



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i54.498>

Artículo

Almacenamiento de carbono en la reserva ecológica de Ternium en Pesquería, Nuevo León

Carbon storage in *Ternium* Ecological Reserve at Pesquería, Nuevo León State

Ana María Patiño Flores¹, Eduardo Alanís Rodríguez^{1*}, Víctor Manuel Molina Guerra^{1,2}, Humberto González Rodríguez¹, Enrique Jurado¹ y Oscar Alberto Aguirre Calderón¹

Abstract

The *Ternium* Ecological Reserve is a flora and fauna conservation area, which includes the Tamaulipan Thornscrub. In this study, carbon storage was quantified in the different areas of the ecological reserve. Stratified random sampling was carried out, using satellite images to define the different communities. In each one of them, 10 rectangular sites of 10 × 20 m (a total number of 100 sites) were sampled, in which the basal diameter, the height and the diameters of the crown of each individual with a basal diameter > 3 cm were measured. To determine carbon storage, biomass was estimated by allometric equations and once it was calculated, a 45.4 % factor was used for carbon estimation proposed for the Tamaulipan Thornscrub species. 16 families, 27 genera and 28 species were recorded. The vegetal community that presented the highest total biomass and carbon was the *Mezquite-Huizache* with 102.44 and 46.10 Mg ha⁻¹ respectively, while the vegetal sources derived from the plantations, recorded the lowest numbers (1.74 and 3.96 Mg ha⁻¹). In general, the area has an average carbon content of 12.77 Mg ha⁻¹. The species that contributed to a greater carbon concentration due to their size were: *Prosopis glandulosa*, *Acacia farnesiana* and *Cercidium macrum*.

Key words: *Acacia farnesiana* (L.) Willd., carbon capture, *Cercidium macrum* I. M. Johnst., Tamaulipan Thornscrub, *Prosopis glandulosa* Torr., ecological reserve.

Resumen

La reserva ecológica Ternium es un área de conservación de flora y fauna, que incluye al Matorral Espinoso Tamaulipeco. En este estudio se cuantificó el almacenamiento de carbono en las diferentes áreas de la reserva ecológica. Se realizó un muestreo estratificado al azar con imágenes satelitales para definir las comunidades. En ellas, se muestrearon 10 sitios rectangulares de 10 × 20 m (100 sitios en total) en los que se evaluó el diámetro basal, la altura total y los diámetros de copa de cada individuo con diámetro basal > 3 cm. Para determinar el almacenamiento de carbono se estimó la biomasa mediante ecuaciones alométricas y, una vez calculada la biomasa, se utilizó el factor de 45.4 % para la estimación de carbono propuesto para especies del Matorral Espinoso Tamaulipeco. Se registraron 16 familias, 27 géneros y 28 especies. La comunidad vegetal que presentó mayor biomasa total y contenido de carbono fue la de Mezquite-Huizache con 102.44 y 46.10 Mg ha⁻¹, respectivamente; mientras que en las comunidades vegetales derivadas de plantaciones forestales se registraron las cifras más bajas (1.74 y 3.96 Mg ha⁻¹). En general, el contenido de carbono promedio en el área fue de 12.77 Mg ha⁻¹. Los taxones que contribuyeron a capturar la mayor concentración de carbono por sus dimensiones fueron: *Prosopis glandulosa*, *Acacia farnesiana* y *Cercidium macrum*.

Palabras clave: *Acacia farnesiana* (L.) Willd., captura de carbono, *Cercidium macrum* I. M. Johnst., Matorral Espinoso Tamaulipeco, *Prosopis glandulosa* Torr., reserva ecológica.

Fecha de recepción/Reception date: 29 de enero de 2019

Fecha de Aceptación/Acceptance date: 26 de junio de 2019

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

²RENAC, S.A. de C.V. Linares, NL. México.

*Autor por correspondencia; correo.e: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

Introducción

Para la conservación de la biodiversidad, en el mundo se destinan áreas naturales protegidas, reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios (Toledo, 2005). En un principio, su objetivo era la preservación de la belleza escénica natural (Halffter, 2011), pero con el paso del tiempo esta visión fue evolucionando hasta que en la actualidad estas áreas tienen como propósito mantener la diversidad, el hábitat, componentes ecológicos como el agua y el suelo, además de algunos procesos como la captura de carbono (Dudley *et al.*, 2008).

