



Ciencia e Innovación

Revista Científica Semestral

Investigación, Desarrollo e Innovación

Vol. 2, Núm. 2 / Agosto – diciembre de 2019

ISSN-2594-150X

2019

ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE FOLLAJE Y RESINA DE LARREA TRIDENTATA EN TLAHUALILO, MEXICO

Raúl López-García; **Arnoldo** Flores-Hernández; **José Ramón** Hernández-Salgado;
Bernardo Murillo-Amador; **Luis Manuel** Valenzuela Núñez.

Ciencia e Innovación, Vol. 2, Núm. 2 / Agosto – noviembre de 2019, pp. 521-532

Universidad Galileo Galilei

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons México 2.5

ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE FOLLAJE Y RESINA DE LARREA TRIDENTATA EN TLAHUALILO, MEXICO

ESTIMATION FOR FOLIAGE AND RUBBER PRODUCTION OF LARREA TRIDENTATA IN TLAHUALILO, MEXICO

Raúl López-García¹, Arnoldo Flores-Hernández¹, José-Ramón Hernández-Salgado¹, Bernardo Murillo-Amador⁴, Luis Manuel Valenzuela Núñez^{5*}

¹ Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio - Ciudad Juárez Km 40.A.P. 8. Bermejillo, Durango, C. P. 35230. Tel (+52) 871 2005583. ³ Oregon State University - Department of Animal and Rangeland Sciences. 1112 Withycombe Hall, 2921 SW Campus Way, Corvallis, OR 97331. Tel (+1) 541 737 3431.-⁴ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Instituto Politécnico Nacional s/n, Playa Palo de Santa Rita Sur, C. P. 23096 La Paz, B.C.S. (+52) 612 122 6881.-⁵ Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N, Fracc. Filadelfia, C. P. 35010 Gómez Palacio, Dgo. (+52) 871 715 2077. *Autor para correspondencia: luisvn70@hotmail.com

RESUMEN

La gobernadora (*Larrea tridentata* (Moç. & Seseé ex DC.) Coville) es un arbusto de zonas áridas, produce una resina con potencial en la industria farmacéutica y agroindustrial. Se evaluó la cantidad de follaje y resina producida en función de la densidad de población y cobertura del arbusto en tres sitios del municipio de Tlahualilo, Durango, México. Los resultados mostraron diferencia entre sitios: el sitio I presentó mayor densidad y el sitio II mayor cobertura por hectárea. Se encontró mayor cantidad de arbustos aprovechables (> 65 cm de alto) en el sitio I con mayor peso de follaje seco (38.1 kg•ha-1) y resina (2.4 kg•ha-1). Los datos se utilizaron para generar ecuaciones de regresión: Peso seco=53.02•cobertura (r²=0.85, n=52), y peso de resina= 3.8348•cobertura (r²=0.85, n=35). En el sitio III, se encontraron arbustos con el mayor rendimiento de follaje seco y resina.

Palabras clave: Vegetación, densidad de población, cobertura, producción, ecuaciones.

ABSTRACT

Creosote bush (*Larrea tridentata* (Moç. & Seseé ex DC.) Coville) is a shrub of arid zones, produces a rubber with potential in pharmaceutical and agroindustrial industry. Amount of foliage and gum produced was evaluated according to population density and plant coverage in three sampling sites in Tlahualilo, México. Results showed difference between sites, site I presented highest density and site II showed the highest coverage per hectare. We found more usable plants (> 65 cm high) in site I with greater weight in dry foliage (38.1 kg•ha-1) and rubber (2.4 kg•ha-1). Records were used to determine the regression equations: Dry weight=53.02•Coverage (r²=0.85, n=52), and Rubber weight=3.8348•Coverage (r²=0.85, n=35). In site III, plants with the highest yield of dry foliage and gum were found.

Key words: vegetation, population density, coverage, production, equations.

