera, destacan las cajas labradas y laqueadas que se elaboran en la población de Olnalá, Guerrero. También se usa para elaborar muebles y postes, en la extracción de aceites esenciales, se emplea en la medicina tradicional y también su madera sirve como combustible. Durante la segunda guerra mundial, el linaloe fue intensamente explotado para la extracción del aceite esencial y fue exportado para la industria del perfume (Rzedowski *et al.*, 2005).

No obstante, las funciones ya explicadas, en sus áreas de distribución existen poblaciones severamente afectadas cuyos niveles poblacionales se acercan a umbrales de irreversibilidad económica y ecológica. Parte de estas amenazas son debidas a la carencia de información técnico-científica que de soporte a las diferentes acciones de aprovechamiento sustentable. La problemática actual también radica en que, persiste el derribo de árboles de forma desordenada y arbitraria para

obtener madera y extraer el aceite, se mantienen actividades de pastoreo y ramoneo principalmente de caprinos que destruyen las plantas jóvenes; no se ha incentivado su cultivo y tampoco el manejo forestal.

Ante la situación expuesta se planteó el presente estudio, el cual cubrió tres objetivos: determinar la abundancia del linaloe y de las especies asociadas en su área de distribución natural en los estados de Guerrero, Puebla y Oaxaca; evaluar la regeneración de la especie *Bursera linanoe* en su área de distribución natural en los estados de Guerrero, Puebla y Oaxaca; y desarrollar modelos matemáticos para la estimación de volúmenes de madera en árboles de *Bursera linanoe*.

Materiales y Métodos

El área de estudio

Se definieron tres áreas de estudio con presencia de linaloe, San Juan de los Cués, en la Región Cañada del estado de Oaxaca; Chiautla de Tapia, Puebla y Xalitla, Guerrero.

San Juan de Los Cués, se ubica geográficamente a los 18° 03' de latitud Norte y 97° 03' de longitud Oeste a una altitud de 860 m; se encuentra dentro del área de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán; se ubica al norte de la capital del estado de Oaxaca a una distancia aproximada de 171 kilómetros. Chiautla de Tapia, se localiza entre 180 09' 43'' y los 180 10' 05'' de latitud Norte y 980 34' 39'' y los 980 34' 10'' de longitud Oeste, a una altitud promedio de 800 m; se ubica a 60 km al sur de Izúcar de Matamoros, en el estado de Puebla. Xalitla se localiza en las coordenadas geográficas 170 59' 42'' de latitud Norte y 990 32' 26'' longitud Oeste, a una altitud de 650 m; a 45 km al sur de Iguala, Guerrero.

Determinación de la abundancia y composición de las especies asociadas con linaloe. En cada una de las tres localidades se delimitó una superficie, representativa de la selva baja caducifolia con presencia de linaloe de 25 hectáreas, en ella se implementó un diseño de muestreo sistemático, el cual cubrió un área total de 33,000 m², resultado del levantamiento de 66 sitios de muestreo de forma circular, cada uno con un área de 500 m².

Las variables registradas en cada sitio de muestreo fueron: especie, diámetro normal, a partir del cual

se originó el área basal y el diámetro cuadrático (Dq) y la altura total, se complementaron con mediciones de las distancias y ángulos del árbol central a cada uno de los árboles dentro del sitio de muestreo. Se registró información sólo para los árboles mayores de 5 cm de diámetro normal y se registró la distribución diamétrica en categorías de 5 cm iniciando con la categoría de 5 cm.

A partir del registro de las variables dasométricas, se realizaron una serie de cálculos; para la definición de la composición de linaloe se registró su dominancia, su abundancia y frecuencia, variables que representan una estimación del área que ocupan, el número, y la distribución de la especie, respectivamente.

Para expresar la dominancia se utilizó el área basal (gi) de los individuos. La abundancia (di) se determinó como el número de individuos de la misma especie por hectárea y para evaluar la frecuencia (fi) se contabilizó como la presencia ó ausencia de la especie en las parcelas de muestreo.