Entre los servicios ambientales que brindan los ecosistemas, los bosques juegan un papel primordial en el ciclo y captura de carbono (C), pues llegan a almacenar grandes cantidades de carbono en biomasa y suelo, y realizan el intercambio con la atmósfera por medio de la fotosíntesis y la respiración (Brown, 1999). Las comunidades vegetales tienen cierta capacidad para almacenar carbono y esta depende de la composición florística, edad y densidad de la población de cada estrato por comunidad (Schulze *et al.*, 2000). El carbono almacenado en los ecosistemas terrestres se modifica en función de las transformaciones naturales o inducidas, como la erosión y el cambio de uso del suelo (Figuroa *et al.*, 2005). Dichos procesos de liberación de carbono a la atmósfera se pueden revertir mediante la reforestación y la restauración (Rodríguez *et al.*, 2008).

En México, algunas áreas son de propiedad privada y sus responsables las dedican a la conservación para proteger parte del capital biológico del país (Semarnat, 2013). A pesar de ello, son escasos los estudios que se han realizado para determinar su captura de carbono (Roldán *et al.*, 2010; Cuellar y Larrea, 2016; Mora *et al.*, 2017). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el almacenamiento de carbono que reúnen las comunidades vegetales y sus principales especies en la reserva ecológica de la empresa Ternium, Pesquería, Nuevo León, México, para determinar cuál de estas registra mayor contenido de carbono.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en la Reserva Ecológica de la empresa Ternium México (Figura 1), cuya superficie es de 96.17 ha, se ubica en el municipio Pesquería, Nuevo León; sus coordenadas geográficas son 25°45´25" N y 99°58´07" O, a 306 msnm. El clima del lugar corresponde a seco BS₀hw según la clasificación de Köppen modificado por García (1988). La temperatura media anual es de 20 a 22 °C, la precipitación anual varía entre 500 a 700 mm (INEGI, 1986). Los suelos presentes son: Castañosem, Vertisol, Leptosol, Chernozem y Fulisol (INEGI, 1986). La vegetación predominante en el área de estudio es el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) con diferentes estados sucesionales y grados de disturbio. Existen comunidades vegetales del MET maduras y otras en diferentes condiciones de edad: 2, 4 y 6 años, debido a las prácticas de restauración ecológica aplicadas (reforestaciones); y unas más en las que después del disturbio, prevalecen especies de vegetación secundaria.