INTRODUCCIÓN

La gobernadora (*Larrea tridentata*,) es un arbusto abundante en los desiertos de Norteamérica que representa uno de los componentes principales de la vegetación de las zonas áridas y semiáridas de México y Estados Unidos. Esta especie forma poblaciones de amplia distribución, cubriendo alrededor de 262 680 km² en Estados Unidos y 453 250 km² en México (Wondzell y Ludwig 1995). El material utilizado para los estudios de fitoquímica en la gobernadora ha sido la resina que cubre sus hojas (Luo *et al.* 1998). Algunos compuestos derivados de la resina son aprovechados con diversos fines en la industria farmacéutica y agroindustrial (Arteaga *et al.* 2005). Al respecto, Vargas-Aispuro *et al.* (2004) señalan que el extracto de este arbusto tiene efectos antifúngicos sobre algunas especies de hongos que afectan a los cultivos, principalmente las gramíneas. Mientras que Moreno-Limón *et al.* (2011) indican que los extractos etanólicos y metanólicos de la resina logran inhibir hasta el 100% de los hongos *Aspergillus* y *Penicillium*. Lira-Saldívar *et al.* (2006) probaron la actividad antifúngica del extracto de resina hidrosoluble de gobernadora con soluciones de quitosán y consideran que esta combinación puede ser considerada como un agroquímico potencial de bajo impacto en el ambiente que puede ser utilizado como fungicida orgánico de bajo impacto en el ambiente.

Los estudios realizados sobre los usos potenciales de la resina de gobernadora y los metabolitos que la constituyen indican que el componente más importante se encuentra en la resina de las células cercanas a las capas epidermales superiores e inferiores de las hojas y tallos, llamado ácido nordihidroguaiarético (NDGA), químicamente descrito como beta, gamadimetil-alfa, delta-bis (3,4-dihidroxifenil) butano, que constituye alrededor del 5-10 % del peso seco de las hojas de gobernadora (Lira-Saldívar 2003, Arteaga *et al.* 2005). Sin embargo, la información sobre la relación que existe entre las características fenotípicas de los arbustos y la cantidad de resina producida es escasa en la actualidad. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la cantidad de resina producida en relación a la cantidad de hojas, considerando los atributos de la población de arbustos de gobernadora, con esto se contribuiría a estimar en campo y de manera rápida la producción de resina para su uso industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción y ubicación del área de estudio. El área de estudio se ubica en el ejido La Victoria, Tlahualilo, Durango, localizado en las coordenadas 25°53'18.22" LN y 103°35'31.81" LO, a un altitud de 1 092 m, el clima corresponde al tipo BWh, clima seco con lluvias en verano con temperatura media anual de 20.9 °C, la precipitación anual promedio es de 272.5 mm (INEGI 2017). El tipo de vegetación presente en el área de estudio es matorral xerófilo con asociaciones florísticas de *Larrea tridentata* con *Opuntia leptocaulis*, *Prosopis glandulosa*, *Echinocereus stramineus* y otras especies herbáceas de la familia Compositae (González-Elizondo et al. 2007).

Sitios de muestreo. Se establecieron tres sitios de muestreo de manera aleatoria en el ejido La Victoria en Tlahualilo, Durango, México, utilizando el método de parcelas circulares de 1,000 m², que fueron divididas en cuatro cuadrantes (Romahn et al. 1994). En cada parcela se llevó a cabo un registro del número de arbustos para calcular la densidad de población en el sitio, se tomaron datos de altura, el diámetro mayor (D) y el diámetro menor (d) del dosel de cada arbusto, estas dos últimas variables fueron utilizadas para calcular el área de la cobertura vegetal (m²) de acuerdo a las fórmulas:

$$A = \pi r^2$$

$$r^2 = \left[\frac{(D+d)}{4} \right]^2 \text{ del círculo}$$

Dónde: A= área, r = radio, D= diámetro mayor, y d= diámetro menor

Colecta de material foliar y extracción de resina. En cada sitio se colectó follaje a 30 cm del ras del suelo del 25% de los arbustos a una altura mayor de 65 cm, para permitir la recuperación de ramas y hojas. El material vegetal se secó en una estufa hasta obtener el peso seco en g, posteriormente se colocó en recipientes plásticos, se cubrió con alcohol al 60% y se dejó en decantación durante 48 horas de acuerdo a la metodología propuesta por Castro-Franco (2014). El líquido obtenido de la decantación se llevó a la estufa nuevamente a una temperatura constante de 60 °C hasta obtener una resina manejable (producto final).

