

Morfología y supervivencia de una plantación mixta de la especie agave establecida en Durango

Morphology and survival of a mixed plantation of the agave species established in Durango

Julio C. Ríos-Saucedo^{1*}, Rigoberto Rosales-Serna¹, Rafael Jiménez-Ocampo¹, Donaji Sierra-Zurita¹ Pablo A. Domínguez-Martínez¹, Alexei R. Chaparro-Martínez²

¹INIFAP – Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango – El Mezquital km 4.5. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. C. P. 33184.

²Universidad Tecnológica de la Tarahumara. Alamo s/n, Col. Cumbres de Guerachi, C.P. 33187, Guachochi, Chihuahua.

*Autor para correspondencia: rios.julio@inifap.gob.mx

RESUMEN

El maguey cenizo (*Agave durangensis*) es una especie importante en el estado de Durango, que debe ser considerado como centro primario de domesticación y diversidad genética de la especie. El objetivo fue evaluar la morfología y supervivencia en una plantación mixta de maguey establecida en Durango. En 2023, se estableció una plantación con tres especies de maguey: cenizo (*A. durangensis*), tepemete (*A. angustifolia*) e l'gok (*A. americana*). Se midió altura de planta (AP), diámetro de cogoyo (DC) y de roseta (DR); así como, el nivel de grados Brix (°Bx). En campo, se determinó el porcentaje de supervivencia y cinco plantas, de las hileras de cada especie, fueron utilizadas para evaluar AP y DR. El análisis de varianza se realizó en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y la comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para todas las variables evaluadas, con excepción de °Bx. Las plantas de maguey tepemete presentaron valor alto de AP (42.6 cm) y DR (32.2 cm); mientras que, el maguey l'gok mostró el nivel más bajo. En el caso del DC, el valor más alto se obtuvo en maguey cenizo (40.4 cm); sin embargo, fue estadísticamente igual al maguey tepemete (36.6 cm). El nivel de azúcares mostró igualdad estadística en todas las especies, con valores entre 18.0 y 23.2 °Bx.

Palabras clave: Plantaciones comerciales, Resistencia a sequía, Mezcal.

ABSTRACT

The ash maguey (*Agave durangensis*) is an important species in the state of Durango, which should be considered as the primary center of domestication and genetic diversity of the species. The objective was to evaluate the morphology and survival in a mixed maguey plantation established in Durango. In 2023, a plantation was established with three species of maguey: cenizo (*A. durangensis*), tepemete (*A. angustifolia*) and l'gok (*A. americana*). Plant height (AP), cogoyo diameter (DC) and rosette diameter (RD) were measured; as well as the degree level Brix (°Bx). In the field, the survival percentage was determined and five plants, from the rows of each species, were used to evaluate AP and DR. The analysis of variance was performed in a randomized complete block design with four repetitions and the comparison of means was obtained with the Tukey test ($p \leq 0.05$). Highly significant differences ($p \leq 0.01$) were observed for all the variables evaluated, with the exception of °Bx. The maguey tepemete plants presented a high value of AP (42.6 cm) and DR (32.2 cm); while, the l'gok maguey showed the lowest level. In the case of DC, the highest value was obtained in maguey ash (40.4 cm); However, it was statistically equal to the maguey tepemete (36.6 cm). The sugar level showed statistical equality in all species, with values between 18.0 and 23.2 °Bx.

Keywords: Commercial plantations, Drought resistance, Mezcal.



INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas de nuestro país ocupan un poco más de la mitad del territorio nacional. Se estima que albergan unas 6 mil especies vegetales, de las cuales, un poco más del 50 % son endémicas, es decir, restringidas a nuestra nación (Hernández y Bárcenas, 1995). Todas estas plantas constituyen comunidades muy diversas, algunas muy singulares, con una gran diversidad en sus formas de vida, clara expresión de sus estrategias adaptativas para un ambiente tan selectivo, y muchas de ellas con una utilidad real o potencial. Todo esto se conjuga para constituir un verdadero laboratorio viviente (Granados, 1993).

Las especies del género *Agave* se han aprovechado de manera empírica desde tiempo atrás en el estado para producir mezcal, bebida alcohólica con denominación de origen que se pretende alcance los niveles de calidad y producción similares a los del tequila (Valenzuela, 2003). La palabra “*Agave*” es proveniente del griego que significa “admirable, noble, ilustre agradable, magnífica” (Reyes, 1987; Granados, 1993; Nobel, 1998) y es la que representa al género de los conocidos magueyes.

