

CALIDAD DE SITIO Y CAPTURA DE CARBONO DE ESPECIES DE PINO DEL BOSQUE DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACÁN, MÉXICO

Juvenal Esquivel-Córdova

Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” - UMSNH, Uruapan, Mich., México

Saúl Castro-Castañeda

Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” - UMSNH, Uruapan, Mich., México

Rosa Elena Pérez-Sánchez

Facultad de Químico Farmacobiología- UMSNH, Morelia, Mich., México

Ruy Ortíz-Rodríguez

Facultad de Químico Farmacobiología- UMSNH, Morelia, Mich., México

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: El bosque de pino se ubica al norte de la ciudad de Uruapan, decretada Zona Protectora Forestal Vedada de los cerros “La Cruz” y “La Charanda” en 1937, realiza funciones de alto impacto por los bienes y servicios ecosistémicos que brinda, de amortiguamiento y captación de agua, protección al suelo, generación de oxígeno y recreación. Es recurrente la degradación por incendios, clandestinaje, erosión, plagas y otros disturbios. Los objetivos fueron: Determinar el crecimiento y productividad de las especies de pino y Cuantificar el carbono almacenado y la capacidad de fijación por incremento volumétrico de las especies. La delimitación de **áreas** se realizó a través del Bing Maps Arial Imagery web Mapping Service 2013. Se aplicó un sistema de muestreo sistemático estratificado por UMM. Los árboles/ha se obtuvieron con la fórmula $\text{Árboles/ha/especie} = 20 * \text{No. de sitios} * \text{No. de árboles} * \text{especie}$; las Er/ha con la fórmula $Er(\text{ha}) = \text{Arb}(\text{ha}) * \text{Vol. Unitario de la especie}$; y por rodal se multiplicó el resultado por la superficie; Los incrementos ICA e IMA en m^3 y %, se calcularon con el método Aguilar (1983); la edad y tiempo de paso se determinaron con virutas de árboles muestreados; y la densidad de la madera mediante la fórmula $= \text{Masa}(\text{gr}) / \text{volumen}(\text{m}^3)$; el carbono acumulado anual y biomasa/ha se determinaron con el procedimiento de Zamora (2007). Las especies de pino identificadas son 9, 9 especies del género *Quercus*, *Cupressus* y once géneros de otras latifoliadas de zonas de barranca, formando microhábitats del bosque mesófilo de montaña, en 12 UMM y de 189.5 ha, la mayor calidad de sitio la ocupan UMM con existencias volumétricas/ha de 268.652 m^3 , edad de 49 años, tiempo de paso de 11.3 años; ICA e IMA de 3.507 y $2.881 \text{ m}^3/\text{ha}$ respectivamente, el carbono (tC)/ha almacenado es de 18.440 y las (tC)/ha fijado/año de 0.34. Las UMM evidencian la necesidad de un sistema de manejo de

bosque de protección y abrir espacios que estimulen la regeneración natural y extender los tratamientos a toda el área a fin de elevar la captura de carbono y otros servicios ambientales.

Palabras clave: Servicios ecosistémicos, crecimiento y productividad, carbono almacenado, incremento corriente y medio anual y bosque de protección.

INTRODUCCIÓN

El bosque de estudio se ubica al norte de la ciudad de Uruapan, en una superficie de 189.5 ha, declaradas como “Zona Protectora Forestal Vedada” publicada en el Diaria Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1937. El régimen de propiedad se divide en dos: C.I. Barrio de San Juan Bautista con 127.5 ha y propiedad privada de 62 ha. (Esquivel y Castro, 2018), encontraron que el estrato arbóreo por la distribución de las especies se forman tres tipos de vegetación, el bosque de pino de 9 especies y la mezcla de bosque Pino-encino que de manera dispersa se encuentran en lugares abiertos de 7 especies y el bosque de *Cupressus* y otras latifoliadas de 11 géneros en zonas de barranca, formando microhábitats del bosque mesófilo de montaña. Bello y Madrigal (1996), reportan que las especies de pinos que dominan esta comunidad son: *P. michoacana*, *P. pringlei*, *P. oocarpa*, *P. douglasiana* y *P. lawsonii* y de encinos se encuentran: *Q. castanea* y *Q. magnoliifolia*. Estos bosques realizan funciones de alto impacto por los bienes y servicios ecosistémicos que brinda, el amortiguamiento y captación de agua de lluvia, protección al suelo, generadores de oxígeno, recreación y esparcimiento a la sociedad. Sin embargo, es un área vulnerable por la diversidad de factores que la impactan y sometida a una dinámica de procesos de resiliencia constante como la degradación por incendios, clandestinaje, erosión, plagas, enfermedades, el cambio

