



Distribución espacial y variables ambientales asociadas a *Pinus herrerae* Martínez en la Sierra de quila, Jalisco, México*

Raymundo Villavicencio García¹, Rosaura Avila Coria², Ana Luisa Santiago Pérez², José Ariel Ruiz Corral²

¹Departamento de Producción Forestal, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara (UDG), Km. 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, C. P. 45020. Las Agujas, Zapopan, Jal.
²Estudiante de Licenciatura en Biología CUCBA – UDG, *INIFAP – CIRPAF – Jalisco



Introducción

La conservación de las especies de plantas y animales depende en parte del conocimiento que tengamos del lugar donde viven.

Para predecir zonas de distribución se requiere:

1. Determinar el tipo de ambiente donde se encuentra la especie
2. Predecir que la especie ocurre en cualquier lugar donde se presente ese tipo de ambiente.

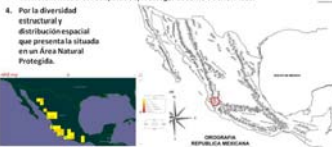
Relación especie-ambiente

Modelos deductivos (basados del conocimiento de una especie tiende a ocurrir)
Modelos inductivos (donde se establece por un medio sistemático la relación ambiental con la ocurrencia de la especie)

El modelo espacial identifica cuál de las celdas en la cuadrícula presenta condiciones que coinciden con aquellas identificadas como importantes para la especie en estudio.

Justificación

1. Debido a la distribución restringida y dispersa de *Pinus herrerae* Martínez a tres sistemas montañosos que confluyen en el occidente de México,
2. Ser una especie nativa del país (Chihuahua, Sinaloa, Durango, Jalisco, Michoacán y Guerrero).
3. Debido a la caracterización de la especie ante la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 1998) Lista Roja de Categorías y Criterios: RIESGO BAJO/MENOR PREOCUPACIÓN, en 2000 para el estado de Jalisco la CAMEC (Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative) la categoriza como VULNERABLE.
4. Por la diversidad situacional y distribución espacial que presenta la situada en un Área Natural Protegida.



Objetivo

Relacionar mediante el uso de SIG el contexto medio ambiental que influye la distribución del *Pinus herrerae* dentro del ANP Sierra de Quila.

Identificar las áreas potenciales para la presencia o establecimiento de la especie.



Materiales y Métodos

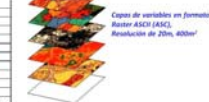
Ubicación del área de estudio

(ANP) "Sierra de Quila"
Estado de Jalisco, México
Altura: 1350 m a 2560 m
Sop: 143 km²
Clima: Cwa (21) (a) (AIC (w1) (w)
Prec: 880 mm
Suelos: Cambisol, Fozem, Regosol
Vegetación: Bosque pino encino
Bosque de encino
Selva baja caducifolia
Bosque epífito
Bosque mesófilo de montaña
Bosque de galería

Materiales

1. Datos de colecta georeferenciados:
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM); Zona 13 Q
Datum: World Geodetic System 1984 (WGS84)
Unidad: Metro
2. Datos sobre variables climáticas:
a) Cartografía del sistema de información ambiental para el estado de Jalisco INIFAP-CIBAC (2003). (Datos climáticos: 116 estaciones (1961-2000))
b) MEXI (SM), Cartografía temática de INEGI, Insumos propios

No.	Variable climática
1	Temperatura máxima anual (°C)
2	Temperatura media anual (°C)
3	Temperatura mínima anual (°C)
4	Precipitación (mm)
5	Área de radiación solar anual (h)
6	Temperatura máxima mensual (°C)
7	Temperatura mínima mensual (°C)
8	Temperatura mensual (°C)
9	Albura (h/mes)
10	Evaporación (mm)
11	Presión (hPa)
12	Humedad (hPa)
13	Índice termohidráulico de vegetación



Programa MAXENT v3.3.3a

Es un programa que modela la distribución geográfica de las especies, utilizando como datos sólo los sitios de presencia y las variables climáticas y/o ambientales asociadas a cada uno de esos puntos de presencia.

Para modelar las distribuciones se basa en el principio de **Máxima entropía**.

Máxima entropía (en teoría, que es más extendida, o más cercana a ser uniforme), sujeta a una serie de restricciones que representan nuestra información incompleta acerca de la distribución objetivo.