En Durango, se conoce como maguey a diferentes especies del género *Agave* y se agrega otro nombre descriptivo para su diferenciación. Entre las especies de maguey más importantes, por su utilización como insumo para la elaboración de mezcal en Durango, se pueden mencionar maguey cenizo (*A. durangensis*), maguey tepemete (*A. angustifolia*), maguey l’gok (*A. americana* var. *oaxacensis*; Mezcalistas.com, 2022) y masparillo (*A. maximiliana*). Algunas de esas especies sobresalen en otras entidades de México, con base en su facilidad de recolección y propiedades organolépticas del producto obtenido. Tal es el caso del maguey tepemete, apreciado por el aroma y sabor que proporciona al mezcal obtenido con las plantas de esta especie, lo cual ha ocasionado sobreexplotación de las poblaciones cercanas a las áreas de procesamiento (vinatas). En la actualidad existe interés por el establecimiento de plantaciones comerciales mixtas con diferentes especies de maguey, principalmente en suelos agrícolas que muestran productividad pobre debido al nivel variable de degradación físico-química. Los magueyes se adaptan en suelos con degradación de diferente tipo y nivel, por lo que son apreciados por

los múltiples beneficios que proporciona a las poblaciones de áreas marginadas.

Algunas especies de maguey han sido identificadas como opciones productivas que pueden ser utilizadas en el abastecimiento de la demanda alta y creciente de mezcal, en los mercados nacionales y de exportación. Con base en lo anterior, se requiere avanzar en el proceso de domesticación de varias especies de maguey para establecer su utilidad en los sistemas productivos de Durango, especialmente en la verificación de la capacidad de adaptarse en suelos pobres en nutrientes. Con ello, se espera fortalecer la sostenibilidad en la producción y abastecimiento de materia prima para la industria destiladora de mezcal; al mismo tiempo, que se ofrecen opciones rentables para los productores agropecuarios que habitan las áreas marginadas de dicha entidad.

En Durango, se ha avanzado en la generación de tecnología para el manejo agronómico del maguey cultivado en plantaciones comerciales, con la finalidad de incrementar la eficiencia y sostenibilidad de la producción de mezcal (Rosales *et al.*, 2018). Los avances más importantes se han desarrollado en la producción de plántulas en vivero y planta de calidad para el establecimiento de plantaciones comerciales, obtenida en el sistema a raíz desnuda, en camas con y sin acolchado, en invernadero y cielo abierto. Además, se requiere avanzar en la generación de recomendaciones para el uso del maguey en suelos degradados en los que se requieren especies con adaptabilidad amplia. Con ello, se utilizarán eficientemente terrenos agrícolas, los cuales se encuentran actualmente en desuso por falta de opciones productivas dado el nivel de degradación que han generado las actividades antropogénicas. La producción eficiente de maguey, en plantaciones comerciales, permitirá el avance paulatino hacia la recuperación de las poblaciones naturales de varias especies de maguey que han sido sobreexplotadas en el sur de Durango. Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la morfología y supervivencia de una plantación mixta de maguey establecida en terrenos agrícolas de Durango.



MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció una plantación mixta de maguey en los terrenos del Campo Experimental Valle del Guadiana, que es la sede del INIFAP en Durango. El sitio experimental se ubicó 23° 59' 27" N, 104° 37' 30" O y una altitud de 1,881 m. El suelo predominante del sitio es del tipo franco (arcilloso y arenoso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 7.9 y es pobre en contenido de materia orgánica (0.4 %), nitrógeno (0.02 %) y fósforo (1.4 mg/kg).

El terreno utilizado en la plantación tuvo como cultivo anterior, maguey cenizo y sotol (*Dasyllirion* sp.), cuyas plantas se cosecharon manualmente, se limpió de hojas el terreno y se preparó para la plantación nueva. El clima predominante es templado semiárido [BS₁ kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para esta variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al.*, 2005).

Se incluyeron las especies maguey cenizo (*Agave durangensis*) y tepemete (*A. angustifolia*) mediante plántulas producidas en el vivero local del INIFAP y cultivadas a raíz desnuda, por 18 meses en camas a cielo abierto. También, se utilizaron dos tipos de planta de maguey l'gok (*A. americana*), provenientes de hijuelos colectados en Campamento Canoas, El Mezquital, Durango, y de semilla, éstas últimas adquiridas en un vivero particular de Durango.