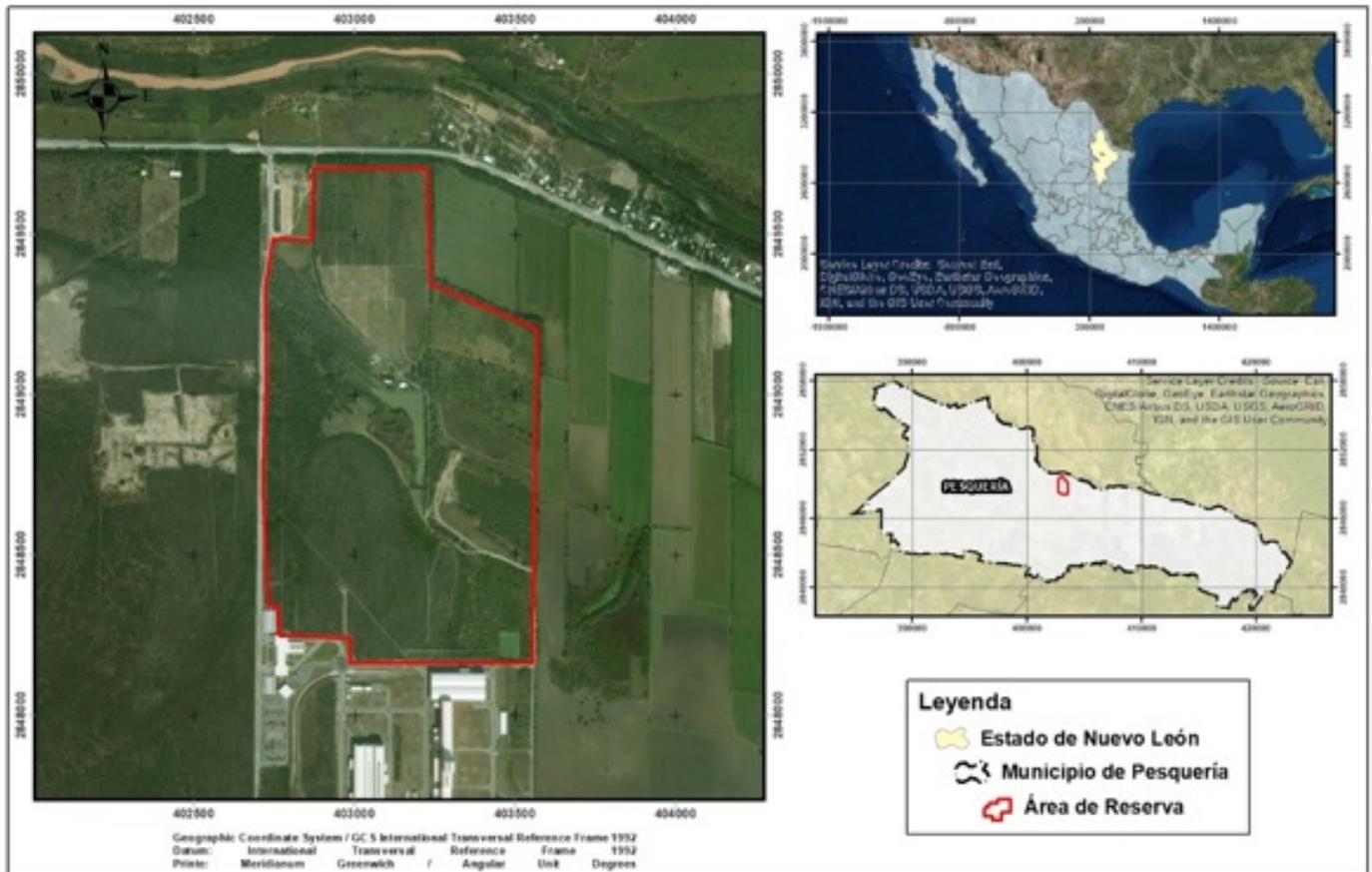


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

Toma de datos

Se realizaron recorridos preliminares en el área de estudio durante los cuales se reconocieron diferencias en la estructura de la comunidad vegetal. Estos contrastes responden a la orografía y al historial de las comunidades vegetales (Cuadro 1). Mediante imágenes de satélite, tomadas de *Google Earth Pro*, se realizó la estratificación de la zona para estimar el carbono de cada área en específico.

Cuadro 1. Características orográficas e historial de uso de las comunidades vegetales.

Comunidad vegetal	Orografía	Historial
Matorral maduro	Valle	Sin disturbio
Matorral maduro	Valle	Sin disturbio
Matorral de cenizo	Loma	Sin disturbio
Matorral de cenizo	Loma	Sin disturbio
Matorral maduro	Parte baja de la cuenca	Sin disturbio
Mezquite-Huizache	Valle	Regeneración
Matorral de cenizo	Loma	Sin disturbio
Plantación 6 años	Valle	Plantación
Plantación 4 años	Valle	Plantación
Plantación 2 años	Valle	Plantación

A partir de la heterogeneidad de la comunidad vegetal, se hizo un muestreo estratificado al azar; y con base en la orografía, historial de uso, composición de especies, la cobertura de la copa y la densidad de individuos, se definieron 10 estratos, de los cuales siete corresponden a vegetación establecida antes de declararla área de conservación y los tres restantes a donde se desarrollaron actividades de restauración ecológica.

Se realizó un premuestreo para determinar el coeficiente de determinación y estimar el número de sitios necesarios para tener información representativa. El tamaño de la muestra se definió, a partir del volumen, por medio del siguiente modelo matemático (Mostacedo y Fredericksen, 2000):

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de sitios de muestreo

E = Error (20 %)

t = Valor extraído de las tablas de t de *Student* ($P < 0.05$)

N = Total de unidades muestrales en toda la población

CV = Coeficiente de variación

Los sitios de muestreo fueron rectangulares de 10 × 20 m (200 m²) establecidos aleatoriamente, con base en las coordenadas extremas de cada área y mediante números aleatorios; en Excel, se obtuvieron los puntos de muestreo de cada estrato. De acuerdo con el resultado del modelo matemático, se establecieron 10 sitios por comunidad vegetal (100 sitios en total); donde se consideraron todos los individuos con un diámetro basal > 3 cm, y se les midió la altura total (h) con una vara telescópica *Hastings*[®] E-15-1, el diámetro basal ($d_{0.10}$) con una forcípula *Haglöf* Mantax Blue[®] 1270 mm y los diámetros de copa (k) en sentidos N-S y E-O con un flexómetro *Truper*[®] de 10 m.