Evaluación de la regeneración. En los mismos 66 sitios de 500 m² cada uno, donde se registró la composición y abundancia de las especies arbóreas, en cada una de las tres localidades ya mencionadas, se registraron todas las plantas jóvenes de linaloe, desde plántulas de 0.30 m hasta plantas de 1.5 m de altura o con un diámetro basal menor de 2.5 cm.

Generación de modelos matemáticos para la estimación de volúmenes de madera en árboles de linaloe. Con base en la información dasométrica obtenida en los sitios de muestreo, se determinó que el rango de variación en los diámetros normales de los árboles de linaloe fue desde 5 cm hasta 40 cm y el rango de las alturas totales desde 1m hasta 8 m. Con esta información se calculó un tamaño de muestra de 80 árboles, lo cual significó un promedio de 10 árboles para cada una de las categorías desde 5 cm hasta 40 cm de diámetro normal. Se utilizó un diseño de muestreo dirigido al árbol con las características preestablecidas y con una distribución en toda el área de estudio.

Mediciones en campo de variables dasométricas. La técnica de recolección de los datos de campo fue el escalamiento en los árboles en pie y el registro de mediciones en forma directa, con la finalidad de evitar el derribo de árboles.

Los diámetros a diferentes alturas se registraron a través del seccionamiento visual del fuste principal

y ramas, procediendo a medir la longitud y los diámetros, mayor y menor extremos de cada segmento con cinta diamétrica, según la condición de curvaturas que presentara dichos troncos; aunque invariablemente siempre se registraron dos diámetros; el primero, a 10 cm sobre el nivel del suelo considerado como el diámetro basal y el segundo a 1.30 m considerado como el diámetro normal. La altura del árbol se registró sumando las diferentes secciones longitudinales.

El árbol de linaloe es una especie que se ramifica notablemente; en la mayoría de los casos, esas ramificaciones ocurren muy cerca del nivel del suelo. Para fines de los análisis estadísticos, se registró como un solo árbol al número total de tallos presentes con origen en un solo pie, aunque fuera por debajo de 1.30 m de altura; para fines de elaborar los modelos matemáticos y estimar los volúmenes de madera si se consideró como árbol independiente aquel que tuviera un solo tallo o que presentara más tallos, pero éstos ramificados por debajo de 1.30 m de altura.

Cubicación de tallos y ramas. Con los datos obtenidos de diámetro mayor y menor y longitud de cada segmento, se cubicaron estos con la fórmula de Smallian, y se obtuvo el volumen de cada árbol a través de la sumatoria del volumen de sus segmentaciones.

$$V = (S_0 + S_1) / 2 * L$$

Donde:

V: Volumen (m³)

S₀, S₁: Área de las secciones transversales en los extremos (m²)

L: Longitud (m).

Generación de modelos matemáticos. Para la estimación de volúmenes de madera se probaron los siguientes modelos

a) Schumacher-Hall: $V = B_0 DB^1HB^2$

b) Korsum: $V = B_0 (D+1)B^1HB^2$

c) Geométrico de la Variable Combinada: $V = B_0 (DH) B^1$

d) Variable Combinada: $V = B_0 + B_1D^2H$

e) Variable Combinada Generalizada: $V = B_0 + B_1D^2 + B_2H + B_3D^2H$

Donde:

V: Volumen total (m³)

D: Diámetro de diferentes longitudes (cm)

H: Altura total (m)

B₀, B₁, B₂, B₃: Parámetros a estimar

Selección del mejor modelo. El mejor modelo se seleccionó con base en el análisis de capacidad de ajuste por métodos analíticos. La capacidad de ajuste se analizó mediante la obtención de: sesgo, error medio cuadrático, coeficientes de determinación ajustado, valor de F calculado, suma de residuales (Kiviste *et al.*, 2002; Castedo *et al.*, 2000; Diéguez *et al.*, 2003). Con base en el modelo seleccionado se desarrolló una tabulación de doble entrada para la estimación de volumen.