Análisis de datos. El análisis estadístico de las variables de altura, diámetro mayor, diámetro menor, cobertura y densidad de arbusto, se realizó con un diseño de bloques al azar. Para establecer el grado de relación de las variables mencionadas anteriormente con respecto al peso seco del follaje y peso de resina por sitio de muestreo se realizó una selección de

modelos de regresión con el procedimiento PROCREG en la modalidad STEPWISE del paquete estadístico SAS 9.1.3, considerando el criterio de r^2 máxima. Tomando como referencia el sitio de máximo valor de r^2 , se utilizó la ecuación de regresión obtenida para el cálculo de las tablas de predicción para peso seco del follaje y peso de resina, que puede ser utilizada en la estimación de la biomasa de los arbustos y la cantidad de resina de gobernadora en ambientes semejantes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de la población. Los resultados de densidad de población por sitio (Cuadro 1) mostraron diferencia significativa entre sitios, presentando el sitio I la mayor densidad con 248 ejemplares. La mayor cobertura se registró en el sitio II con 1.65 ± 1.62 m². Se observó una alta desviación estándar en todos los sitios lo que es un indicador importante de la amplia variación reconocida para ese carácter, es decir, se pueden encontrar para este sitio arbustos con cobertura reducida y ejemplares con cobertura vegetal muy grande.

Cuadro 1. Densidad de población y cobertura de arbustos de gobernadora (*Larrea tridentata*) por sitio y superficie (ha) del norte de México.

Sitio	Densidad		Cobertura promedio (m ²)			Cobertura (%)
	Sitio	ha*	Arbusto	Sitio	ha*	
I	248	2480 ^a	1.04±0.88	249.11	2491.1 ^b	24%
II	193	1930 ^b	1.65±1.62	320.12	3201.2 ^a	32%
III	140	1400 ^b	1.54±1.60	216.83	2168.3 ^b	21%
\bar{X}	193	1936	1.41±1.36	262.02	2620.2	26%

*Letras diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa al nivel de probabilidad $\alpha=0.05$

La alta variación en la densidad de población entre sitios de 1 400 arbustos ha⁻¹ (sitio III) a 2 480 arbustos ha⁻¹ (sitio I) puede ser indicador de un cierto grado de disturbio (Palacios-Wasenaar et al. 2016). Sin embargo, son valores superiores a lo reportado por Rivera (1996) en tres biotopos diferentes en Mapimí, Durango encontrando densidades de 520, 471 y 348 ind•ha⁻¹ para ladera, bajada superior y bajada inferior, respectivamente. Por otra parte, Alanís et al. (2015) refieren una densidad de 1 370 arbustos•ha⁻¹ en el matorral desértico

rosetófilo del noreste de México. Mientras que en el estudio de Perkins et al. (2006) reportan densidades de hasta 2 221 arbustos•ha-1 en localidades ubicadas en el sureste de Nuevo México, lo que concuerda con los resultados de este trabajo. Campos et al. (1981) reporta una densidad de 5,767 arbustos•ha-1 en un abanico aluvial en México en 21 ha de superficie. Las diferencias en densidad de población reportada en diferentes trabajos y que se relacionan con la amplia distribución de la especie, se explican por la alta influencia que ejerce el régimen de precipitación, tipo de suelo, exclusión competitiva y adaptación climática que favorece la formación de nichos ecológicos (Laport et al. 2013, Sponseller et al. 2012, Campos et al. 1981).

La cobertura media del dosel por arbusto tuvo alta variación con rangos de 1.04 m² (sitio I) a 1.65 m² (sitio II), éstos valores son relativamente mayores a las coberturas mínimas y máximas de 0.02 y 1.43 m², respectivamente reportadas por Ludwig et al. (1975). La cobertura como parte de la productividad también está fuertemente influenciada por el patrón de distribución de la precipitación (Valencia-Leguizamón y Tabón 2017, Sponseller et al. 2012) y las condiciones de suelo del sitio (Sponseller et al. 2012), independientemente de las condiciones de humedad la cobertura se ve influenciada por la temperatura, el crecimiento activo de las hojas se detiene por las bajas temperaturas en noviembre y no se reanuda hasta abril incluso si la humedad es abundante (Campos et al. 1981). Por otra parte la cobertura en función de la superficie por hectárea considerando la densidad de población presenta aspectos que son importantes de analizar, por ejemplo en el estudio realizado por Campos et al. (1981), se reportan altas densidades (5 767 arbustos•ha-1) con cobertura del 24%, que es igual al valor de cobertura obtenido para el sitio I pero con una densidad de 2 480 arbustos•ha-1, la cobertura por arbusto es mucho mayor que en el estudio realizado por Campos et al. (1981), por lo que el valor de cobertura sin considerar la densidad de población impide la estimación siendo que los datos de densidad con muy necesarios para estimar la cobertura por arbusto.