Maxent se encuentra entre los métodos más eficientes para el modelamiento de la distribución de especies a partir de datos de solo presencia.



Formatos de salida

1. Modelo: Logístico
2. Tipo de distribución: Cuadrática, Producto, Hinge (Cuadrático, Producto, Hinge)
3. Número de muestras: 395 (50/50), es decir, 198 para entrenamiento, 197 para prueba
4. Variables: Climáticas y Temáticas (Tamaño de celda: 20 m)
5. Num. de Iteraciones: 1000
6. Valor de Regularización: 1

Validación del modelo

1. Curva ROC (Característica Operativa del Receptor) aplicada estadísticamente a la evaluación de modelos de distribución basados en algoritmos de presencia ausente

Determinación de las variables más importantes en el modelo

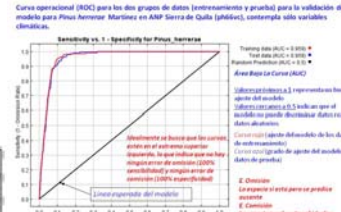
1. Jackknife (backknife) model test

Resultados

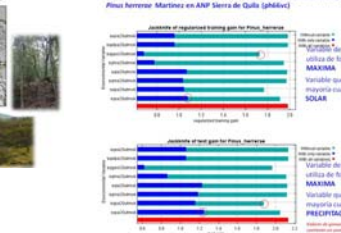
Variables climáticas y temáticas utilizadas para el modelamiento de la distribución de *Pinus herrerae* en el ANP Sierra de Quila

No.	Variable climática	Árbol	Modelo	Árbol	Modelo
1	Temperatura máxima anual (°C)	27.7	5.8	13.6	6.9
2	Temperatura media anual (°C)	24.4	16.1	29.5	20.1
3	Temperatura mínima anual (°C)	24.3	27.1	29.1	26.1
4	Precipitación (mm)	81.9	6.4	10.4	6.5
5	Área de radiación solar anual (h)	1013.2	100.0	104.9	10.0
6	Temperatura máxima mensual (°C)	33.0	10.0	10.0	10.0
7	Temperatura mínima mensual (°C)	15.0	10.0	10.0	10.0
8	Temperatura mensual (°C)	24.0	10.0	10.0	10.0
9	Albura (h/mes)	140.0	100.0	10.0	10.0
10	Evaporación (mm)	8.0	10.0	20.0	20.0
11	Presión (hPa)	8.0	10.0	20.0	20.0
12	Humedad (hPa)	8.0	10.0	20.0	20.0
13	Índice termohidráulico de vegetación	8.0	10.0	20.0	20.0

Curva operacional (ROC) para los dos grupos de datos (entrenamiento y prueba) para la validación del modelo para *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila (pH6vcv), contempla sólo variables climáticas.



Análisis de la contribución de las variables climáticas en la distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila (pH6vcv)



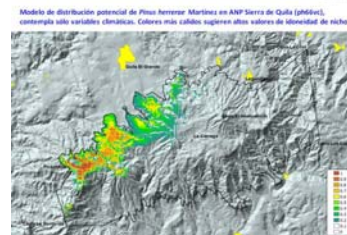
Valores heurísticos de contribución porcentual al modelo para *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila (pH6vcv) de las variables climáticas.

Variable	Clase	Contribución (%)
Precipitación	log10/Uniforme	38.7
Temperatura máxima	log10/Uniforme	24.9
Área de radiación solar	log10/Uniforme	13.5
Temperatura mínima	log10/Uniforme	5.5
Evaporación	log10/Uniforme	1
Temperatura mensual	log10/Uniforme	0.2
Temperatura máxima	log10/Uniforme	0.1

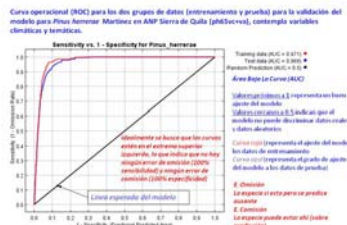
Incremento de ganancia (gain) de las variables climáticas de las que depende la especie



Modelo de distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila (pH6vcv), contempla sólo variables climáticas. Colores más cálidos sugieren altos valores de idoneidad de nicho



Curva operacional (ROC) para los dos grupos de datos (entrenamiento y prueba) para la validación del modelo para *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila (pH6vcv+tem), contempla variables climáticas y temáticas.



