



NICHO ECOLÓGICO Y DISTRIBUCIÓN DE TRES ESPECIES DE AGAVE EN MÉXICO: UN ENFOQUE BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Rocío Mendieta Oviedo¹, Jorge Méndez González², Fátima Monserrat Méndez Encina³, José Ángel Villarreal Quintanilla⁴, Diana Jasso Cantú⁵

¹Estudiante de maestría en ISP Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (UAAAN). ²Departamento Forestal, (UAAAN). ³Asesor Forestal Independiente, ⁴Departamento de Botánica, (UAAAN). ⁵Departamento de Fitomejoramiento, (UAAAN).

INTRODUCCIÓN

Los Agaves en México son importantes por sus múltiples usos, especialmente por la producción de mezcal (Nava *et al.*, 2014). El aprovechamiento de *Agave cupreata*, *A. durangensis* y *A. salmiana* spp. Crassispina está ejerciendo presión sobre sus comunidades (Martínez *et al.*, 2011; Loera *et al.*, 2018), siendo necesario actividades de conservación, por los posibles escenarios climáticos futuros (Dormann, 2007). El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del cambio climático sobre la distribución potencial de las tres especies a través de modelos de nicho ecológico (ENM). **Palabras clave:** Agaves, kuenm, Maxent, Modelos de Nicho Ecológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en México con registros de presencia de tres especies de Agave, variables bioclimáticas actuales y futuras (2050). Se generó el área de calibración de cada especie, se crearon y evaluaron los modelos en kuenm, un paquete de R que usa como algoritmo de modelación a Maxent, los modelos candidatos se eligieron en base a varios criterios estadísticos. El modelo final se estratificó en idoneidad alta, media y baja; la transferencia del modelo se evaluó a través del MOP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se crearon 490 modelos para *A. cupreata*, 560 para *A. durangensis* y *A. salmiana* spp, de ellos, 97.5, 98.57 y 57.50 %, pasaron la tasa de omisión (5 %), significancia estadística ($\alpha=0.05$) (Cuadro 1). Actualmente con ayuda del paquete Kuenm se generan mas modelos candidatos comparado con otros estudios (Gómez y Lacher jr, 2017; Ríos *et al.*, 2018) seleccionando el mejor lo que lo hace un proceso más robusto que ya a sido utilizado por diferentes investigadores (Méndez *et al.*, 2020; Méndez *et al.*, 2021; Jiménez y Méndez, 2021).

Cuadro 1. Modelos candidatos generados, estadísticos de ajuste y validación.

Criterio/Especie	<i>A. cupreata</i>	<i>A. durangensis</i>	<i>A. salmiana</i> spp.
Evaluación de modelos candidatos			
TmC	490	560	560
mES	490	560	560
mTO	478	552	322
mAIC	2	11	15
n de mES y mTO	478	552	322
n de mES y mAIC	2	11	15
n de mES, mTO y mAIC	2	9	15
Modelo seleccionado	M_0.2_F_lqp ⁽³⁾	M_0.5_F_lq ⁽⁴⁾	M_0.1_F_lqp ⁽⁵⁾
Estadísticos de ajuste			
Media AUC ratio	1.434	1.660	1.652
AICc	1338.929	452.179	692.729

Las variables de precipitación: Bio 17 y Bio 13, determinan la distribución de *A. durangensis* y *A. salmiana*, contribuyendo al modelo con 62.8 y 56.8 %. En *A. cupreata* la temperatura mínima del mes más frío (Bio 6) determina su distribución (62.5 %). Variables predictoras, número de registros, área de estudio, algoritmo de modelación difieren en cada estudio (ENM) lo que da lugar a las diferencias de resultados incluso siendo investigaciones de la misma especie (Elith *et al.*, 2006; Jiménez y Méndez, 2021; Méndez *et al.*, 2021).

BIBLIOGRAFÍA

Méndez, E. F., Méndez, G. J., Mendieta, O. R., López, D. J. Ó. M., y Nájera, L. J. A. 2021. Ecological Niches and Suitability Areas of Three Host Pine Species of Bark Beetle *Dendroctonus mexicanus* Hopkins. Forests, 12, 385. MDPI <https://doi.org/10.3390/f12040385>.

Jiménez S., M. A., y Méndez G., J. 2021. Distribución actual y potencial de *Pinus engelmannii* Carrière bajo escenarios de cambio climático. Madera y Bosques, 27, e2732117. doi: 10.21829/myb.2021.2732117.

Las especies podrían perder hasta 88.5 % del área de idoneidad alta actual bajo condiciones drásticas (RCP 8.5) (Figura 1) otras especies de Agave contrastan estos resultados como *Agave parryi*, *Agave havardiana*, y *Agave gentry* que pierden mayor idoneidad bajo condiciones moderadas (RCP 4.5) (Gómez y Lacher jr, 2017).