de uso del suelo, entre otros. Por lo que los objetivos propuestos fueron: Determinar el crecimiento y productividad de las especies de pino y Cuantificar el carbono almacenado y la capacidad de fijación por incremento volumétrico de las especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL INVENTARIO

La Unidad Mínima de Manejo (UMM), es la división dasocrática mínima, establecida y que aplica en los Programas de Manejo Forestal, las cuales pueden ser el subrodal, el rodal o las parcelas de corta por tratamiento (NOM-152-SEMARNAT-2006).

Las UMM se definieron en base a el potencial productivo, la exposición del terreno, detalles topográficos en cada imagen de satélite, considerando además características de composición, densidad y altura de las especies, mismas que se identificaron mediante la clave asignada a cada estrato.

La superficie estudiada es de 189.2 ha, en las que se delimitaron 12 UMM con apoyo del Bing Maps Arial Imagery web Mapping Service 2013 y recorridos de campo para cotejo de la condición natural actuales.

DISEÑO DE MUESTREO UTILIZADO

Con el fin de disminuir la heterogeneidad de la superficie arbolada por muestrear, se estratificó a partir de imágenes Digital Globe y se aplicó un diseño de muestreo sistemático estratificado, con intensidad del 10% y se establecieron 122 sitios circulares de 500 m², con radio de 12.62 m (NOM-152-SEMARNAT-2006); (Sarh, 1977).

TOMA DE DATOS Y PROCESO

Para la recogida de datos de campo se elaboró un formato exprofeso con apartados para datos generales, características naturales, daños en el arbolado, datos del estrato arbóreo

con diámetros superiores a 7.5 cm, datos del estrato arbustivo con diámetros inferiores a 7.5 cm y del herbáceo e información de la fauna silvestre.

En la captura y proceso de datos se elaboró una tabla en hoja electrónica de Excel versión 10 y se aplicaron los modelos matemáticos siguientes:

El número de árboles/ha se obtuvo con la fórmula:

$$\text{Árb/especie/ha} = \frac{20}{\text{Nº de Sitios}} * \text{Nº de árboles/especie}$$

Las Existencias reales volumétricas/ha de árboles del estrato superior se obtuvieron con la fórmula:

$Er(ha) \text{ m}^3 = \text{Árb}(ha) * \text{Vol. Unitario por especie}$ y para la UMM se multiplicó el resultado por la superficie ocupada en hectáreas.

De cada especie de pino encontrada en los sitios y por clase diamétrica, se seleccionaron los árboles tipo con buena salud, vigor, conformación y libres de defectos, a los que se les midió el diámetro normal (DN) y altura. Estos árboles se barrenaron con Taladro de Pressler al DN por la parte superior de la pendiente, de donde se obtuvieron virutas y de éstas se determinó la edad, agregando los años que requieren los brinzales para alcanza esa altura, el tiempo de paso en años, longitud de los últimos 10 anillos en mm, espesor de la madera temprana y madera tardía. La cronología de incendios ocurridos se obtuvo a través de las virutas que fueron pulidas con lijas de grano 80 a 100, para apreciar de manera clara los anillos y con el apoyo de un Mini Microscopio Digital Usb 500x Adir 10651 y medir el espesor de la huella dejada por el fuego, (Heyerdahl y Alvarado 2003, Swetnam y Baisan 2003, Yocom y Fulé 2012).

El incremento corriente anual (ICA) e incremento y medio anual (IMA) en m³ y %, se calcularon con el método desarrollado por Aguilar (1983), basado en $\text{Árb}/ha$, Er/ha

m^3 , Vta., Vol. Unit. m^3 Vta., Dif. Vol. Unit. y el Tiempo de paso armónico por cada clase diamétrica.