Análisis de datos

Para calcular el almacenamiento de carbono de las especies arbóreas y arbustivas, se estimó la biomasa aérea con la ecuación alométrica desarrollada por Návar *et al.* (2004) para taxones del Matorral Espinoso Tamaulipeco ($r^2=0.80$):

$$BT = 0.026884 + 0.001191 * d^2h + 0.044529 * d - 0.01516 * h) + (1.025041 + 0.023663 * d^2h - 0.17071h - 0.09615 * \ln(h)) + (-0.43154 + 0.011037 * d^2h + 0.113602 * d + 0.307809 * \ln (d))$$

Donde:

BT = Biomasa aérea total (Kg)

d = Diámetro basal (cm)

h = Altura total (m).

Por el fuste característico de *Yucca filifera* Chabaud, cuya forma es diferente a los taxa evaluados, se utilizó la fórmula propuesta por Nívar (2008):

$$BT = \exp(0.360 + 1.218 * \ln(h) + 0.325)$$

Donde

BT = Biomasa área total (Kg)

h = Altura total (m)

Una vez obtenida la biomasa aérea total, la concentración del contenido de carbono se calculó con el factor de 45.4 % recomendado por Yerena *et al.* (2011).

Resultados y Discusión

La flora del área de estudio comprende 16 familias, 27 géneros y 28 especies (Cuadro 2). Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae con nueve, Asteraceae, Boraginaceae, Cannabaceae y Euphorbiaceae con dos especies; el resto de las registró solo una especie. Fabaceae es de las más representativas en las comunidades de matorral del estado; *Acacia farnesiana* (L.) Willd. y *Acacia rigidula* Benth son de las más importantes dentro de estas comunidades vegetales, en cuanto a dominancia (Estrada *et al.*, 2004; Jiménez *et al.*, 2009).

Cuadro 2. Listado florístico del área de estudio.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Yuca	Arbóreo
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruíz & Pav.) Pers.	Jarilla	Arbustivo
	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	Escobilla	Arbustivo
Boraginaceae	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Arbóreo
	<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.) I.M. Johnst.	Anacua	Arbóreo
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M. Knuth	Tasajillo	Arbustivo
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Arbustivo
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote	Arbóreo
Euphorbiaceae	<i>Bernardia myricifolia</i> (Scheele) S. Watson	Oreja de ratón	Arbustivo
	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Croton	Arbustivo
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Arbóreo
	<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Chaparro prieto, gavia	Arbustivo
	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	Hierba del potro	Arbóreo
	<i>Cercidium macrum</i> I.M. Johnst.	Palo verde	Arbóreo
	Fabaceae	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W.	Ébano
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele		Vara dulce	Arbóreo
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose		Tenaza	Arbóreo
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.		Retama	Arbóreo
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.		Mezquite	Arbóreo
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Arbustivo
Passifloraceae	<i>Turnera diffusa</i> Willd.	Damiana	Arbustivo
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Coyotillo	Arbustivo
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Arbustivo
Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Peen.	Coma	Arbustivo
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Arbustivo
Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> Turpin	Crucillo	Arbustivo
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm.	Guayacán	Arbustivo

En el Cuadro 3 se muestran los 10 estratos registrados en el área de conservación. La comunidad vegetal dominada por mezquite y huizache es la que mayor biomasa total y carbono almacena con 102.44 y 46.10 Mg ha⁻¹, respectivamente (Cuadro 3), seguida de las comunidades de matorral maduro.

Cuadro 3. Biomasa total y contenido de carbono por estrato.