Producción en peso seco de follaje y resina.

Se obtuvo una marcada diferencia en cuanto al número de arbustos con altura superior a los 65 cm por sitio (Cuadro 2) donde el sitio I fue el que presentó mayor número de arbustos con esta característica. En el sitio III se presentó la menor densidad de población pero se obtuvo la mayor producción de follaje seco y de resina por arbusto similar al sitio I.

Cuadro 2. Peso medio del follaje y resina por arbusto de gobernadora, sitio y superficie (ha) del norte de México.

Sitio	Arbusto	Peso seco del follaje (g)			Peso de resina (g)		
		Arbusto	Sitio	ha	Arbusto	Sitio	ha
I	52	73.3±44.8	3811.6	38,116 ^a	4.62 ± 2.83	240.6	2406 ^b
II	35	52.0±39.4	1821.5	18,215 ^b	4.85 ± 3.67	169.8	1698 ^a
III	22	157±170	3475.0	34,750 ^a	7.81±8.44	171.9	1719 ^b

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa al nivel $\alpha=0.05$

La producción de resina presentó un patrón similar al peso de follaje (Cuadro 2), debido a que la producción de resina por arbusto fue mayor en los sitios I y III. Se encontró que las variables de altura, diámetro mayor y diámetro menor de la copa no pueden ser tomadas en cuenta por si solas como indicadores de producción de follaje y resina, pero sí se puede tomar el área de cobertura del arbusto de tal forma que se tiene que calcular el área y a partir de ahí se puede utilizar la ecuación de regresión para estimar el rendimiento de follaje y resina. El efecto de la condición del sitio influyó en la producción de hoja y con ello en el rendimiento de resina según lo confirma la alta variación encontrada en producción de hoja por arbusto 52.0±39.4 g (Sitio II) y 157±170 g (Sitio III) así como el rendimiento de resina por arbusto 4.62±2.83 (Sitio I) y 7.81±8.44 (Sitio III). El efecto del ambiente sobre la productividad de la gobernadora ha sido documentado en diversos estudios (Laport y Minckley 2013, Sponseller *et al.* 2012, Allen *et al.* 2008). En lo que se refiere a la dispersión de los valores registrados en el sitio III, se visualiza un efecto negativo en la población, sin embargo, se observaron arbustos con características sobresalientes en lo que se refiere a peso seco de follaje y resina.

La cobertura fue la variable más importante en la estimación del peso del follaje y el peso de la resina de gobernadora. Las variables de altura, diámetro mayor y diámetro menor de copa no pueden ser tomadas en cuenta de manera individual como indicadores de la producción de follaje y resina. La densidad de población debe ser tomada en cuenta en conjunto con los valores de la cobertura para la estimación del peso de la resina y del follaje.

Correlación y regresión de las variables de estudio.

Los valores de correlación calculados para los diferentes sitios entre altura, diámetro mayor, diámetro menor y cobertura de arbusto con respecto al peso seco de follaje y peso de resina, mostraron que el mayor coeficiente de determinación (r^2) se observó en la relación de la cobertura con el peso seco y peso de resina. Es decir a partir del área de cobertura del arbusto se puede predecir con alto grado de confiabilidad la cantidad en gramos de follaje seco y de resina que pueden producir los ejemplares. La correlación máxima de acuerdo a los modelos de regresión ajustados entre cobertura y peso seco (Figura 1) y entre cobertura y resina (Figura 2) fue del tipo lineal, mostrando mayor valor de r^2 los sitios I y II. En el sitio I el incremento unitario en la cobertura corresponde a un aumento de 41.13 g en el peso seco del follaje y un aumento de 3.34 g de resina. (Figuras 1 y 2).