A las maderas temprana y tardía de las virutas se les determinó el gradiente de humedad en %, a través de un higrómetro, así mismo, se obtuvo el peso específico utilizando una Báscula digital en miligramos de graduación precisa de 0.001 g, versión Oria y se midieron los diámetros y longitudes de las secciones para derivar el volumen en cm^3 .

El factor de densidad de la madera de las virutas (temprana y tardía) para las especies de pino (toneladas de materia seca/ m^3) se obtuvo a través de la fórmula = $Masa (gr)/volumen (m^3)$ y para latifoliadas se tomó el valor reportado por Zamora en 2003.

El factor de contenido de carbono (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) y (tC/tms) se tomó el valor reportado por Zamora 2003.

El cálculo de la biomasa (toneladas de carbono/ha), se determinaron con la fórmula de $vol/ha * el\ factor\ de\ densidad * el\ contenido\ de\ carbono$.

El Bs factor de expansión 1.3 (toneladas de carbono/ha), fue tomado de la metodología utilizada por Zamora 2003, que se considera para todos los géneros.

Para obtener las tC/ha*el factor de contenido de carbono*la biomasa.

Para obtener el total de carbono por rodal se*las tC/ha*la superficie del rodal en ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados principales encontrados están referidos a las pesadas por tipo de madera en gr, la derivación del volumen en cm^3 , el contenido de humedad de salida que fluctúa entre 8 y 10% según la especie y la determinación de la densidad de la madera de las especies de pino en estudio, resultando lo siguiente y que se presentan en la Tabla 1: *Pinus michoacana* y *P. oocarpa* presentan el

mayor valor de 0.62, *Pinus douglasiana* 0.58, *P. lawsonii* 0.57, *P. pseudostrobus* 0.56 y *P. pringlei* 0.53, la diferencia de densidad no es significativa y *P. tenuifolia* 0.50, es la especie con menor densidad.

La estructura de las UMM se describen de manera completa, sin embargo por espacio solamente se presenta la I, misma que corresponde a un bosque de pino-encino mezclado con latifoliadas, con cobertura superior al 60%, altura del dosel superior formado por pinos de 25 m, encinos de 10 m y otras latifoliadas de 15 m (Pqh V5,2,3); el Área basal/ha es de 17.288 m^2 , vol. Total/ha de 224.286 m^3 ; el valor de la densidad corresponde a cada una de las especies, el cálculo de otros valores de importancia como las toneladas de carbono almacenado/ha de 31.07 y el cálculo para toda la superficie de la UMM de 867.058 toneladas y los resultados se presentan en la Tabla 2.

En las UMM 2 a 10 se realizaron las mismas operaciones, encontrando que las 2, 3, 1, 4 y 8 en ese orden, son las de mayor concentración de toneladas de carbono/ha y las de menor concentración son las 7, 10, 6 y 5, por ser las de menor densidad, lo cual se observa en la Tabla 3.

En relación con los incrementos se generaron las diez tablas bajo el procedimiento descrito y que por espacio solamente se presenta la Tabla 4 de la UMM I, como ejemplo que concentra los incrementos de ICA e IMA en m^3 y en %.

Los resultados del ICA en volumen reflejan la velocidad de crecimiento que está teniendo el bosque/ha/año, en este caso se observa que dicho volumen es bajo con valor de 6.321 m^3 , lo que equivale a 0.746 tC/ha, e la UMM I y en la UMM II, el ICA se presenta con valor de **8.707** m^3 , pero la captura de tC/ha es de 0.543, a pesar de no dársele manejo silvícola a dichas poblaciones naturales y se evidencia esta necesidad, en la Tabla 5 se