Comunidad Vegetal	Superficie (ha)	BT (Mg ha⁻¹)	C (Mg ha⁻¹)	C (Mg) por comunidad vegetal
Matorral maduro 1	19.76	17.24	7.76	153.34
Matorral maduro 2	16.86	47.43	21.34	359.79
Matorral de cenizo 1	5.37	14.82	6.67	35.82
Matorral de cenizo 2	8.16	17.16	7.72	63.00
Matorral maduro 3	9.71	26.56	11.95	116.03
Mezquite-Huizache	12.78	102.44	46.1	589.16
Matorral de cenizo 3	1.71	22.23	10	17.10
Plantación 6 años	12	21.38	9.62	116.52
Plantación 4 años	2.2	8.73	3.93	8.71
Plantación 2 años	7.62	5.57	2.50	19.13
Sumatorias y promedios	Σ = 96.17	\bar{x} = 28.36	\bar{x} = 12.76	Σ = 1 228.09

Con excepción de las áreas de Mezquite y Huizache y las reforestadas, las comunidades vegetales registraron valores de biomasa entre los 14.82 Mg ha⁻¹ y 47.43 Mg ha⁻¹. Estos valores son similares a los citados por diferentes autores: Nívar *et al.* (2002), Nívar *et al.* (2004), Nívar (2008), quienes indican para el Matorral Espinoso Tamaulipeco cifras de 12.93, 36.75, 44.40 y 48.40 Mg ha⁻¹, respectivamente; mientras que, Yerena *et al.* (2011) documentan un valor de 25 Mg ha⁻¹. En las áreas de plantación, la biomasa total y el carbono almacenado fueron inferiores, dado que la vegetación en estas áreas es más joven y de menor tamaño. A pesar de esa situación, en la plantación de seis años se obtuvieron valores mayores que en las comunidades

denominadas matorral cenizo 1 y 2, las cuales están dominadas por el arbusto *Leucophyllum frutescens* (Berland.) I. M. Johnst.; por lo tanto, las actividades de reforestación contribuyeron a lograr resultados positivos en la producción de biomasa.

En general, el área de reserva ecológica Ternium almacena un promedio de 28.36 Mg ha⁻¹ de biomasa, lo que equivale a 12.76 Mg ha⁻¹ de carbono. El matorral maduro reúne un contenido de carbono en promedio de 13.68 Mg ha⁻¹, que se asemeja a los valores consignados por Yerena *et al.* (2011), de 11.70 Mg ha⁻¹ en un matorral primario; mientras que, para zonas con diferentes usos, los valores fueron de 4.67 y 2.98 Mg ha⁻¹; lo anterior coincide con las plantaciones estudiadas, donde las plantas son aún jóvenes. En el área de Mezquite-Huizache los registros obtenidos superan a los de Yerena *et al.* (2015) para un mezquital de 30 años, en el que calcularon 18.83 Mg ha⁻¹.

En cada comunidad vegetal o estrato se identificaron especies dominantes, de acuerdo a la concentración de biomasa total y carbono. En el Cuadro 4 se muestran los taxa de cada estrato. *Prosopis glandulosa* Torr., *A. farnesiana* y *Cercidium macrum* I. M. Johnst. reúnen la mayor biomasa total y carbono almacenado, con 34.96 % de la biomasa total. Estas especies son importantes por su gran abundancia y dominancia en las comunidades vegetales; pertenecen a la familia Fabaceae, que ha sido referida como la más representativa en los matorrales del estado (Rojas, 1965; Rzedowski, 1978; Briones y Villarreal, 2001).



Cuadro 4. Características dasométricas, biomasa total (Mg ha⁻¹) y Carbono (Mg ha⁻¹) de las comunidades vegetales del área de estudio.

Especie	Individuos (ha ⁻¹)	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)	Área de copa promedio (cm ²)	BT (Mg ha ⁻¹)	C (Mg ha ⁻¹)
Matorral maduro 1						
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	119	4.9	13.5	4.6	5.47	2.46
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	531	3.7	5.9	1.8	1.80	1.17
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W.	25	9.1	30	7.3	0.08	0.84
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	6	2.9	8.9	1.9	0.04	0.81
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	31	2.7	4.1	1.3	0.07	0.81
<i>Cercidium macrum</i> I.M. Johnst.	75	3.5	9.1	2.7	1.38	0.62
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	125	3.5	9.2	2.3	1.81	0.39
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Peen.	44	2.1	4.5	2.1	0.11	0.16
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	6	2.9	4.3	2.3	0.16	0.13
<i>Diospirus texana</i> Scheele	6	3.7	13	2.7	1.87	0.07
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	6	1.5	3.7	1.3	0.03	0.06
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	19	1.9	4	1.7	0.04	0.05
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	94	2	4.1	1.7	0.29	0.04
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	6	1.5	3.9	1.2	0.01	0.04
<i>Bernardia myricaefolia</i> (Scheele) S. Watson	363	2	4.3	1.7	2.59	0.04
<i>Celtis pallida</i> Torr.	38	2	3.6	1.3	0.09	0.03
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	56	2	3.7	1.5	0.12	0.02
<i>Castela erecta</i> Turpin	31	3.1	6.5	1.8	0.86	0.02
<i>Ehrieta anacua</i> (Terán & Berland.) I.M. Johnst.	113	2	6	1.9	0.35	0.01
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	38	1.1	3.5	0.7	0.10	0.01
Suma	1731	2.91	7.29	43.80	17.24	7.76
Matorral maduro 2						
<i>Cercidium macrum</i> I.M. Johnst.	45	4.7	30.1	3.9	1.34	12.95

