

Estructura poblacional de *Agave gentryi* B. Ullrich al sur de Nuevo León

Marisol González-Delgado¹

Nelson Manzanares-Miranda²

Laura Rosa Margarita Sánchez-Castillo^{3,§}

Luis Rocha-Domínguez²

Lidia Salas-Cruz⁴

Sonia Abigail Gámez-Rodríguez⁴

¹ Centro de Producción Agropecuaria-Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Nacional km 143, Linares, Nuevo León, México. CP. 67700.

² Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Nacional 85 km 145, Linares, Nuevo León, México. CP. 67700.

³ Facultad de Ingeniería y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, Ciudad Victoria, Tamaulipas. CP. 87000.

⁴ Facultad de Agronomía-Universidad Autónoma de Nuevo León. Francisco I. Madero S/N, ExHacienda el Cañada, Escobedo, Nuevo León, México. CP. 66050.

Autora para correspondencia: laura.sanchez@uat.edu.mx.

Resumen

El Agave posee gran demanda económica en Nuevo León, de las 14 especies reportadas, *Agave gentryi* B. Ulrich tiene la tasa más alta de aprovechamiento para destilación de individuos en etapas juveniles y en aprovechamiento por lo que partiendo de la hipótesis que la población de estas etapas de ha visto disminuida, el objetivo de la investigación fue evaluar la estructura poblacional de las etapas fenológicas de esta especie. El área de estudio se ubicó en el Ejido la Canoa, municipio de Aramberri. El muestreo se realizó dos veces por año en dos sitios de muestreo: el primero en un área de aprovechamiento y el segundo en un área excluida de explotación. Se establecieron 10 cuadrantes de 64 m², de donde se contabilizaron los individuos, se clasificaron en etapas fenológicas y se evaluaron morfométricamente. Los datos siguen una distribución normal por lo que se realizó un análisis factorial y una prueba de Tukey. Los resultados indican un total de 3 687 y 6 156 individuos por ha para los sitios en aprovechamiento y sin aprovechamiento, se presenta diferencia altamente significativa en la cobertura de los cuadrantes ($F= 4.3$, $p \leq 0.01$). En los sitios sin aprovechamiento la etapa fenológica de estado juvenil uno registró la mayor abundancia relativa con 36%, la etapa adulta presenta dominancia relativa de 33.42% y la etapa juvenil dos índice de valor de importancia de 50.48% mientras que los sitios en aprovechamiento los valores más altos se presentan en la etapa adulta, abundancia relativa con 31.82%, dominancia relativa 51.4% y el índice de valor de importancia con 54.41%, se encontró una alta demanda en las etapas fenológicas juveniles uno y tres.

Palabras clave:

Agave, aprovechamiento, mezcal, no maderable, sustentable.

Introducción

El género *Agave* propuesto por Linnaeus en 1753 fue incluido en diferentes familias, como Amaryllidaceae, Agavaceae y en años recientes, con base en evidencias morfológicas y moleculares en Asparagaceae, subfamilia Agavoideae (APG IV, 2016; APG III, 2009). Y su distribución natural desde el sur de los Estados Unidos de América hasta el norte de Sudamérica. Del total de especies (210), 159 especies se distribuyen en México y el 61% son endémicas del territorio mexicano (García-Mendoza *et al.*, 2019).

Los magueyes se encuentran entre las plantas más importantes que han sustentado los grupos humanos en México, se han documentado 103 diferentes usos (Gentry, 2004). Entre su aprovechamiento destaca como fuente de alimento, fuente de fibras y producción de bebidas como aguamiel, miel de maguey y mezcal (Valdivieso-Solís *et al.*, 2021).

Para el noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) se reportan 28 especies de maguey. En el estado de Nuevo León se registran 14 especies, destacando por su amplia distribución las especies: *Agave americana* L., *Agave scabra* Salm-Dyck, *Agave lechuguilla* Torr., *Agave striata* Zucc. y *Agave gentryi* B. Ullrich. En las comunidades rurales al sur de Nuevo León, en los municipios de Dr. Arroyo, Mier y Noriega, Galeana, General Zaragoza, Aramberri e Iturbide, las poblaciones silvestres de *Agave gentryi* representan un recurso forestal no maderable importante para la economía local e ingreso base para las familias, pues los individuos que se colectan se utilizan para la venta de plantas como ornato, programas de reforestación y la producción de destilados representa (Núñez *et al.*, 2021).