La plantación se realizó el 01 de junio de 2023 y la parcela experimental consistió en una hilera de longitud variable (20 y 65 m). Se utilizó un modelo de plantación en tresbolillo, con una separación entre hileras de 5 m y distancia entre plantas de 3 m, para una densidad total de 667 plantas/ha. La preparación del suelo incluyó subsoleo y paso doble de rastra, para dejar preparada la cama de plantación. Se utilizaron palas para hacer hoyos donde se trasplantaron especímenes a raíz desnuda, sin cepellón. Después del trasplante, se aplicó riego de auxilio mediante la instalación de sistema presurizado, por goteo, con cintilla de polietileno de 16 mm y goteros situados en cada planta (3 m), los

cuales suministraron 600 mL/h. Los riegos de auxilio se aplicaron con una duración de 2 h, para proporcionar 1,300 mL de agua a cada una de las plantas de maguey.

En las plantas listas para el trasplante se realizaron evaluaciones morfológicas, altura de planta, diámetro del cogoyo y roseta; así como, el contenido de azúcares. Las medidas se realizaron con una regla métrica y vernier, con precisión milimétrica. El contenido de azúcares se determinó mediante el uso del refractrómetro (Alla France® 950.032B-ATC; 0-32 °Bx). Se utilizó el método destructivo, que consistió en el uso de un taladro Pressler para la extracción de los tejidos internos del tallo. Los tejidos del maguey cenizo obtenidos se utilizaron para la extracción de los jugos (savia) que fueron utilizados en las lecturas del refractrómetro. En cada lectura se utilizaron dos gotas de jugo, las cuales fueron colocadas y dispersadas en la pantalla con una pipeta. Después, se cerró la tapa traslúcida y se tomó la lectura con base en las indicaciones del fabricante.

Luego de 30 días desde la plantación, se determinó el porcentaje de supervivencia, mediante el cálculo la diferencia entre el registro del número inicial y la evaluación de las plantas secas en las hileras de cada especie. En cinco plantas de la hilera de especie se evaluó altura de planta, y diámetro de la roseta, en dos direcciones.

El análisis de varianza de los datos obtenidos para cada especie se realizó en un diseño en bloques completos al azar y cuatro repeticiones por tratamiento. En las variables que se registraron diferencias significativas se realizó la comparación de medias con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza y la prueba de medias se efectuaron con el programa computacional SAS® ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las plantas utilizadas para el establecimiento de la plantación se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para todas las variables evaluadas, con excepción de los °Brix (Tabla 1). Las plantas de maguey tepemete mostraron la altura promedio mayor (42.6 cm); mientras que, el valor



más bajo lo tuvo el maguey l'gok proveniente de semilla (9.2 cm), debido a la edad menor de la planta. De igual manera, el maguey tepemete tuvo el valor más alto para el diámetro de roseta (32.2 cm), mientras que el maguey l'gok mostró el diámetro más bajo (5.4 cm). En el caso del diámetro de cogoyo, su valor más alto se obtuvo en maguey cenizo (40.4 cm), aunque resultó estadísticamente igual al maguey tepemete (36.6 cm). El nivel de azúcares fue estadísticamente igual en todas las especies, con valores entre 18.0 y 23.2 °Bx. Lo anterior, debido a que la acumulación rápida de azúcares se registra en etapas fenológicas más avanzadas de la planta.

Tabla 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plantas de maguey posteriormente utilizadas en una plantación establecida en Durango. 2023.

Fuente de Variación	Grados de Variación	Altura de Planta (cm)	Diámetro de Roseta (cm)	Diámetro de Cogoyo (cm)	Grados Brix (°Bx)
Especie	3	1124.7**	760.1**	384.9**	32.3 ^{N.S.}
Repetición	3	5.4	14.9	12.1	22.7
Error	12	46.0	16.4	22.2	19.4
Media	-	22.0	15.5	31.8	19.4
C. V. (%)	-	30.8	26.6	14.8	22.7

**Diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), N.S. = no significativa.

En las mediciones realizadas un mes después del transplante se observó que tanto las plantas provenientes de hijuelos (l'gok) y semilla (cenizo) pueden dar lugar a plantaciones con nivel alto de supervivencia, cuando se realiza el transplante adecuado (Figura 1). En el caso de maguey l'gok proveniente de semilla se observó reducción de la supervivencia (94%), debido al tamaño menor de las plantas, lo que dificultó su manejo y plantación en suelo seco y con agregados. Situación similar se observó en maguey tepemete, que aunque las plantas mostraron tamaño comercial, su morfología alargada en hojas y tallos, combinado con cogoyo estrecho, redujo la estabilidad y mantenimiento de la posición erecta y con ello, el agarre en el suelo.

Tabla 2. Valores medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plantas de maguey utilizadas posteriormente en una plantación establecida en Durango. 2023.