<i>Acacia rigidula</i> Benth.	860	2.8	6.5	2.1	8.84	3.98
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	35	3.8	7	2.6	0.07	0.90
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	55	2.8	10	2.2	0.24	0.73
<i>Ebenopsis ébano</i> (Berland.) Barneby & J.W.	50	4.3	13.6	3.5	28.77	0.72
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	110	3.9	9.9	3.5	1.63	0.60
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	130	2.7	9.3	2.4	0.23	0.37
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	35	2.1	4.4	1.8	1.61	0.27
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	175	2.3	3.6	1.7	0.46	0.21
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	180	1.7	4.7	1.8	0.61	0.21
<i>Celtis pallida</i> Torr.	190	1.9	4.5	1.5	1.98	0.11
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	35	1.2	3.3	0.8	0.20	0.10
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	105	1.7	4.8	1.2	0.46	0.09
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	50	1.3	4.1	1.2	0.81	0.06
<i>Castela erecta</i> Turpin	20	1.9	3.6	1.9	0.05	0.03
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Peen.	50	1.3	4.4	1.1	0.13	0.02
Suma	2125	2.53	7.74	33.20	47.43	21.34

Matorral de cenizo 1

<i>Cercidium macrum</i> I.M. Johnst.	435	4.3	12.9	3.6	2.05	2.27
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	20	2.4	10.5	2.3	0.10	1.94
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	70	1.8	3.6	1.7	5.04	1.01
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	175	2.3	5.1	1.8	4.32	0.92
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	25	5.1	29	4.2	0.07	0.14
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	25	1.8	5.1	1.8	0.05	0.10
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	110	1.6	3.1	1.3	0.21	0.09
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg	10	1.8	3.3	1.8	0.03	0.06
<i>Celtis pallida</i> Torr.	55	1.9	4.3	1.7	0.21	0.04
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	30	1	3.2	1	0.08	0.04

<i>Croton cortesianus</i> Kunth	1060	1.5	3.4	1.3	2.24	0.03
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	20	1.3	3.2	1.1	0.30	0.02
<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm.	55	1.8	3.5	0.4	0.13	0.01
Suma	2090	2.20	6.94	24.00	14.82	6.67

Matorral de cenizo 2

<i>Cercidium macrum</i> I.M. Johnst.	11	4.7	14	4	1.10	1.31
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	622	1.9	3.8	1.9	2.45	1.30
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruíz & Pav.) Pers.	817	5.2	3.7	2.9	2.49	1.12
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	33	2.4	4.5	2.1	0.08	1.10
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	28	2.4	9.4	2.3	2.90	0.78
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	94	3.9	18.5	2.4	1.74	0.50
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	111	2	3.1	1.5	0.18	0.46
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	6	3.9	17	3.9	0.17	0.31
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	594	1.4	3.1	1.4	1.01	0.28
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	106	2.7	5.8	2.2	0.18	0.16
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	56	7.2	37.5	1.6	0.36	0.11
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	383	2.3	3	1.4	0.63	0.08
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	1300	1.1	3	0.8	2.89	0.08
<i>Diospyros texana</i> Scheele	11	3.4	15	3.4	0.68	0.08
<i>Celtis pallida</i> Torr.	11	2.3	4	2.3	0.24	0.04
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	11	2.2	4	2.6	0.04	0.02
Suma	4194	3.06	9.34	36.70	17.16	7.72

Matorral maduro 3

<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	150	4.3	14.4	4	2.44	3.09
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	1480	3.7	4.5	1.5	6.02	2.71

Las tres especies con mayores dimensiones también presentaron el índice de valor de importancia más alto en áreas del MET regeneradas naturalmente, después de tener actividades agrícolas y pecuarias (Alanís *et al.*, 2008; Jiménez *et al.*, 2009). Diversos estudios sugieren que la importancia de las fabáceas en el Matorral Espinoso Tamaulipeco es atribuible a la amplia gama de respuestas que tienen para soportar y tolerar factores limitantes, como son las respuestas ecofisiológicas al estrés hídrico (González y Cantú, 2001; López *et al.*, 2010; González *et al.*, 2011a, b).