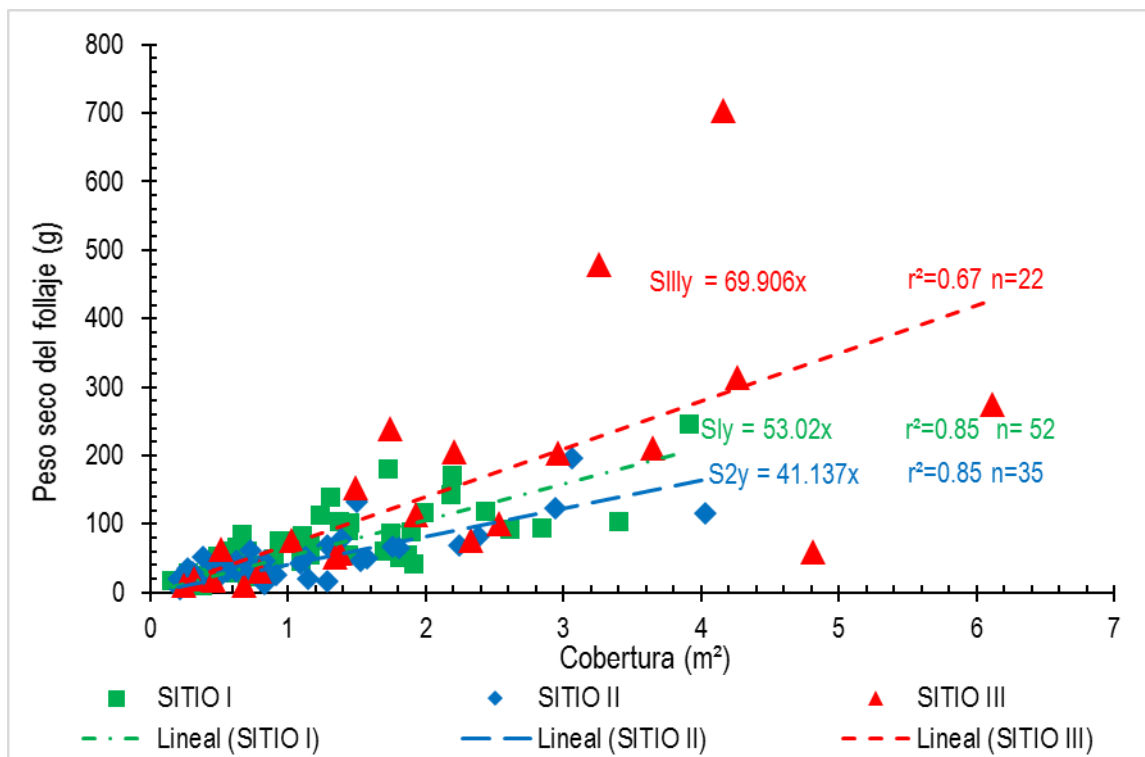


Figura 1. Relación entre peso seco del follaje (g) y cobertura vegetal (m²) por arbusto de gobernadora en tres sitios del norte de Méxic