Resultados y discusión

Determinación de la abundancia y composición de las especies asociadas con linaloe. En el área de estudio en San Juan de los Cués, se cuantificaron un total de 27 especies arbóreas, incluyendo al lina-

loe (Cuadro 1), donde se citan las especies presentes, así como su abundancia. Las especies que destacan por presentar el mayor número de individuos, son cuajote blanco, cuachalalate, cuajote rojo, copalillo; el linaloe con 44 individuos por hectárea, ocupa el octavo lugar en abundancia.

Los valores promedio de variables dasométricas de las especies asociadas con linaloe en San Juan de los Cués, Oaxaca, se presentan en el (Cuadro 2).

Cuadro 1. Especies arbóreas asociadas con linaloe y su abundancia en San Juan de los Cués, Oaxaca.

Especie	Arb.ha ⁻¹	Especie	Arb.ha ⁻¹
<i>Bursera odorata</i> cuajote blanco	183	<i>Parkinsonia praecox</i> Mantecoso	14
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schiede ex Schltedl Cuachalalate	176	<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth Tepehuaje	14
<i>Ceiba aesculifolia</i> (H.B. & K.) Britten & Baker Pochote	161	Chilillo*	11
<i>Bursera microphylla</i> A. Gray Cuajote rojo	144	<i>Conzattia multiflora</i> Standl Palo blanco	9
<i>Bursera schlehtendalii</i> Copalillo	122	<i>Cyrtocarpa procera</i> H.B. & K Chupandía	8
<i>Acacia cochliacantha</i> Cucharito	75	<i>Lysiloma</i> sp Tepehuaje blanco	8
<i>Plumeria rubra</i> L Flor de mayo	49	Manzanito*	5
<i>Bursera linanoe</i> Linaloe	44	<i>Mimosa luisana</i> Uña de gato	5
<i>Mimosa</i> Tecuahue	40	<i>Leucaena sculenta</i> Guaje colorado	2
Huesito*	25	<i>Cercidium praecox</i> Palo verde	2
Palo de manita*	21	<i>Ziziphus amole</i> Cholulo	1
<i>Ipomoea murucoides</i> Cazahuate	17	<i>Bursera simaruba</i> Mulato	1
Palo de grano	17	<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Tecuete	1
<i>Acacia constricta</i> Cuatillo	15		

*Pendientes por identificar

Cuadro 2. Valores promedio de variables dasométricas de especies asociadas con linaloe en San Juan de los Cués, Oaxaca.

Especie	Diámetro basal (cm)	Diámetro normal (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa (m)
Cazahuate	15.8	11.2	3.9	4.72
Chilillo	16.6	11.9	3.8	3.88
Cholulo	19.0	8.5	3.9	4.13
Chupandía	16.3	11.8	3.9	4.70
Copalillo	16.3	11.8	3.9	4.67
Cuachalalate	16.2	11.7	3.9	4.67
Cuajote blanco	16.3	11.8	3.9	4.67
Cuajote rojo	16.3	11.8	3.9	4.68
Cuatillo	16.4	11.8	3.9	4.74
Cucharito	16.3	11.8	3.9	4.68
Flor de mayo	16.2	11.5	3.9	4.69
Guaje colorado	14.3	10.1	3.9	3.95
Huesito	16.3	11.8	3.9	4.72
Manzanito	14.5	12.5	3.5	2.5
Mantecoso	15.2	10.8	4.0	4.76
Mulato	13.0	11.0	6.0	4.65
Palo blanco	16.8	12.3	3.8	3.88
Palo de grano	14.9	10.6	4.0	4.78
Palo de manita	15.8	11.2	3.9	4.70
Palo verde	18.0	16.5	5.5	4.90
Pochote	16.3	11.8	3.9	4.68
Tecuahue	15.3	10.9	4.0	4.74
Tecuete	5.0	7.6	3.6	2.45
Tepehuaje	16.4	11.6	3.8	4.78
Tepehuaje blanco	17.7	13.1	3.9	3.93
Uña de gato	25.0	19.2	3.6	4.07