Sin embargo, el aprovechamiento excesivo, la ocurrencia de incendios, plagas y enfermedades forestales, ha alterado su distribución y el deterioro de sus poblaciones (Aguirre y Eguiarte 2013). La evaluación de la estructura poblacional se usa frecuentemente para implementar acciones de conservación de especies y en los permisos de aprovechamiento (Cervera *et al.*, 2018, Hernández *et al.*, 2021; Valdivieso-Solís *et al.*, 2021; SEMARNAT, 2024).

Partiendo de la hipótesis que un alto aprovechamiento de *Agave gentryi* en etapas juveniles limita el desarrollo a etapas seniles, el objetivo de esta investigación consistió en describir la estructura poblacional de esta especie en sitios con y sin aprovechamiento del Ejido la Canoa, municipio de Aramberri, Nuevo León.

Materiales y métodos

Área de estudio

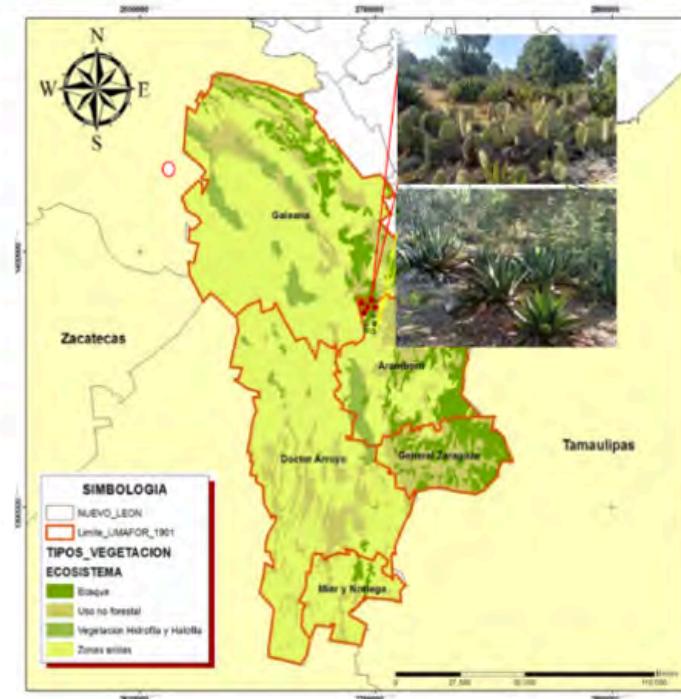
El trabajo se efectuó en el Ejido la Canoa, municipio Aramberri en las coordenadas geográficas: longitud: 40° 96' 05" latitud norte: 27° 06' 09" y latitud oeste a una altitud de 2 600 m (Figura 1). En esta zona predominan los suelos de tipo Litosol y Regosol con textura media. El clima es templado con lluvias en verano (Cw) la precipitación total anual es de 300 a 400 mm generalmente en junio, con una precipitación histórica máxima de 854.6 mm y una temperatura media anual entre 14 y 18 °C (INEGI, 2019).



Figura 1. Localización del área de estudio del maguey verde en el Ejido la Canoa al sur de Nuevo León.

Sitio de estudio

Unidad de muestreo	Coordenadas geográficas Latitud (x)	Longitud (y)
Sin aprovechamiento		
1	24°27' 38" N	99°53' 12" W
2	24°27' 40" N	99°53' 14" W
3	24°27' 43" N	99°53' 12" W
4	24°27' 38" N	99°53' 11" W
5	24°27' 37" N	99°53' 14" W
En aprovechamiento		
6	24°27' 46" N	99°53' 22" W
7	24°27' 53" N	99°52' 59" W
8	24°27' 50" N	99°53' 03" W
9	24°27' 44" N	99°53' 03" W
10	24°27' 42" N	99°53' 05" W