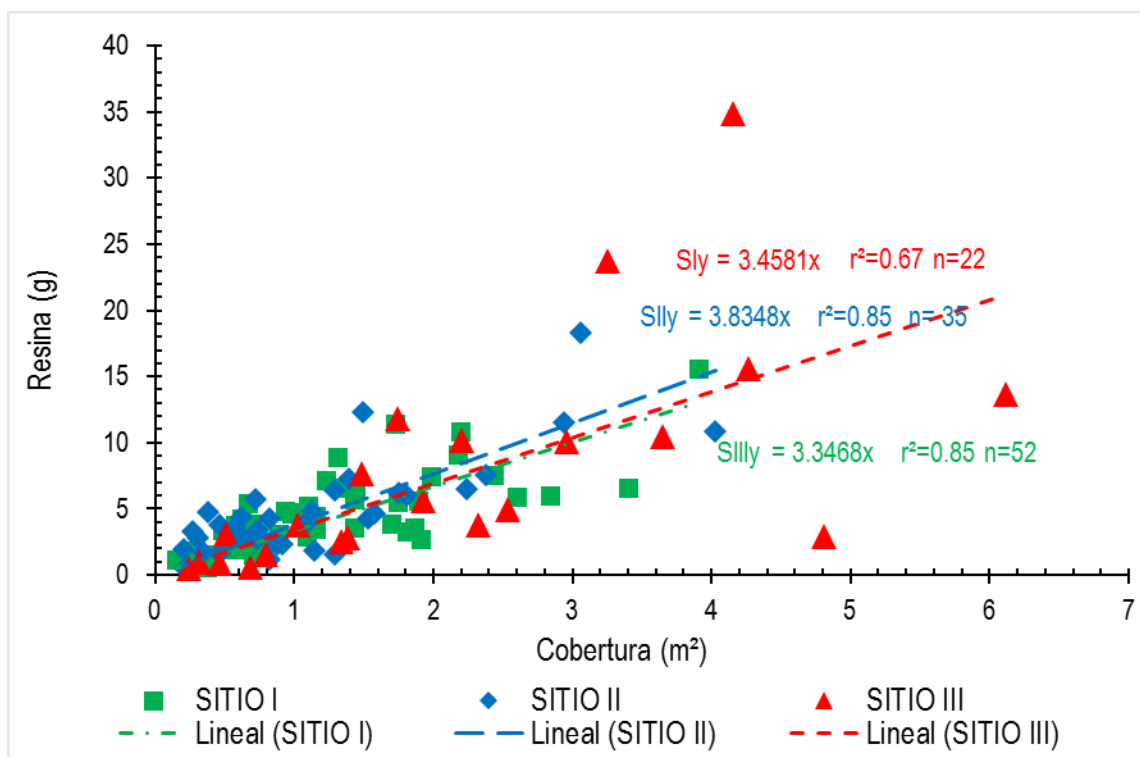


Figura 2. Relación entre peso de resina (g) y cobertura vegetal (m²) por arbusto en tres sitios del norte de México.

Ecuaciones alométricas. Debido a que se obtuvieron ecuaciones diferentes para cada uno de los sitios, se propone una tabla de predicción de rendimiento (Cuadro 3) de acuerdo a los valores del sitio I, considerando que el número de individuos muestreados fue mayor en dicho sitio, resultando el modelo para el peso seco del follaje y para el peso seco de la resina como se describe a continuación: Peso seco del follaje (g)=53.02*Cobertura(m²), (r²=0.85; n=52) y para el peso de la resina: Peso de goma (g)=3.346*Cobertura (m²) (r²=0.85, n=35). Se consideró un intervalo de 0.5 m de rango entre el valor mínimo y máximo de la cobertura que se pueden encontrar en campo bajo las condiciones de estudio.

Cuadro 3. Tabla de predicción para peso seco de follaje y peso de resina en arbustos de gobernadora en tres sitios del norte de México.

Cobertura (m ²)	Peso seco del follaje (g)	Peso de resina (g)
0.5	26.51	1.67
1	53.02	3.34
1.5	79.53	5.01
2	106.04	6.68

2.5	132.55	8.35
3	159.06	10.02
3.5	185.57	11.69
4	212.08	13.36
4.5	238.59	15.03
5	265.10	16.7

CONCLUSIONES

Las características poblacionales de la gobernadora en Tlahualilo, México fueron muy diferentes entre sitios debido a la perturbación, así como las características biofísicas.

La altura y los diámetros de la copa de los arbustos de gobernadora no pueden ser utilizadas por si solas como indicadores de producción de follaje y resina, se tiene que tomar en cuenta la cobertura de la copa.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa del Posgrado de Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo y al Instituto de Innovación en Biosistemas y Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas por el apoyo otorgado para la realización de este estudio.

LECTURA CITADA

- Alanís-Rodríguez, E., Mora-Olivo, A., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M.A., Yerena-Yamallel, J.I., Martínez-Avalos, J.G. y González-Rodríguez, L.E. 2015. Composición y diversidad del matorral desértico rosetófilo en dos tipos de suelo en el Noreste de México. *Acta Botánica Mexicana* 110: 105-117.
- Allen, A.P., Pockman, W.T., Restrepo, C. y Milne, B.T. 2008. Allometry, growth and population regulation of the desert shrub *Larrea tridentata*. *British Ecological Society Functional Ecology* 22:197–204.
- Arteaga, S., Andrade-Cetto, A. y Cárdenas, R. 2005. *Larrea tridentata* (Creosote bush), an abundant plant of Mexican and US-American deserts and its metabolite nordihydroguaiaretic acid. *Journal of Ethnopharmacology* 98: 231-239.