Abundancia de linaloe. El número de árboles por hectárea para cada una de las poblaciones se presentan en el (Cuadro 3). Se registró como un solo árbol al número total de tallos presentes con origen en un solo pie, aunque la ramificación fuera por debajo de 1.30 m de altura. El linaloe al ser una especie dioica, se consideró de gran importancia el registro de la proporción de árboles por sexo, para ello se registró, durante la última semana de mayo y primera de junio, el tipo de flor presente, masculina o femenina.

En el mismo (Cuadro 3) se presenta también el número de tallos promedio por árbol, como una característica de la interacción genotipo-ambiente para cada localidad.

Cuadro 3. Número de árboles de linaloe (NA) por sexo y número de tallos promedio por árbol (NT), presentes por localidad.

Localidad	NA ha ⁻¹ machos	NA ha ⁻¹ hembras	NA ha ⁻¹ total	NT
San J. de los Cués	30	14	44	4.1
Chiautla	28	17	45	1.3
Xalitla	24	12	36	1.8

Dominancia de linaloe. El área basal como indicador de la dominancia se presenta para cada localidad en el (Cuadro 4), se incluyen también valores del diámetro promedio y la altura promedio.

Cuadro 4. Área basal (AB), diámetro promedio (D) y altura promedio (A) de los árboles de linaloe por localidad.

Localidad	AB m ² .ha ⁻¹	Diámetro (cm)		Altura (m)	
		D medio	Coef. Var.	A media	Coef. Var.
San J. de los Cués	0.8827	9	73	3.35	47
Chiautla	0.9626	11	64	6.74	45
Xalitla	2.3141	21	29	6.26	19

Estructura diamétrica. La composición de diámetros de los árboles de linaloe en cada una de las localidades se presenta en el (Cuadro 5). Se puede observar que la mayoría de los árboles, en cada una de las localidades, se ubican en clases de diferenciación menores a los 25 cm.

Cuadro 5. Número de tallos de linaloe por hectárea y categoría diamétrica en tres localidades.

Localidad	Categoría diamétrica (cm)									Total de tallos
	5	10	15	20	25	30	35	40	50	
S. J. de los Cués	72	70	32	6	0	0	0	0	0	180
Chiautla	23	11	10	7	4	2	1	0	0	58
Xalitla	0	1	22	20	12	6	2	0	1	64

Estructura de alturas. Los árboles con las mayores alturas se presentaron en la localidad de Chiautla, alcanzando dimensiones máximas entre 13 y 14 m de altura (Cuadro 6). En las otras dos localidades las alturas máximas fueron entre 9 y 10 m. Inclusive el fenotipo de la población es muy diferente en Chiautla, donde se presentan fustes con mayor rectitud y menos ramificado, comparados con las poblaciones de San Juan de los Cués y Xalitla, las cuales fenotípicamente son parecidas, caracterizadas por presentar tallos muy sinuosos.

Cuadro 6. Número de tallos de linaloe por categoría de altura (m) en tres localidades.

Localidad	Categoría de altura (m)											Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
S. J. de los Cués	9	22	59	42	32	6	4	6	0	0	0	180
Chiautla	9	6	6	6	7	5	6	5	0	7	2	58
Xalitla	0	4	14	19	16	6	1	0	0	0	0	64

Evaluación de la regeneración. La información se presenta en el (Cuadro 7), en él se puede observar que la presencia de nuevos árboles es nula en San

Juan de los Cués y en Xalitla, y aunque en Chiautla hubo registros de regeneración, ésta es muy escasa y dispersa.