Especie	No. de muestras	Peso de la madera temprana (gr)			Porcentaje de Humedad			Peso neto en (gr)	Humedad (%)	Longitud de la madera temprana y tardía en (mm)						Longitud madera en (cm)			Diámetro	Volumen de madera (cm ³)			Densidad por
		Médula	Centro	Exterior	Médula	Centro	Exterior			Médula	Centro	Exterior	Médula	Centro	Exterior	Temprana	Tardía	Longitud total		Temprana (cm ³)	Tardía (cm ³)	Vol. total	
<i>Pinus lawsonii</i>	10	1.3	1.20	0.57	8	7.3	8	3	8	7.0	6.7	2.7	1	3	1.3	16.4	5.1	21.5	0.5	3.22	1	4	0.57
<i>P. douglasiana</i>	10	0.7	0.92	0.6	8.6	8.4	10	2	9	5.6	5.2	2.4	1	2	1.6	13.2	4.4	17.6	0.5	2.59	1	4	0.58
<i>P. pseudostrobus</i>	5	0.4	0.40	0.33	8.3	8.4	9	1	9	2.0	2.4	1.9	1	1	0.8	6.3	2.4	8.7	0.5	1.24	0	2	0.56
<i>P. michoacana</i>	10	0.7	0.66	0.49	9.9	6.5	9	2	9	4.0	3.5	1.8	1	1	1.1	9.3	3.7	13	0.5	1.83	1	3	0.62
<i>P. pringlei</i>	10	0.6	0.56	0.58	8.6	9.1	9	2	9	5.9	3.5	2.5	1	1	1.1	11.9	3.4	15.3	0.5	2.34	1	3	0.53
<i>P. oocarpa</i>	6	0.4	0.45	0.36	8.3	10	10	1	10	3.7	2.5	1.4	1	1	0.8	7.6	2.2	9.8	0.5	1.49	0	2	0.62
<i>P. tenuifolia o maximinoi</i>	7	0.8	0.50	0.34	9.8	9.9	9	2	10	7.7	3.6	2.3	1	1	0.8	13.6	2.6	16.2	0.5	2.67	1	3	0.50

Tabla 1. Densidad de la madera de especies de Pino en el área de estudio.

Especies UMM 1	DN (cm)	AT (m)	Cobertura en %	AB/ha (m ²)	VTA/ha m ³	Superficie rodal	VTm ³ /rodal	Densidad TMS/m ³	Cont. Carbono TC/TMS	Biomasa Tc/ha.	Bs factor tC/ha	Total a+s tC/ha.	Carbono/rodal
Latifoliadas	24	13	4.0	1.430	15.260	21.76	327.64	0.48	0.45	3.296	1.3	1.483	41.401
<i>Pinus lawsonii</i>	46	26	20.6	3.083	42.629	21.76	915.26	0.57	0.45	14.004	1.3	6.302	175.886
<i>Pinus michoacana</i>	46	26	12.0	3.535	51.038	21.76	1095.78	0.62	0.45	16.536	1.3	7.441	207.694
<i>Pinus montezumae</i>	46	28	10.3	3.464	49.507	21.76	1062.92	0.62	0.45	16.040	1.3	7.218	201.466
<i>Pinus douglasiana</i>	29	18	5.2	1.810	22.619	21.76	485.630	0.58	0.45	6.514	1.3	2.931	81.819
<i>Pinus pseudostrobus</i>	50	22	10.1	3.927	43.197	21.76	927.440	0.56	0.45	12.635	1.3	5.686	158.697
<i>Quercus crassifolia</i>	5	2	0.2	0.039	0.035	21.76	0.759	0.48	0.45	0.008	1.3	0.003	0.096
ACUMULADO	35.1	19	62.4	17.28	224.286		4815.48		45.00	69.034		31.07	867.058

Tabla 2. Resultado de datos dasométricos por especie y Carbono acumulado en el área de estudio.