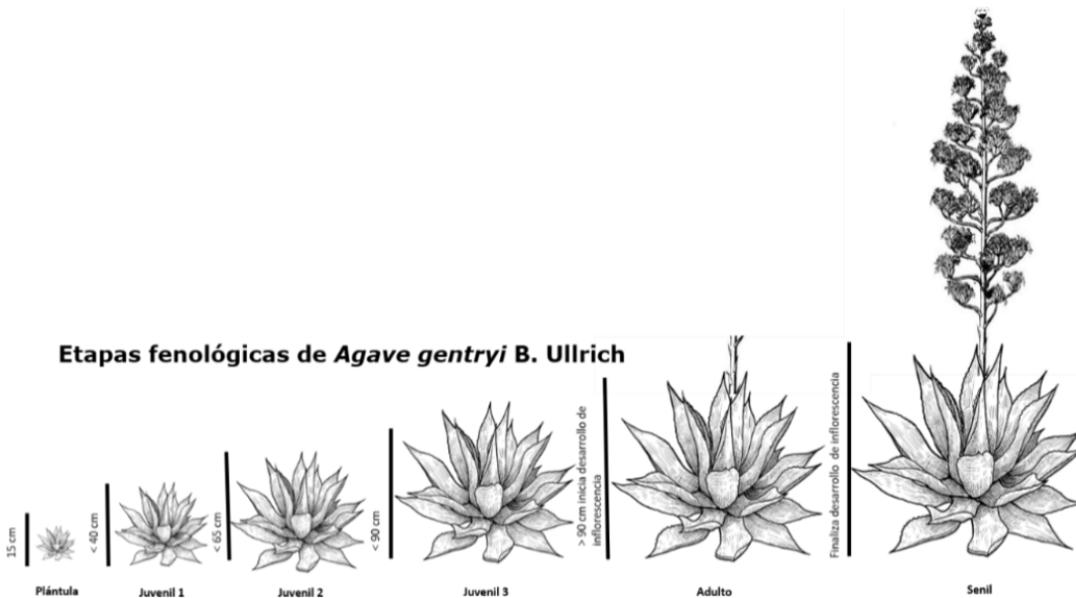
El tipo de vegetación es bosque de pino-encino (Manzanilla-Quijada, 2021), destacando la presencia de *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Pinus cembroides* Zucc., *Quercus laurina* Bonpl., *Juniperus deppeana* Steud. y *Opuntia robusta* H. L. Wendl. ex Pfeiff.

En la primavera y verano de 2023, se realizó un muestreo de cuadrante puntual eligiendo dos sitios, el primero en área con aprovechamiento y con extracción permanente de individuos, el área no cuenta con un censo poblacional previo ni existen criterios de extracción de ejemplares a partir de cierta etapa fenológica, son aprovechados todos los individuos con altura de # 65 cm y o se dejan individuos adultos que produzcan semillas. El segundo en área excluida de explotación que por el difícil acceso para aprovechamiento cuenta con individuos en etapas fenológicas de adulto y senil.

Se establecieron 10 cuadrantes de 64 m² cada uno en un diseño completamente al azar, con una intensidad del 10% de muestreo y una superficie de 320 m² por sitio de muestreo, colocando los cuadrantes uno al cinco en el sitio sin aprovechamiento y seis a diez en el sitio con aprovechamiento. Se realizó la clasificación de las etapas fenológicas del maguey verde con base a la altura de la planta (Figura 2).



Figura 2. Etapas fenológicas del maguey verde. Plántula= altura <15 cm (1-3 años); juvenil 1= altura <40 cm (4-5 años); juvenil 2= altura <65 cm (6-7 años); juvenil 3= altura <90 cm (9-10 años); adulto= altura <90 cm y inicia el desarrollo de la inflorescencia (11-13 años); senil= se completa el desarrollo de la inflorescencia (13-15 años).



Para cada etapa se calculó el índice de valor de importancia (IVI) con el promedio de los parámetros de abundancia relativa (Ar), frecuencia relativa (Fr) y dominancia relativa (Dr) (Magurran, 2004), los cuales se calculan con las siguientes fórmulas:

$$1) \quad Ar = \frac{ni}{N} \times 100$$

Donde: ni= es el número de individuos de la especie i; N= número total de individuos en la muestra.

$$2) \quad Fr = \frac{fi}{\sum F} \times 100$$

Donde: fi = es el número de parcelas donde se encuentra la especie.

$$3) \quad Dr = \frac{Di}{\sum D} \times 100$$

Donde: di= es el área basal de la especie.

Con base en la metodología propuesta por Huerta-Zavala (2018), utilizando una cinta métrica, se evaluaron los valores: cobertura (cm), altura (cm), número total de hojas, longitud (cm) y ancho de la hoja (cm) (Figura 3).

Figura 3. Evaluación de los caracteres morfométricos del maguey verde en los sitios sin aprovechamiento.