Cuadro 7. Evaluación de regeneración de árboles de linaloe por hectárea en tres localidades.

Localidad	Núm. de arbolitos	Frecuencia de sitios	No. Arb x ha
San J. de los Cués	0	0	0
Chiautla	69	23/66	21
Xalitla	0	0	0

Selección del modelo matemático para estimar volúmenes de madera. El modelo que presentó los mejores indicadores estadísticos fue, el modelo de Schumacher-Hall, $V = B_0 DB^1HB^2$. En el (Cuadro 8)

se presenta el análisis de ajuste para dicho modelo de regresión, el cual permite predecir el volumen de madera para diferentes componentes del árbol a partir de la medición del diámetro normal.

Cuadro 8. Indicadores estadísticos considerados para definir la bondad de ajuste para seleccionar el mejor modelo.

Componente	capacidad de ajuste				parámetros		
	CME	F cal	R2	SR	B0	B1	B2
Vol. Total	0.00174	164.63	0.61	0.13034	0.000074	1.7861	1.3832
Vol. tallos	0.000259	272.62	0.65	-0.00098	0.000253	1.4284	0.8487

CME: cuadrado medio del error; F cal: valor calculado de F; R2: Coeficiente de determinación ajustado; SR: suma de residuales; β_0 , β_1 y β_2 : parámetros de regresión.

Aunque el modelo de Schumacher-Hall fue, el mejor de los modelos probados, el análisis de ajuste presenta niveles de explicación intermedios acerca de la variabilidad del volumen total con respecto al diámetro normal. Lo anterior se ve reflejado al presentar coeficientes de determinación apenas superiores a 60% considerando el número de parámetros en cada una de las ecuaciones.

La explicación de esos valores se atribuye al hecho de tanto los tallos como las ramas son sumamente sinuosos, desde la base de los fustes. Las ecuaciones para el cálculo de volúmenes de madera, para cada uno de los componentes del árbol, quedaron de la siguiente manera:

Volumen para árboles completos de linaloe en $m^3 = 0.000074 DN^{1.7861} H^{1.3832}$

Volumen de tallos en $m^3 = 0.000253 DN^{1.4284} H^{0.8487}$

El volumen de madera para árboles completos (incluye ramas y tallo) de linaloe se presenta en el

(Cuadro 9) y el volumen de tallos (es decir, sin considerar ramas) se presenta en el (Cuadro 10).

Las existencias de madera de linaloe promedio por hectárea para cada una de las localidades de estudio se presentan en el (Cuadro 11), se incluye tanto para el árbol completo, como para tallos solamente, la diferencia se infiere que es volumen de ramas. En la mayoría de los casos, es mayor el volumen de ramas que el volumen del tallo.

Cuadro 9. Volumen de madera (m³) para árboles completos de linaloe, a partir del diámetro normal (cm).

Diámetro (cm)	Altura (m)					
	5	6	7	8	9	10
5	0.012147	0.01563 1	0.019346	0.023271	0.027388	0.031685
10	0.041893	0.05391 0	0.066722	0.080257	0.094458	0.109277
15	0.086429	0.11122 1	0.137653	0.165577	0.194875	0.225449
20	0.144482	0.18592 6	0.230112	0.276793	0.325768	0.376878
25	0.215232	0.27696 9	0.342793	0.412331	0.485289	0.561425
30	0.298080	0.38358 0	0.474741	0.571047	0.672088	0.777531
35	0.392560	0.50516 1	0.625217	0.752048	0.885115	1.023980

Cuadro 10. Volumen de madera (m³) solo para tallos de linaloe (sin considerar ramas), a partir del diámetro normal (cm).