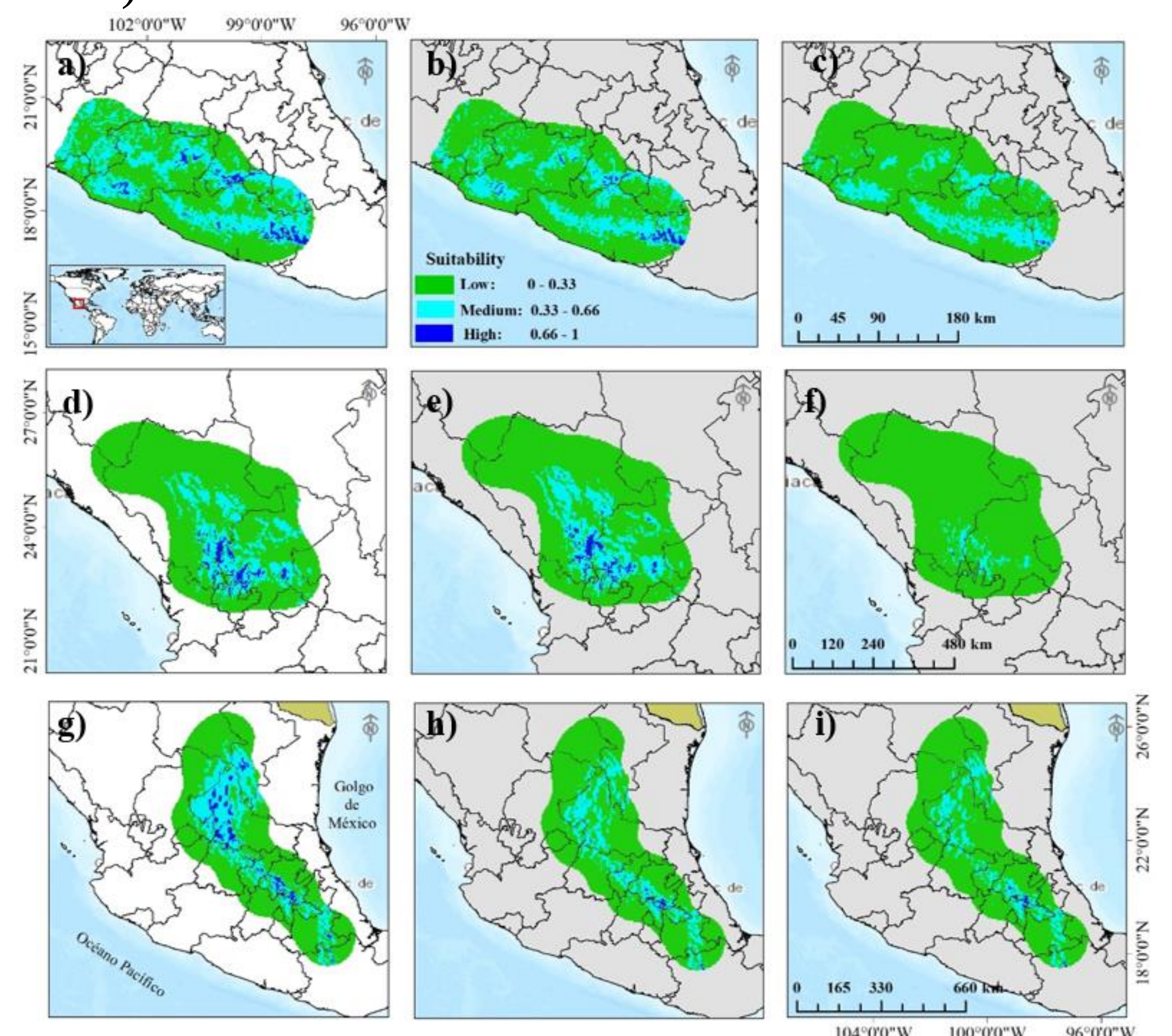


Figura 1. Idoneidad actual (a, d, g) y futura al 2050 en el área M (área de calibración) utilizando el promedio de tres modelos de circulación general, CCSM4 HADGENM y MIROC5 en dos escenarios de concentración de CO₂ 4.5 (b, e, h) y 8.5 (c, f, i) para *A. cupreata*, *A. durangensis*, y *A. salmiana* spp.

Se estima que las especies *A. cupreata* y *A. salmiana* spp. pierden mayor porcentaje de idoneidad alta a futuro, su distribución esta definida por un mes lo que las hace mas vulnerables al 2050.

Para *A. cupreata* y *A. salmiana*, se predicen pequeñas nuevas áreas idóneas en otros países, mismas que fueron validadas por el MOP. En *A. cupreata* existe una relación positiva entre idoneidad y altitud, en las otras dos especies no. En el área de calibración se podrían registrar hasta 0.50 ° C más al 2050 (*A. cupreata*), -0.9 mm (*A. durangensis*) y 20 mm (*A. salmiana*) en Bio6, Bio17 y Bio13.

CONCLUSIÓN

Se encontró que, las variables que definen la distribución de *A. cupreata* *A. durangensis* *A. salmiana* spp son bio 6 (62.54 %), bio 17 (62.88 %) y bio 13 (56.86 %) respectivamente, las tres especies tienen menor tolerancia a condiciones del escenario de concentración de CO₂ extremas (8.5 w/m²) reduciéndose aproximadamente el 88.5 %, las mas vulnerables al cambio climático son *A. cupreata* y *A. salmiana* spp .