Los caracteres morfométricos siguen una distribución normal, se realizó un análisis de varianza teniendo el tipo de aprovechamiento como tratamiento y las etapas fenológicas como factor.

Resultados y discusión

El área en aprovechamiento presenta una cobertura de $1\ 468.75\text{ m}^2\text{ ha}^{-1}$, valor inferior a la zona sin aprovechamiento ($2\ 471.55\text{ m}^2\text{ ha}^{-1}$). Destacando la parcela uno con mayor cobertura. El Anova se realizó a partir de los valores absolutos, presentando diferencia significativa en la cobertura en las etapas adulto y senil en aprovechamiento ($F= 4.3, p \leq 0.01$).

Se contabilizaron 3 687 individuos por ha para los sitios en aprovechamiento y 6 156 individuos por hectárea para los sitios sin aprovechamiento, la cantidad de individuos de maguey en los sitios con aprovechamiento es mayor y se presenta diferencia significativa entre los individuos presentes en las etapas fenológicas de plántula, juvenil tres y senil ($F= 3.99, p \leq 0.01$) (Figura 4 y Figura 5)

Figura 4. Cantidad de individuos de *Agave gentryi* por etapa fenológica por sitio en aprovechamiento.

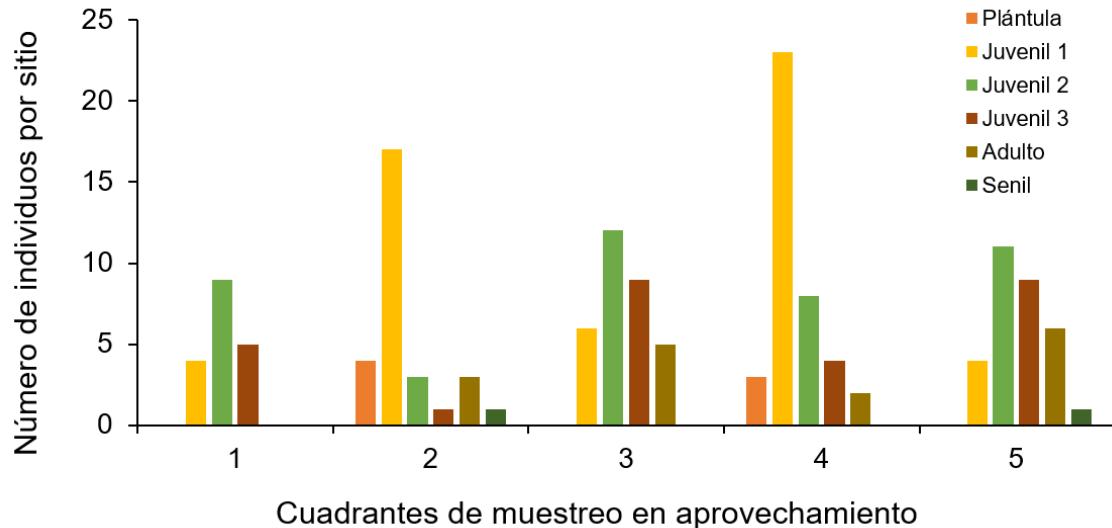
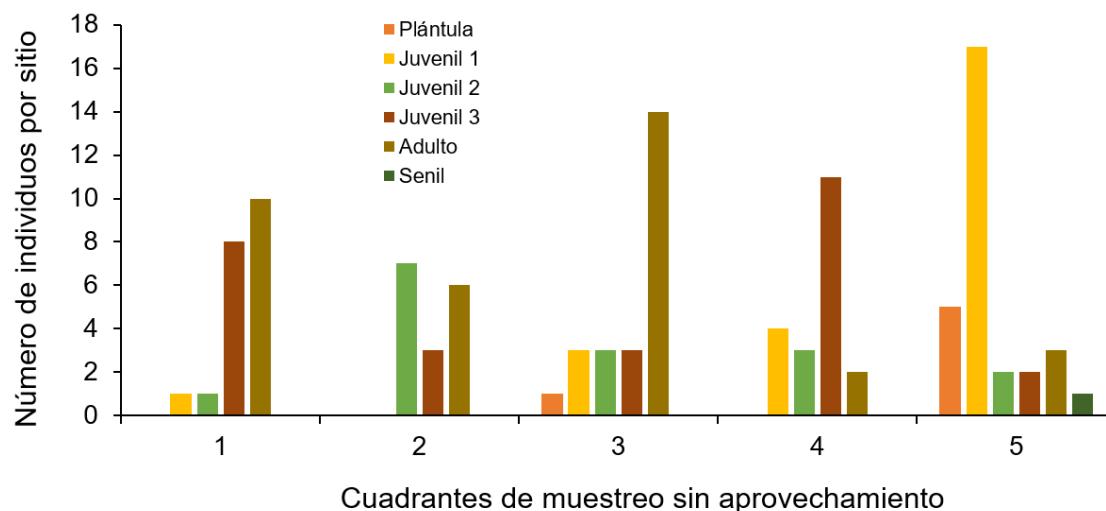