Diámetro (cm)	Altura (m)					
	5	6	7	8	9	10
5	0.009879	0.01153	0.013145	0.014722	0.016270	0.017792
10	0.026591	0.031041	0.035379	0.039625	0.043791	0.047887
15	0.047453	0.055394	0.063137	0.070713	0.078147	0.085457
20	0.071569	0.083546	0.095224	0.106650	0.117862	0.128887
25	0.098435	0.114909	0.130970	0.146686	0.162107	0.177271
30	0.127719	0.149093	0.169932	0.190323	0.210332	0.230006
35	0.159178	0.18581	0.211788	0.237202	0.262139	0.286660

Las existencias de madera de linaloe promedio por hectárea para cada una de las localidades de estudio se presentan en el (Cuadro 11), se incluye tanto para el árbol

completo, como para tallos solamente, la diferencia se infiere que es volumen de ramas. En la mayoría de los casos, es mayor el volumen de ramas que el volumen del tallo.

Cuadro 11. Existencias maderables para árboles completos y tallos de linaloe, para cada localidad de estudio.

Localidad	Árbol completo (m ³ .ha ⁻¹)	Tallos (m ³ .ha ⁻¹)
San J. de los Cués	11.19	6.006
Chiautla	10.41	3.73
Xalitla	23.38	9.75

Conclusiones

Las poblaciones de linaloe, en los estados de Guerrero, Puebla y Oaxaca son reducidas y más aún, se encuentran en un proceso de reducción de sus áreas de distribución natural, poniendo en peligro real de desaparecer. La regeneración natural de linaloe es muy escasa, prácticamen

te no existe el renuevo, lo cual implica poner en riesgo la permanencia de sus poblaciones. Esta condición también incluye a San Juan de los Cués, no obstante estar ubicada dentro del área de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán.

Literatura citada

- Castedo F. y J. G. Álvarez. (2000). Construcción de una tarifa de cubicación con clasificación de productos para *Pinus radiata* D. Don en Galicia basada en una función de perfil del tronco. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 9 (2), 253-268.
- Cruz-Cruz, E., V. Mariles-Flores, M. Gómez-Cárdenas y D. Vargas-Álvarez. 2009. Fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de linaloe (*Bursera linanoe*) [La Llave] Rzedowski, Calderón & Medina) en México. INIFAP-CIRPAS-CE Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etna, Oaxaca, México. Libro técnico No. 14. 289 p.
- Cruz-Cruz, E., M. Gómez-Cárdenas, V. Mariles-Flores, F. Solares-Arenas, D. Ayerde-Lozada, V. Serrano-Altamirano, D. Vargas-Álvarez, A. Borja de la Rosa, J.F. Castellanos-Bolaños, S. Orozco-Cirilo y M. E. Fuentes López. 2009. Presencia de linaloe en comunidades vegetales de la selva baja caducifolia. Desplegable informativo núm. 7. INIFAP-CIRPAS-CE Valles Centrales de Oaxaca.
- Diéguez A.U., Barrio A. M.; Castedo D. F. y Balboa M. M. (2003). Estimación del diámetro normal y del volumen del tronco a partir de las dimensiones del tocón para seis especies forestales comerciales de Galicia. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 12 (2), 131-139.
- Hernández-Pérez, E., M. González-Espinosa, I. Trejo y C. Bonfil. (2011). Distribución del género *Bursera* en el estado de Morelos, México y su relación con el clima. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 964-976.
- Hersh-Martinez P.R. Glass y A. F. Alvarez. 2004. El linanoe (*Bursera aloexylon*): una madera aromática entre la tradición y la presión económica. *Productos Forestales, Medios de Subsistencia y Conservación.* CIFOR. Vol. 3. 439-462 pp.
- Kiviste A.; Álvarez G.J.G.; Rojo A. A. y Ruiz G. A. D. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Monografías INIA: Forestal No.4. Madrid, España. 190 p.
- López C., Chanfón S., Segura G. 2005. La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencia de comunidades rurales 1ra Edición. México D.F. 200 pp.
- Pennington D.T. y Sarukhán J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las especies. Tercera edición. Fondo de Cultura Económica. México. 523 p.
- Rzedowski J. 2004. Copales y Cuajiotos en: García Mendoza, M, J. Ordóñez y M. Briones (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza. World Wildlife Foundation. México pp. 193-198.
- Rzedowski J., R. Medina Lemos, y G. Calderón de Rzedowski. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (*Burseraceae*). *Acta Bot. Mex.* 70: 85-111.