Especie	Altura de Planta (cm)	Diámetro de Roseta (cm)	Diámetro de Cogoyo (mm)	Grados Brix (°Bx)
l'gok (Hijuelo)	12.8 ^{bc}	7.0 ^c	29.8 ^b	18.0
l'gok (Semilla)	9.2 ^c	5.4 ^c	20.4 ^c	23.2
Tepemete	42.6 ^a	32.2 ^a	36.6 ^{ab}	18.0
Cenizo	23.4 ^b	17.2 ^b	40.4 ^a	18.4
Media	22.0	15.5	31.8	19.4
C. V. (%)	30.8	26.6	14.8	22.7

^{a-c}Diferencias altamente significativas (Tukey ($p \leq 0.05$)).

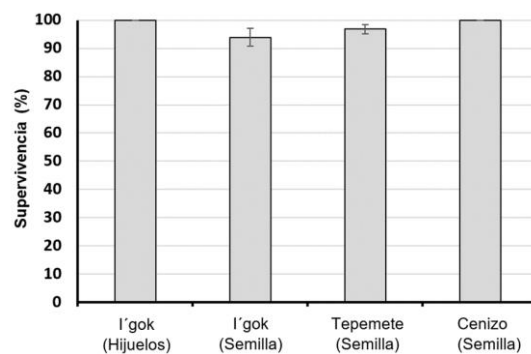


Figura 1. Supervivencia de plantas de diferentes especies de maguey transplantados en un lote de producción en Durango, México.

En campo se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre especies, para la altura de planta y diámetro de roseta (Tablas 3 y 4). Las plantas de maguey tepemete fueron significativamente más altas (34.9 cm), al compararlas con maguey cenizo (24.0 cm), y ambas superaron al maguey l'gok debido a la edad menor de las plantas. Situación similar, se observó en el caso de la variable diámetro de roseta, donde el maguey tepemete mostró plantas con 33.8 cm y superó al maguey cenizo (19.0 cm). El maguey l'gok presentó valores más bajos, tanto en el caso de plantas provenientes de hijuelos (7.9 cm), como de semilla (6.0 cm). Las diferencias observadas entre especies se debieron a la morfología propia de cada una de ellas, ya que el maguey tepemete presenta plantas y hojas más esbeltas, en comparación con maguey cenizo. Por su parte, el maguey l'gok se diferenció por la edad y método de obtención de las plantas.

Tabla 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plantas de maguey en una plantación establecida en Durango. 2023.

Fuente de Variación	Grados de Variación	Altura de Planta (cm)	Diámetro de Roseta (cm)
Especie	3	661.6**	653.7**
Repetición	3	5.3	75.3
Error	9	7.6	76.3
Media		19.4	16.7
C. V. (%)		14.2	52.4

Diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$).Tabla 4.** Valores medios del análisis de varianza para variables evaluadas en plantas de maguey en una plantación establecida en Durango. 2023.

Especie	Altura de Planta (cm)	Diámetro de Roseta (cm)
l'gok (Hijuelo)	13.4 ^c	7.9 ^b
l'gok (Semilla)	5.4 ^d	6.0 ^b
Tepemete	34.9 ^a	33.8 ^a
Cenizo	24.0 ^b	19.0 ^b
Media	19.4	16.7
C. V. (%)	14.2	52.4

^{a-d}Diferencias altamente significativas Tukey ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Los estudios de crecimiento y selección individual de plantas de maguey sobresalientes, en edades tempranas, puede realizarse con base en variables morfológicas, como altura de planta y diámetro de roseta la especie más sobresaliente en la respuesta a la adaptación y aclimatación para establecer plantaciones comerciales con mayor éxito es *Agave durangensis*.

LITERATURA CITADA

- Hernández HM, Bárcenas RT (1996) Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: II. Biogeography and conservation. Cons. Biol. 10: 1200-1209.
- García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.
- Granados, S: D. 1993. Los agaves de México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México. 252 pp.
- Nobel, P.S. 1998. Los Incomparables Agaves and Cactus. Trillas Mexico-213 p.
- Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. México. 224 p.
- Mezcalistas.com. 2022. Agave americana var. oaxacensis. Consultado en línea 27/06/2022. https://www.mezcalistas.com/agave_species/agave-americana-var-oaxacensis/.
- Rosales M., S., J. C. Ríos S., J. L. García R., M. Martínez F., G. Quiñonez B., y R. Rosales S. 2018. Establecimiento de plantaciones de maguey cenizo. Folleto Técnico Núm. 109. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 28 p.
- Valenzuela-Ruiz, J. F., O. H. Velasco-González, M. A. Márquez-Linares. 2003. Desarrollo sustentable del agave mezcalero en Durango. SEP, CIIDIR-IPN-Dgo., SAGDR. México.