Figura 5. Cantidad de individuos de *Agave gentryi* por etapa fenológica en áreas sin aprovechamiento.



Abundancia relativa (Ar). En las áreas sin aprovechamiento la etapa fenológica de estado juvenil uno registró el mayor Ar con 36% mientras las áreas con aprovechamiento las plantas de etapa adulta fueron las de mayor Ar con 31%.

Dominancia relativa (Dr). Las áreas sin aprovechamiento en la etapa fenológica adulta registraron Dr= 33.42% mientras las áreas con aprovechamiento Dr= 51.4%.

Frecuencia relativa (Fr). En las áreas sin aprovechamiento se encontraron individuos de todas las etapas fenológicas mientras en las áreas sometidas bajo aprovechamiento mayor porcentaje de los individuos pertenece a las etapas juvenil uno, dos y tres y en menor porcentaje a la etapa plántula y senil. El valor de importancia mayor se presenta en las áreas sin aprovechamiento en la etapa juvenil dos (50.48%) y en las de aprovechamiento en adulta (54.41%) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de las variables estructurales evaluadas.

Etapa reproductiva	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Sin aprovechamiento				
Plántula	4.67	0.33	100	35
Juvenil 1	36	7.45	100	47.82
Juvenil 2	28.67	22.77	100	50.48
Juvenil 3	18.67	24.3	100	47.66
Adulto	10.67	33.42	100	48.03
Senil	1.33	11.74	100	37.69
En aprovechamiento				
Plántula	5.45	2.53	40	16
Juvenil 1	22.73	10.05	100	44.26
Juvenil 2	14.55	8.61	100	41.05
Juvenil 3	24.55	22.94	100	49.16
Adulto	31.82	51.4	80	54.41
Senil	0.91	4.47	40	15.13

Un estudio realizado con otros individuos de las especies de *Agave americana*, *lechuguilla* y *striata* muestran valores similares en su abundancia; sin embargo, una dominancia menor por la fisonomía

de la especie y por ende un IVI más bajo que *A. gentryi* (Mata, 2014). El análisis de Tukey reúne a los individuos de los sitios sin aprovechamiento y bajo aprovechamiento en un grupo estadístico que posee alturas medias muy similares, a excepción de la etapa fenológica senil (149.4 ± 0.89 a), que la ubica, con la mayor altura (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio de los caracteres morfométricos.

Etapa fenológica	Número de individuos	Cobertura (cm)	Número de hojas	Ancho de las hojas		Altura (cm)
				base (cm)	ápice (cm)	
Sin aprovechamiento						
Plántula	3 ± 1.41 bc	0.03 ± 0.6 c	15.1 ± 6.65 ef	1.8 ± 1.09 e	2.04 ± 0.61 d	14.8 ± 1.09 g
Juvenil 1	7 ± 5.61 a	0.31 ± 0.8 c	16.2 ± 6.87 def	8.9 ± 2.47 d	2.02 ± 0.59 d	34.76 ± 7.68 f
Juvenil 2	3.8 ± 1.92 a	0.48 ± 0.67 bc	20.8 ± 11.8 cde	10.2 ± 1.98 d	2.38 ± 2.39 bc	60.04 ± 7.89 e
Juvenil 3	6.2 ± 4.44 ab	0.74 ± 0.33 bc	21.6 ± 4.56 cde	12.4 ± 2.43 bcd	2.88 ± 0.98 ab	75.8 ± 9.64 d
Adulto	7 ± 5 a	1.35 ± 0.31 bc	28.6 ± 4.93 cd	15.1 ± 1.19 abc	3.06 ± 0.95 a	103.5 ± 5.07 c
Senil	1 ± 0.71 c	0.84 ± 0.97 bc	48.8 ± 1.3 a	19.8 ± 0.44 a	1.94 ± 0.09 cd	149.4 ± 0.89 a
En aprovechamiento						
Plántula	1 ± 0.55 bc	0.04 ± 1.03 c	7.8 ± 3.27 f	3.5 ± 0.94 e	0.42 ± 0.18 d	8.5 ± 2.78 g
Juvenil 1	9.2 ± 6.49 a	0.19 ± 0.87 c	13 ± 1.22 ef	8.8 ± 1.9 d	0.86 ± 0.41 d	29.48 ± 1.19 f
Juvenil 2	11.6 ± 4.92 a	0.63 ± 0.54 bc	20 ± 2.35 cdef	12.8 ± 1.56 bcd	2 ± 0.68 bc	54.79 ± 2.99 e
Juvenil 3	6.2 ± 4.32 ab	1.16 ± 0.12 bc	29.6 ± 5.13 bc	14.58 ± 1.83 bc	2.24 ± 0.15 ab	78.16 ± 1.72 d
Adulto	9 ± 5.96 a	1.84 ± 0.07 ab	29.8 ± 8.49 bc	17.2 ± 5.09 ab	2.24 ± 0.3 a	100.08 ± 4.83 c
Senil	3 ± 2 c	2.87 ± 0.36 a	42 ± 7.04 ab	15.52 ± 7.18 ab	1.5 ± 0.5 cd	132.64 ± 11.8 b