Gobernanza comunitaria de la conservación del bosque de San Miguel Topilejo, Tlalpan, CDMX

Community Governance of forest conservation in San Miguel Topilejo, Tlalpan, CDMX

Susana Aguilar Martínez

Esteban Valtierra Pacheco*

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Desarrollo Rural.

Manuel de Jesús González Guillén

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Ciencias Forestales.

José María Salas González

Universidad Autónoma Chapingo, Sociología Rural.

Aurelio León Merino

Martín Hernández Juárez

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Desarrollo Rural.

*Autor para correspondencia: evaltier@colpos.mx

Resumen

La gobernanza comunitaria es un proceso de construcción de acuerdos y toma de decisiones sobre los recursos de uso común, considera normas que regulan el acceso, uso y manejo del territorio y los derechos y obligaciones de cada uno de sus dueños. El nivel y tipo de gobernanza generada en cada comunidad dependerá del grado de participación de sus miembros para la generación de acuerdos que sostienen las decisiones y acciones colectivas sobre su territorio. El objetivo del presente estudio fue conocer el nivel de gobernanza comunitaria sobre la conservación del bosque de San Miguel Topilejo. Se aplicó una encuesta a una muestra de 58 comuneros. El nivel de gobernanza se determinó a partir de criterios e indicadores sobre capital social, acción colectiva y la organización local de la comunidad. Los resultados muestran que la comunidad presentó un bajo grado de gobernanza para el manejo y conservación de los recursos forestales. El capital social generado en la comunidad es bajo porque no ha permitido la cohesión entre sus miembros. La acción colectiva presenta una falta de cooperación y coordinación para el proceso de toma de decisiones para el cumplimiento de normas y sanciones. El nivel de organización en la comunidad es básico, porque es muy elemental la estructura de cargos y roles para participar en la gestión forestal. Se concluye que la comunidad presenta un nivel bajo de gobernanza, debido a la falta de objetivos claros, falta normas y sanciones bien establecidas y falta de involucramiento de los comuneros en los procesos de toma de decisiones y en la gestión de los recursos de uso común.

Palabras clave: Recursos de uso común, manejo y conservación de los recursos forestales, participación comunitaria, capital social, acción colectiva, organización local.

Abstract

The communal governance is a process of agreement building and taking decision over common use resources, which takes into account norms that regulate access, use and management of territory, and rights and responsibilities of resource owners. The level and type of governance generated in every community depends on the degree of participation of its members to generate agreements supporting decision and collective actions on their territory. The objective of this study is to know the level of community governance on forest conservation in San Miguel Topilejo. A survey was applied to a sample of 58 de community members. The level of governance was determined by criteria and indicators about social capital, collective action and local organization of this community. The main findings show that this community have low level of governance for forest management and conservation. The social capital generated is low because it does not allow cohesion of its members. Collective action show lack of cooperation and coordination to decision making process for enforcement of norms and sanctions. Level of community organization is elemental the structure of positions and roles in the participation of forest management. The conclusion is this community show low level of governance because the lack of clear objectives, lack of well-established norms and sanctions and lack of involvement of comuneros in decision making processes and management of common use resources.

Keywords: Common use resource, management and conservation of forest resources, community participation, social capital, collective action, local organization.