UMM	Código	DN (cm)	AT (m)	Cobertura en %	AB/ha (m ²)	VTA/ha m ³	Superficie rodal (ha)	VTm ³ /rodal	Cont. Carbono TC/TMS	Biomasa Tc/ha	Bs factor tC/ha	Total a+s tC/ha	tC/rodal
1	Pqh V 5.2,3	35.1	19.1	50.1	17.2883	225.841	21.76	4.914.297	45	59.42	1.3	26.74	756.33
2	Pqh V 3.3,2	33.9	21.2	336.6	19.1369	268.652	21.04	5.652.434	45	68.85	1.3	30.98	847.46
3	Pqh V 4.2,3	28.8	17.7	335.8	18.6341	241.287	39.76	9.593.567	45	61.17	1.3	27.53	1.422.88
4	Pqh V 4.2,3	23.4	15.0	87.1	15.9025	177.231	23.19	4.109.982	45	44.09	1.3	19.84	598.11
5	Ph V 3.2	20.4	17.6	63.7	3.2810	40.718	4.46	181.603	45	10.56	1.3	4.75	27.56
6	Pqh V 3.2,2	28.7	15.3	124.7	19.5274	31.880	19.43	5.574.818	45	72.61	1.3	32.68	825.36
7	Pqh V 2.2,2	14.1	8.8	56.5	1.8026	9.622	6.04	58.117	45	2.40	1.3	1.08	8.48
8	Qph IV 2.2	24.1	14.9	40.2	16.2588	160.591	16.78	2.694.712	45	39.84	1.3	17.93	391.10
9	Pqh V 5.3,2	22.2	15.5	92.1	8.6166	78.585	18.06	1.419.243	45	20.88	1.3	9.40	220.62
10	Pqh II 2.2,1	17.9	14.9	28.0	2.5616	26.486	13.73	363.648	45	29.94	1.3	13.47	240.50
		24.9	16.0	121.5	12.3010	126.089	189.15	34.562.421		40.977		18.440	5.338.39

Tabla 3. Concentrado de datos volumétricos y de Carbono acumulado por ha y UMM.

UM I																																											
M: I																																											
Especie 1 <i>oocarpa</i>										Especie 2 <i>lawsonii</i>										Especie 3 <i>douglasiana</i>																							
CD	ARB/HA			ER/HA M3 VTA			VOL. UNIT. M3 VTA			DIF. VOL. UNIT.			T.P.			ICA/ARB M3 VTA			ICA M3/HA			ICA/ARB %			EDAD AÑOS			IMA M3/HA			IMA %			SUM A									
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3										
15	8.0	2.0	10.0	1.329	0.248	1.577	0.124	0.166	0.124	0.086	0.156	0.193	10.0	9.0	0.016	0.021	0.125	0.043	0.167	0.152	0.047	16.0	20.0	0.083	0.012	0.068	0.011	0.079															
20	8.0	8.0	2.575	2.575	0.210	0.322	0.317	0.348	1.177	0.160	6.0	0.196	1.570	1.570	1.914	19.0	6.0	0.136	0.111	0.111																							
25	10.0	10.0	14.990	14.990	0.559	1.499	0.477	0.222	0.415	0.304	12.0	0.035	0.346	0.346	0.422	43.0	0.349	0.286	0.286																								
30	2.0	2.0	3.829	3.829	0.780	1.914	0.780	0.738	0.461	0.719	14.0	0.033	0.066	0.066	0.080	34.0	0.113	0.092	0.092																								
35	4.0	4.0	2.0	10.0	6.073	9.502	2.998	18.572	1.518	2.375	1.499	0.366	0.506	0.415	15.0	25.0	22.0	0.024	0.020	0.019	0.098	0.081	0.038	0.216	0.430	0.099	0.042	31.0	40.0	44.0	0.196	0.238	0.068	0.044	0.195	0.062	0.301						
40	2.0	10.0	4.0	16.0	3.768	28.811	7.658	40.237	1.884	2.881	1.914	-0.293	0.302	0.461	13.0	12.0	0.023	0.038	0.232	0.154	0.386	0.283	0.170	45.0	45.0	0.640	0.170	0.525	0.154	0.679													
45	2.0	2.0	4.0	6.365	4.751	11.116	1.591	3.183	2.375	0.328	0.248	0.347	15.0	16	0.017	0.022	0.033	0.043	0.076	0.040	0.048	35.0	44.0	0.182	0.108	0.149	0.097	0.247															
50	4.0	6.0	10.0	7.677	16.333	24.010	1.919	3.431	2.722	0.663	0.217	0.461	22.0	17.0	0.030	0.027	0.121	0.163	0.283	0.531	0.180	36.0	47.0	0.213	0.348	0.048	0.314	0.362															
55	2.0	4.0	6.0	5.164	14.590	19.754	2.582	3.647	3.183	0.072	0.376	0.841	17.0	18.0	0.004	0.021	0.009	0.084	0.092	0.038	0.102	40.0	52.0	0.129	0.281	0.029	0.230	0.259															
60	6.0	6.0	24.143	24.143	2.654	4.024	4.024	1.044	0.213	0.153	3.698	4.236	4.176	0.538	0.466	0.060	22.0	0.054	0.108	0.108	0.120	64.0	0.132	0.120	0.120																		
65	7.0	2.0	2.0	8.473	8.473	4.236	4.702	4.236	0.572	0.429	1.193	4.808	5.132	5.429	0.604	0.897	0.599	9.0	0.088	0.175	0.175	0.194	48.0	0.251	0.227	0.227																	
75	8.0	2.0	2.0	12.057	12.057	5.412	6.028	6.028	2.205	0.379	0.788	17.0	0.046	0.093	0.093	0.103	58.0	0.235	0.212	0.212																							
85	2.0	2.0	13.633	13.633	7.618	6.408	6.817	-0.923	0.379	0.788	6.695	6.787	7.605	1.163	0.379	0.788	7.858	7.166	8.393	0.641	0.379	0.788	8.499	7.545	9.181	3.173	7.295	0.159	11.672	14.840	9.340	1.219	1.780	0.921	12.891	16.620	10.261	6.077	2.348	12.853	18.968	18.968	23.114
90	115	110	115	194.96	5	17.5	12.1	14.0	0.059	0.360	0.326	0.227	2.536	0.878	3.640	0.999	3.093	0.972	46.9	0.538	2.020	1.789	0.122	1.656	1.615	3.394	0.217	0.170															
TOTA	L	12.0	48.0	28.0	88.0	22.682	81.991	90.292	5	17.5	12.1	14.0	0.059	0.360	0.326	0.227	2.536	0.878	3.640	0.999	3.093	0.972	46.9	0.538	2.020	1.789	0.122	1.656	1.615	3.394	0.217	0.170											