En cada columna medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05). Media \pm desviación estándar.

El análisis de Anova indica que se presenta diferencia significativa en 9 de 10 cuadrantes para el número de hojas ($F= 4.8$, $p \leq 0.01$) (Cuadro 2). Los valores de ancho de las hojas externas en la base presentan similitud en las etapas plántula y juvenil uno mientras para el resto de las etapas hay diferencia significativa. Para la medida del ápice de las hojas externas, no hay diferencia estadística ($F= 4.03$, $p \geq 0.01$) (Cuadro 2).

Álvarez-Ríos (2020) atribuye la diferencia entre el número de individuos presentes en los sitios a la falta de un plan de manejo que garantice la reposición de los individuos extraídos. El número de individuos de *A. gentryi* para el área de estudio es mayor a la que se documenta para otros agaves mezcaleros. Para *Agave potatorum* Zucc., Torres *et al.* (2013) registraron una disponibilidad de 12 a 16 agaves adultos por ha, Álvarez-Ríos (2020) reporta para *Agave potatorum* 1 340 individuos por hectárea mientras Cervera *et al.* (2018) documenta 7 956 individuos por hectárea para *Agave angustifolia* Haw. Los valores altos en dominancia indican que los individuos en edad aprovechable contribuyen a la productividad del ecosistema (Salvador, 2005; Loera-Gallegos *et al.*, 2018). La alta frecuencia relativa de plántulas en los sitios sin aprovechamiento se atribuye a que cada individuo en etapa adulta es capaz de producir hijuelos. Según el estudio de Loera-Gallegos *et al.* (2018) refieren que no se cuenta con elementos científicos o criterios normativos que regulen u optimicen el aprovechamiento correcto del maguey, por lo que se aprovechan en etapas fenológicas no adecuadas lo cual limita la probabilidad de que se lleve a cabo la reproducción sexual y se logre el desarrollo de los individuos hasta su maduración (Lara-Ávila, 2016; Roldán, 2023).

La biología floral de *Agave gentryi* brinda bases ecológicas para su adecuado aprovechamiento. La explotación excesiva de esta especie ha provocado un efecto nocivo sobre las plantas y animales asociados a ellas. Castillo-Hernández (2009), concluyó que la producción de néctar y concentración de azúcares de las flores de *Agave gentryi* está relacionada con las características de polinización quiropterófila, al contar con mayor producción de néctar, concentración de azúcares durante la noche y la receptividad del estigma nocturno. Por lo que esta especie se relaciona estrechamente con los murciélagos, brindándole alimento y refugio.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación consistió en identificar la estructura poblacional de esta especie en sitios con y sin aprovechamiento del Ejido la Canoa, municipio de Aramberri, Nuevo León. Se encontró alto aprovechamiento para destilación y venta de plantas como ornato en ejemplares de edades de cuatro a nueve años mientras que debería ser a partir del décimo año su aprovechamiento. *A. gentryi* es una especie monocárpica (Gentry, 2004) que al ser aprovechado antes de se complete el desarrollo de la inflorescencia, se interrumpe su único evento reproductivo. Se determinó que en los sitios con aprovechamiento se presentan cambios en la cubierta vegetal, se cuenta con el 31% de individuos en etapa adulta los cuales poseen el mayor tamaño y medida de su piña, característica de relevancia para la destilación, además existe una alta demanda en las etapas fenológicas juveniles uno y tres las cuales deben ser protegidas para garantizar su aprovechamiento a largo plazo.