A. farnesiana es una especie de establecimiento rápido en áreas con disturbio que forma asociaciones densas conocidas como “huizachales” (Estrada *et al.*, 2004; Leal *et al.*, 2018); *P. glandulosa* domina áreas de vegetación secundaria, es abundante en áreas sobrepastoreadas, campos de cultivo abandonados (Estrada *et al.*, 2014) y en las partes bajas de las cuencas (Alanís *et al.*, 2017); mientras que *C. macrum* es característica de la región norte del estado de Nuevo León, en planicies y serranías (Estrada *et al.*, 2005).

Conclusiones

Las comunidades vegetales del Matorral Espinoso Tamaulipeco de la reserva ecológica Ternium, Pesquería tienen alta variabilidad en el almacenamiento de carbono, y en áreas recientemente plantadas presentan valores de 2.51 Mg ha⁻¹ hasta registros altos en comunidades maduras establecidas en la parte baja de la cuenca, con 46.1 Mg ha⁻¹. En general, el área de reserva ecológica Ternium almacena 1 228.09 Mg de carbono, lo que equivale a un promedio de 12.76 Mg ha⁻¹. Las especies con la mayor biomasa total y carbono almacenado son las Fabaceae: *P. glandulosa*, *A. farnesiana* y *C. macrum*, con 34.96 % de la biomasa total.

Agradecimientos

Se agradece a la empresa Ternium por todas las facilidades otorgadas para realizar el trabajo en campo. También al personal de las empresas RENAC, S.A. de C.V. y Geoprospect S.A. de C.V. por el apoyo en la logística y actividades de campo.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen ningún conflicto de intereses.

Contribución por autor

Ana María Patiño Flores: conceptualización de la investigación, revisión de la base de datos, análisis de los datos, redacción del borrador original; Eduardo Alanís Rodríguez: conceptualización de la investigación, revisión de la base de datos, revisión del análisis de los datos, redacción de la metodología, revisión y edición del manuscrito; Víctor Manuel Molina Guerra: conceptualización de la investigación, coordinación en el trabajo de campo, revisión del análisis de los datos y revisión del manuscrito; Humberto González Rodríguez: revisión de la base de datos, análisis de los datos, revisión y edición del manuscrito; Enrique Jurado: conceptualización de la investigación, revisión de la base de datos, revisión y edición del manuscrito; Oscar Alberto Aguirre Calderón: revisión de la base de datos, análisis de los datos, revisión y edición del manuscrito.



Referencias

Alanís, E., J. Jiménez, O. Aguirre, E. Treviño, E. Jurado y M. González. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* 11(1):56-62.

Alanís R., E., V. M. Molina G., , J. Jiménez P., , E. A. Rubio C., A. Mora O., A. C. Chávez C. and J. J. Marroquín C. 2017. Composition, structure and diversity of a mesquite in Pesquería (Northeastern Mexico). *Revista Chilena de Historia Natural*. 90:4. <https://doi.org/10.1186/s40693-017-0066-1>.

Briones, O. L. y J. A. Villarreal. 2001. Vegetación y flora de un ecotono entre las provincias del Altiplano y de la Planicie Costera del Noreste de México. *Acta Botanica Mexicana* 55: 39-67 + un mapa.

[http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/ABM/ABM.55.2001/acta55\(39-67\).pdf](http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/ABM/ABM.55.2001/acta55(39-67).pdf)
(5 de noviembre de 2018).

Brown, S. 1999. Guidelines for inventorying and monitoring carbon offsets in forest-based projects. Winrock International for the World Bank. Arlington, VA USA. 11 p.

Cuellar, S. y D. Larrea. 2016. Pérdida de carbono por deforestación reciente (2010-2013) en las tierras bajas y Yungas de Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 51(1): 15-25.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., México. 128 p.

Dudley, N., S. Mansourian, S. Stolton and S. Sukswan. 2008. Safety Net: Protected areas and poverty reduction (Áreas protegidas y reducción de la pobreza). WWF International. Gland, Suiza. 183 p.