Tabla 4. Integración de datos epidemétricos de ICA e IMA de la UMM I.

UMM No.	Sup. (ha)	Especie	Existencias Reales m³ vta			ICA m³	ICA %	Densidad TMS/m³	Cont. Carbono TC/TMS	Biomasa Tc/ha.	Bs factor tC/ha	Total a+s tC/ha	tC/UMM
			m³ VTA por ha	m³ vta por UMM	área Basal m² por ha								
	21.5	P. douglasiana	22.619	485.630	1.81	0.220	0.972	0.58	0.45	0.057	1.3	0.026	0.721
	21.5	P. lawsonii	42.629	915.249	3.08	1.319	3.093	0.57	0.45	0.338	1.3	0.152	4.248
	21.5	P. michoacana	51.038	1,095.780	3.54	2.043	4.003	0.62	0.45	0.570	1.3	0.257	7.159
	21.5	P. montezumae	49.507	1,062.920	3.46	0.490	0.990	0.62	0.45	0.137	1.3	0.062	1.717
I	21.5	P. pseudostrobus	43.197	927.440	3.93	1.944	4.500	0.56	0.45	0.490	1.3	0.220	6.153
		SUMA	208.990	4,487.019	15.819	6.015				0.318		0.716	19.998
	21.5	Latifoliadas	15.260	327.640	1.43	0.305	2.000	0.48	0.45	0.066	1.3	0.030	0.828
		SUMA	15.260	327.640	1.43	0.305				0.066		0.030	0.828
		TOTAL	224.251	4,814.659	17.25	6.321						0.746	20.826
	19.05	P. douglasiana	110.389	2,102.907	7.69	1.751	1.586	0.58	0.45	0.457	1.3	0.206	5.092
	19.05	P. lawsonii	107.988	2,057.177	4.26	1.057	0.979	0.57	0.45	0.271	1.3	0.122	3.022
	19.05	P. michoacana	23.983	456.883	2.21	0.576	2.400	0.62	0.45	0.161	1.3	0.072	1.790
	19.05	P. oocarpa	26.213	499.352	1.90	0.386	1.473	0.62	0.45	0.108	1.3	0.048	1.201
	19.05	P. pringlei	8.613	164.079	1.01	0.172	2.000	0.53	0.45	0.041	1.3	0.018	0.458
	19.05	P. tenuifolia	1.000	19.050	0.05	0.020	2.000	0.50	0.45	0.005	1.3	0.002	0.050
II		SUMA	278.186	5,299.448	17.128	3.962						0.469	11.613
	19.05	Q. crassifolia	15.228	290.097	1.46	0.305	2.000	0.48	0.45	0.066	1.3	0.030	0.733
	19.05	Q. crassipes	7.520	143.254	1.06	0.150	2.000	0.48	0.45	0.032	1.3	0.015	0.362
	19.05	Q. rugosa	10.481	199.656	1.53	0.210	2.000	0.48	0.45	0.045	1.3	0.020	0.505
	19.05	Q. laurina	0.053	1.010	0.04	0.001	2.000	0.48	0.45	0.000	1.3	0.000	0.003
	19.05	Q. magnolifolia	4.886	93.075	0.90	0.098	2.000	0.48	0.45	0.021	1.3	0.009	0.235
		SUMA	38.168	5,751.849	19.70	4.745						0.074	1.838
		TOTAL	316.354	11,051.296	36.832	8.707						0.543	13.450