Análisis de la contribución de las variables climáticas y temáticas en la distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila (pH6vcv+tem)



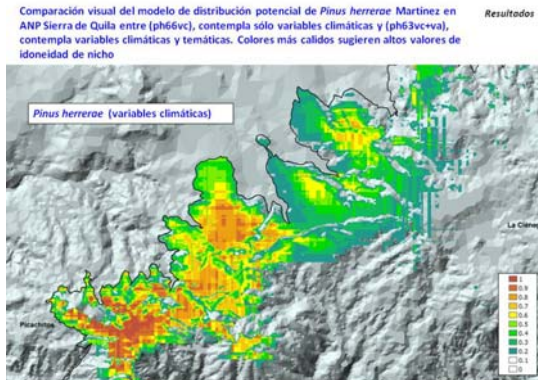
Valores heurísticos de contribución porcentual al modelo para *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila (pH6vcv+tem) de las variables climáticas y temáticas.

Variable	Clase	Contribución (%)
Precipitación	log10/Uniforme	38.7
Temperatura máxima	log10/Uniforme	26.8
Área de radiación solar	log10/Uniforme	16.5
Evaporación	log10/Uniforme	7.8
Temperatura mensual	log10/Uniforme	1.4
Temperatura mínima	log10/Uniforme	0.8
Área de radiación solar	log10/Uniforme	0.8
Humedad relativa anual	log10/Uniforme	1.1
Albura	log10/Uniforme	0.8
Evaporación	log10/Uniforme	0.8
Temperatura máxima	log10/Uniforme	0.8
Temperatura mínima	log10/Uniforme	0.2
Temperatura mensual	log10/Uniforme	0.2

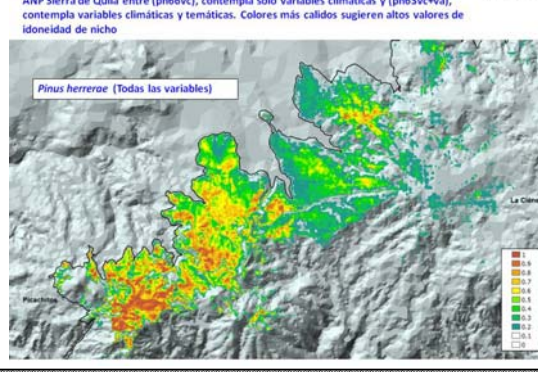
Incremento de ganancia (gain) de las variables climáticas y temáticas de las que depende la especie



Comparación visual del modelo de distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila entre (pH6vcv), contempla sólo variables climáticas y (pH6vcv+tem), contempla variables climáticas y temáticas. Colores más cálidos sugieren altos valores de idoneidad de nicho



Comparación visual del modelo de distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en ANP Sierra de Quila entre (pH6vcv), contempla sólo variables climáticas y (pH6vcv+tem), contempla variables climáticas y temáticas. Colores más cálidos sugieren altos valores de idoneidad de nicho

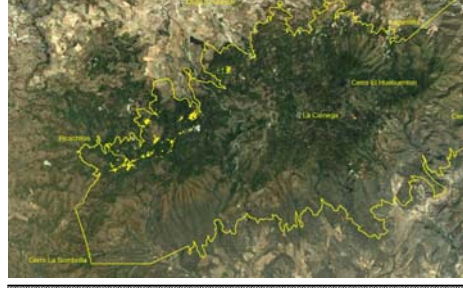


1. Datos de colecta georeferenciados

a) Sitios permanentes de muestreo (500m²). b) GPS-Navegador: Garmin 60CSx (± 3m)

560 datos colectados, sólo 395 datos de presencia utilizados debido a duplicidad.

Formato de archivo (CVS)



Método

Modelado de nichos ecológicos y distribuciones geográficas

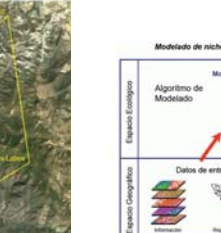


Figura original de E. Martínez-Meyer y A. Peterson