Al modificar su comportamiento reproductivo pone en riesgo la existencia de un gran número de organismos cuya supervivencia depende de esta especie. Se recomienda facilitarles un manejo sustentable a los individuos en las etapas de plántula y senil, que garanticen la producción de germoplasma. Es necesaria implementación de políticas públicas para el aprovechamiento del *Agave gentryi* a fin de realizar un aprovechamiento sostenible. Los valores poblacionales por etapa fenológica servirán como base para futuros estudios de conservación y manejo que contribuyan a un aprovechamiento forestal no maderable adecuado.

Bibliografía

- 1 Aguirre-Dugua, X. and Eguiarte, L. E. 2013. Genetic diversity, conservation and sustainable use of wild *Agave cupreata* and *Agave potatorum* extracted for mezcal production in Mexico. *Journal of Arid Environments*. 90(1):36-44.
- 2 Alfaro, R. G.; Legaría, J. P. S. and Rodríguez, J. E. P. 2007. Genetic diversity in populations of pulquero Agaves (*Agave* spp.) in Northeastern México State. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 30(1):1-12. <https://doi.org/10.35196/rfm.2007.1.1>.
- 3 Álvarez-Ríos, G. D.; Figueredo-Urbina, C. J. and Casas, A. 2020. Sistemas de manejo de maguey pulquero en México. *Etnobiología*. 18(2):3-23. <https://www.researchgate.net/>.
- 4 APG. 2009. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 161(1):122-127.
- 5 APG. 2016. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 181(1):1-20. <http://doi.org/10.11/bj.12385>.
- 6 Castillo-Hernández, H. and Treviño-Carreón, J. 2009. Biología floral de *Agave gentryi* Ullrich (Agavaceae) en la localidad de la Marcela, Miquihuana, Tamaulipas. *CienciaUAT*. 4(2):62-66.
- 7 Cervera, H. J.; Leirana, J. C. A. and Navarro, J. A. A. 2018. Environmental Factors Associated with The Cover of *Agave angustifolia* (Asparagaceae) In the coastal scrubland of Yucatan, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*. 124(1):1-20. Doi: <https://doi.org/10.21829/abm124.2018.1252>.
- 8 García-Mendoza, A. J.; Franco-Martínez, I. S. and Sandoval-Gutiérrez, D. 2019. Cuatro especies nuevas de *Agave* (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México. *Acta botánica mexicana*. 1(126):10-15. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1461>.
- 9 Gentry, H. S. 2004. *Agaves of Continental North America*. University of Arizona Press. Tucson, Arizona. USA. 670-840.