Estrada C., E., C. Yen, A. Delgado y J. Villarreal, 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Botánica*. 75(1): 78-85.

- Estrada C., E., J. A. Villarreal-Quintanilla y Jurado E. 2005. Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta Botanica Mexicana* 73:1-18.
- Estrada, A., E. Delgado y J. A. Villarreal. 2014. Las leguminosas de Nuevo León. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, UNAM. 307 p.
- Figueroa N., C., J. D. Etchevers B., A. Velásquez M. y M. Acosta M. 2005. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. *Terra* 23(1):57-64.
- García, E. 1988. Modificaciones al Régimen de Clasificación Climática de Köppen. México. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F., México. 134 p.
- González R., H. e I. Cantú S. 2001. Adaptación a la sequía de plantas arbustivas de matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* 4(4): 454-461.
- González R., H., I. Cantú S., R. G. Ramírez L., M. V. Gómez M., M. Pando M. y J. M. López H. 2011a. Potencial hídrico xilemático en cuatro especies arbustivas nativas del noreste de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17: 97-109. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.09.080>.
- González R., H., I. Cantú S., R. G. Ramírez L., M. V. Gómez M., J. I. Sarquís R., N. Coria G., J. R. Cervantes M. and R. K. Maiti. 2011b. Xylem water potentials of native shrubs from northeastern Mexico. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science* 61(3): 214-219. DOI: 10.1080/09064711003693211.
- Halffter, G. 2011. Reservas de la biósfera: problemas y oportunidades en México. *Acta Zoológica Mexicana*. 27(1): 177-189.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. México, D. F., México. Secretaria de Programación y Presupuesto. INEGI. México, D.F., México. 170 p.

Jiménez, J., E. Alanís, O. Aguirre, M. Pando y M. A. González. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Madera y Bosques*. 15(3):5-20.

Leal, N.A., E. Alanís, J. M. Mata, E. J. Treviño y J. I. Yerena. 2018. Estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco regenerado postganadería en el noreste de México. *Polibotánica* 45: 75-88.

<https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.6>.

López H., J. M., H. González R., I. Cantú S., R. G. Ramírez L., M. V. Gómez M., M. Pando M., J. I. Sarquís R., N. Coria G., M. Ratikanta and N. C. Sarkar. 2010. Adaptation of native shrubs to drought stress in Northeastern Mexico. *International Journal of Bio-resource and Stress Management* 1(1): 30-37.

Mora, J., N. Ulloa, B. Quezada y L. López. 2017. El carbono acumulado en la masa arbórea de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. *Ceiba* 54(2): 139-146.

<https://doi.org/10.5377/ceiba.v54i2.3369>.

Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOP. Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.

Návar, J., E. Mendez and V. Dale, 2002. Estimating stand biomass in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Annals of Forest Science* 59: 813-821. <https://doi.org/10.1051/forest:2002079>.

Návar, J., E. Mendez, J. Graciano, V. Dale and B. Parresol. 2004. Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Journal of Arid Environments*, 59: 657-674. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.02.010>.

Návar, J. 2008. Carbon fluxes resulting from land-use changes in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Carbon Balance and Management*, 3: 6 <https://doi.org/10.1186/1750-0680-3-6>.

Rodríguez, R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 4(2): 215 -222.

Rojas M., P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México. 124 p.

Roldán, M., A. Carminant, F. Biganzoli y J. Paurelo, 2010. Las reservas privadas ¿son efectivas para conservar las propiedades de los ecosistemas? *Ecología Austral*. 20: 185-199.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. D. F., México. pp. 97-110.

Schulze, E. D., Ch. Wirt and M. Heimann. 2000. Managing forest after Kyoto. *Science* 289(5487):2058-2059. DOI: 10.1126/science.289.5487.2058.

Toledo, V. M. 2005. Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? *Gaceta Ecológica*. 77: 67-83.

Yerena Y., J. I., J. Jiménez P., O. A. Aguirre C. y E. J. Treviño G. 2011. Concentración de carbono en la biomasa aérea del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17(2): 283-291. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.02.004>.

Yerena Y., J. I., J. Jiménez, E. Alanís, M. Pompa, O. A. Aguirre C. y E. J. Treviño G. 2015. Contenido de carbono en la biomasa aérea del mezquital con historial agrícola, en México. *Interciencia* 40(10):722-726.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.