Introducción

Los ecosistemas forestales del país son de gran importancia desde el punto de vista social, económico y ambiental, debido a que brindan una gran variedad de servicios ecosistémicos (SE) y dan sustento de manera directa a 11 millones de mexicanos con algún grado de marginación (CESOP, 2017). En México, por lo menos 60% de todos los bosques y selvas están bajo propiedad colectiva de ejidos y comunidades y de ellas 42% corresponde a comunidades indígenas (Boege, 2012).

Chapela (2012) indica que la superficie clasificada como selvas o bosques abarca 65.6 millones de hectáreas de las cuales el 60.1% son propiedad social (ejidos y comunidades agrarias), esto es, 39.4 millones de hectáreas. Esto significa que el manejo de las áreas forestales es de tipo comunitario.

Pese a los beneficios que se obtienen de los recursos forestales, en México existe un proceso de deforestación y deterioro de los recursos. En el período que comprende de 2010-2015, las estimaciones muestran una tasa neta de deforestación del país de 91,712 ha/año, considerando únicamente bosques y selvas, y una degradación de 41,000 ha de vegetación natural primaria de bosques y selvas (0.13% anual), entre los años 2011-2014 (CONAFOR, 2017; SEMARNAT, 2021).

La falta de gobernabilidad de los núcleos agrarios y el limitado desarrollo institucional de las zonas forestales del país han sido causas indirectas importantes de deforestación. La falta de gobernabilidad genera conflictos del uso de territorio dentro de la misma comunidad como entre propietarios privados de tierras forestales con comunidades y ejidos colindantes. El bajo desarrollo institucional no proporciona las herramientas eficaces para resolver problemas de tala ilegal, prevención y control de incendios forestales y mucho menos genera las bases necesarias para fomentar un manejo silvícola sustentable. Esta situación provoca un gran deterioro de los sistemas que albergan esta biodiversidad en México, con consecuencias negativas para la población humana.

La Ciudad de México (CDMX) es una de las ciuda-

ciudades más pobladas del mundo, para el 2020 albergaba una población total de 9.2 millones de habitantes (INEGI, 2020). A lo largo de la historia de la CDMX se ha dado una transformación profunda de los ecosistemas terrestres, humedales y lagos, una sobreexplotación de los recursos forestales, un cambio drástico de uso de suelo hacia la producción agropecuaria y un crecimiento urbano desordenado, acompañados de una pérdida de biodiversidad importante (Almeida *et al.*, 2016).

Este proceso acelerado de transformación ha afectado negativamente diversos SE en la CDMX. Las consecuencias más importantes han sido la disminución del volumen de agua potable disponible y el hundimiento de la CDMX (Almeida *et al.*, 2016). Para mitigar estos efectos, la estrategia política en la CDMX se ha concentrado en realizar conservación pasiva, a través de la ejecución de lineamientos y decretos, como la veda forestal (vigente desde 1947), recategorización entre el suelo urbano y las zonas de veda forestal llamada “Suelo de Conservación” (SC) (vigente desde 1970), programas, apoyos y subsidios dirigidos a regular, promover, fomentar, coordinar y ejecutar estudios y acciones en materia de protección, desarrollo, restauración y conservación de los ecosistemas naturales, restauración y conservación del suelo, agua y otros recursos naturales en el SC y Áreas Naturales Protegidas, entre otros.

La comunidad de San Miguel Topilejo se ubica dentro del complejo de SC de la CDMX, se ha integrado a los lineamientos establecidos por la política forestal regional, a través del establecimiento de un Área Comunitaria de Conservación Ecológica (ACCE) con una superficie aproximada de 6 mil hectáreas, promovida por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) de la CDMX y operada por la Comisión de Recursos Naturales (CORENA), la participación de la comunidad en el manejo de su ACCE se enfoca en realizar actividades de protección y conservación forestal a través de brigadas comunitarias y comités de vigilancia, en un contexto de experiencia limitada con pocos incentivos y opciones de capacitación y asesoría (Merino-Pérez y Segura-Warnholtz, 2007; Chapela 2012; Merino-Pérez, 2014).