Tabla 5. Aplicación del ICA y capacidad de fijación de Carbono/ha y por UMM.

muestran estos ejemplos de resultados.

CONCLUSIONES

Los valores de densidad de la madera temprana y tardía de las especies de pino estudiadas, oscilan entre 0.50 para *Pinus tenuifolia* y 0.62 para *P. michoacana* y *P. oocarpa*, con edades del arbolado de 33 a 56 años y siendo estos resultados diferentes a otros estudios reportados.

A pesar de la recurrencia con la que se presentan los factores de disturbio, sobre todo, por incendios y tala clandestina, se determinaron seis UMM (2, 3, 1, 4, 8 y 9) en ese orden, con existencias reales volumétricas que van de 78.585 a 268.652 m³/ha, ubicadas por encima de la media nacional.

Estas UMM tienen una relación directa con la cantidad de Carbono como materia seca, toneladas de biomasa y toneladas de Carbono 9.40 a 32.68 por ha almacenado.

Así mismo, la mayor riqueza biológica por las especies arbóreas registradas de latifoliadas, especies de pino y encinos, son las UMM 1, 3, 4, 6 y 9 respectivamente, que agrupan a 9 especies de pinos, 9 del género *Quercus*, 1 de *Cupressus* y once géneros de otras latifoliadas de zonas de barranca, formando microhábitats del bosque mesófilo de montaña.

REFERENCIAS

Aguilar, R.M. (1983). Notas técnicas, Vol. 1, C.I.F.O., pp. 22-23

Aguilar R. M. (1984). Estudio del crecimiento en *Pinus douglasiana* y *Pinus leiophylla*, en la región Centro de Michoacán; Tesis UMSNH, México. 86 pp.

Chávez H. y M. y Gómez Tagle R. A. (1984). Principales interacciones entre los suelos forestales de las coníferas del cerro “La Cruz”, Mich. Tesis profesional UNAM, México, D. F. 75 P.

Esquivel, C. J. y Castro, C. R. (2017). Valor y sostenibilidad de ecosistemas forestales impactados por incendios forestales en la Comunidad Indígena Barrio de San Juan Bautista, municipio de Uruapan, Mich., México.

Esquivel C. J. et al. (2018). Resiliencia del bosque natural de pino ante los impactos de incendios en la Zona de Protección Forestal, municipio de Uruapan, Mich., Congreso Internacional de Recursos Naturales.

Nájera D. A. (2019). Manejo del Fuego “Estrategia Global de Conservación”, Segunda Jornada de Responsabilidad Social Universitaria, Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”-UMSNH.

NORMA Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006. (2008). Que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. DOF: 17/10/2008

Romahn de la Vega C.F. (1987). Dendrometría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Forestal, (1995). Inventario Forestal Estatal, Tablas de Volumen para los diferentes Géneros y Regiones, Gobierno del Estado de Michoacán, México.

Villa Salas, A.B. (1973). Generalidades sobre la forma y el tamaño de los sitios de muestreo usados en inventarios forestales. INIF. México. 10 p.

Fuente: estudio biométrico para determinar tablas de volúmenes a nivel UMAFOR, estado de Michoacán