- 10 Hernández-Castro, E.; López-Sandoval, Y. Y.; Escobar-Álvarez, J. L.; Ramírez-Reynoso, O.; Maldonado-Peralta, M. D. L. A y Valenzuela-Lagarda, J. L. 2021. Análisis morfométrico de semilla y desarrollo de plántulas de maguey sacatoro (*Agave angustifolia* Haw.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 8(3):1-20. <https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2964>.
- 11 Huerta-Zavala, J. 2018. Variación morfológica y áreas potenciales de poblaciones del complejo *Agave angustifolia* en el Estado de Guerrero. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Guerrero. Iguala, Guerrero, México. 20-54 pp.
- 12 INEGI. 2019. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Anuario estadístico y geográfico*. México.
- 13 Lara-Ávila, J. P. y Alpuche-Solís, Á. G. 2016. Análisis de la diversidad genética de agaves mezcaleros del centro de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 39(3):323-330. <https://doi.org/10.35196/rfm.2016.3.323-330>.
- 14 Loera-Gallegos, H. M.; Corral-Rivas, J. J.; Montiel-Antuna, E.; Solis-Moreno, R.; Chávez-Simental, J. A. y González-Cervantes, G. 2018. Calidad de sitio para *Agave durangensis* Gentry en la Sierra de Registrillo, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(6):1171-1180. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.1582>
- 15 Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell publishing company. 21-70 pp. <http://books.google.es/books?id=iHoOAAAAQAAJ&hl=es&source=gbs-similarbooks>.
- 16 Manzanilla-Quijada, G. E. 2021. Diversidad, estructura y distribución potencial de áreas productivas en bosques templados de Nuevo León, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León Linares, N. L., México. 13-24 pp.
- 17 Mata, B. M.; Treviño, G. E.; Valdecantos, C. A.; Jiménez, P. J.; Aguirre, C. O.; Alanís, R. A. y Foroughbackhch, P. R. 2014. Diversidad y composición vegetal de matorrales en el Valle de Santa Catarina, en el noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1(3):1-15.
- 18 Msahli, S. M.; Jaouadi, F.; Sakli, F. and Drean, J. Y. 2015. Study of the mechanical properties of fibers extracted from tunisian *Agave americana* L. *Journal of natural fibers*. 12(6):552-560. <https://doi.org/10.1080/15440478.2014.984046>.
- 19 Nuñez, G. G.; Hernández, J. P.; Rocha, A. E.; Foroughbakhch, R. P. y Moreno, S. L. 2021. *Agave espadín* (*Agave striata* Zucc.) un posible recurso para las comunidades ixtleras de Nuevo León. *Ciencia-UANL*. 24(105):3-13. Doi: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl24.105-1>.
- 20 Red Temática Mexicana Aprovechamiento Integral Sustentable y Biotecnología de los Agaves. 2017. Panorama del aprovechamiento de los agaves en México. CIATEJ. 1 Ed. ISBN: 978-607-97548-5-3. 19-49 pp. <https://www.cyted.org/sites/default/files/libro-rebibirt-2021.pdf#page=17>.
- 21 Reyes, A. J. A.; Aguirre, J. R. R. y Peña, C. B. V. 2017. Biología y Aprovechamiento de *Agave lechuguilla* Torrey. *Botanical Sciences*. 088(67):75-88. Doi: <https://doi.org/10.17129/botsci.1626>.
- 22 Roldán-Cruz, I. E.; Medina-Mendoza, C. y Mendoza-Tolentino, Y. 2023. Políticas públicas para el aprovechamiento sustentable del maguey pulquero (*Agave salmiana*) en Hidalgo, México. *Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*. 14(1):137-247.
- 23 Salvador, M. M. 2005. Indicadores e índice de sustentabilidad para especies sujetas a aprovechamiento comercial: el caso de ecosistemas forestales. Doctoral dissertation. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR-IPN). 18-64 pp.
- 24 Secretaría del Medio Ambiente. 2017. Sistema Integral de Información Ambiental del Estado de Coahuila: sectores primarios. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila (Sema). Coahuila, México. <https://sma.gob.mx/>.

- 25 SEMARNAT. 2024. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/semarnat>
- 26 SPSS Inc. 2011. IBM SPSS Statistics 20 Core System. User's guide, Chicago, Illinois, USA.
- 27 Torres, I.; Casas, A.; Delgado, L. A y Rangel, S. L. 2013. Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: Aportes ecológicos y etnobiológicos para su manejo sustentable. Zonas Áridas. 15(1):92-109. <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/za15/RZA15completo.pdf#page=92>.
- 28 Valdivieso-Solís, D. G.; Vargas-Escamilla, C. A.; Mondragón-Contreras, N.; Galván-Valle, G. A.; Gilés-Gómez, M.; Bolívar, F. and Escalante, A. 2021. Sustainable production of pulque and maguey in Mexico: Current situation and perspectives. Frontiers in Sustainable Food Systems. 5(1):678168.



Estructura poblacional de *Agave gentryi* B. Ullrich al sur de Nuevo León

Journal Information	Article/Issue Information
Journal ID (publisher-id): remexca	Date received: 01 November 2025
Title: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas	Date accepted: 01 February 2026
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc	Publication date: 01 January 2026
ISSN (print): 2007-0934	Publication date: Jan-Feb 2026
ISSN (electronic): 2007-9934	Volume: 17
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Issue: 1
	Electronic Location Identifier: e3950
	DOI: 10.29312/remexca.v17i1.3950
	Publisher ID: 00003

Categories

Subject: Artículos

Palabras clave:

Palabras clave:

Agave
aprovechamiento
mezcal
no maderable
sustentable

Counts

Figures: 5

Tables: 2

Equations: 3

References: 28