- Beatley, J.C. 1974. Effects of rainfall and temperature on the distribution and behavior of *Larrea tridentata* (creosote-bush) in the Mojave Desert of Nevada. *Ecological Society of America* 55: 245-261.
- Campos-López, E., Mabry, T.J., Fernández-Tavizon, S. 1981. *Larrea*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. 145p.
- Castro-Franco, R. 2014. Manual de prácticas del curso de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, México. 12p.
- González-Elizondo, M.S., González-Elizondo, M. y Márquez-Linares, M.A. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Plaza y Valdéz Editores. México. 219p.
- INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Durango 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 501 pág. https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/DGO_ANUARIO_PDF.pdf. Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2018.
- Laport, R.G., Hatem, L., Minckley, L.R. y Ramsey, J. 2013. Ecological niche modeling implicates climatic adaptation, competitive exclusion, and niche conservatism among *Larrea tridentata* cytotypes in North American deserts. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 140: 349-363.
- Lira-Saldívar, R.H. 2003. Estado Actual del Conocimiento sobre las Propiedades Biocidas de la Gobernadora [*Larrea tridentata* (D.C.) Coville]. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21(2): 214-222. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221217>
- Lira-Saldívar, R.H., Hernández-Suárez, M. y Hernández-Castillo, F.D. 2006. Actividad de extractos de *Larrea tridentata* (D.C.) Coville (L.) y quitosán contra hongos que afectan cultivos hortícolas. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 211-216.
- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. y Whitson, P.D. 1975. Size-biomass relationships of several Chihuahuan Desert Shrubs. *American Midland Naturalist* 94: 451-461.

- Luo, J., Chuang, T., Cheung, J., Quan, J., Tsai, J., Sullivan, C., Hector, R.F., Reed, M.J., Meszaros, K., King, R.S., Carlson, T.J. y Reaven, G.M. 1998. Masoprocol (nordihidroguaiaretic acid): a new antihyperglycemic agent isolated from the creosote bush (*Larrea tridentata*). *European Journal of Pharmacology* 346: 77-79.
- Moreno-Limón, S., González-Solís, L.N., Salcedo-Martínez, S.M., Cárdenas-Avila, M.L. y Perales-Ramírez, A. 2011. Efecto antifúngico de extractos de gobernadora (*Larrea tridentata* L.) sobre la inhibición in vitro de *Aspergillus flavus* y *Penicillium* sp. *Polibotánica* 32: 193-205.
- Palacios-Wassenaar, O., Castillo-Campos, G. y Vázquez-Torres, S.M. 2016. Análisis de la estructura poblacional como indicador rápido del estado de conservación de especies arbóreas amenazadas. El caso de *Resinanthus aromaticus* en el centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences* 94: 241-252.
- Perkins, S.R., McDaniel, K.C. y Ulery, A.L. 2006. Vegetation and soil change following creosotebush (*Larrea tridentata*) control in the Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments* 64(2006): 152–173
- Rivera-García, E. 1996 Utilización de *Larrea tridentata* (DC) Cov. (Zygophyllaceae) por *Boottettix argentatus* (Bruner), (Acrididae: Gomphocerinae), en el Bolsón de Mapimí, Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana* 68:1-7
- Romahn-De-la-Vega, C.F. y Ramírez-Maldonado, H. 2010. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 354p.
- Sponseller, R.A., Hall, S.R., Huber, D.P., Grim, N.B., Clark, C.M. y Collins, S.L. 2012. Variation in monsoon precipitation drives spatial and temporal patterns of *Larrea tridentata* growth in the Sonora desert. *Functional Ecology* 26: 750-758.
- Wondzell, S. y Ludwig, J.A. 1995. Community dynamics of desert grasslands: Influences of climate, landforms, and soils. *Journal of Vegetation Science* 6: 377-390.
- Ugalde-Avila, J., Granados-Sánchez, D. y Sánchez-González, A. (2008). Sucesión en el matorral desértico de *Larrea tridentata* (DC) Cov en la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. *Terra Latinoamericana* 26: 153-160.

Valencia-Leguizamón, J. y Tobón, C. (2017) Influencia de la vegetación en el funcionamiento hidrológico de cuencas de humedales de alta montaña tropical. *Ecosistemas* 26: 10-17.

Vargas-Aispuro, I., Reyes-Báez, R., Rivera-Castañeda, G., Martínez Téllez, M.A. y Rivero Espejel, I. (2005). Antifungal lignans from the creosote bush (*Larrea tridentata*). *Industrial Crops and Products* 22: 101-107.