

ATRIBUTOS ESTRUCTURALES Y HÁBITAT DE *JUNIPERUS JALISCANA* EN TALPA DE ALLENDE, JALISCO, MÉXICO

STRUCTURAL ATTRIBUTES AND HABITAT OF *JUNIPERUS JALISCANA* IN TALPA DE ALLENDE, JALISCO, MEXICO

RAMÓN CUEVAS-GUZMÁN, SUSANA CANALES-PIÑA, ENRIQUE V. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ*,
 JOSÉ GUADALUPE MORALES-ARIAS, LUIS GUZMÁN-HERNÁNDEZ, NORA M. NÚÑEZ-LÓPEZ

Laboratorio de Botánica, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

*Autor para correspondencia: valente.sanchez@academicos.udg.mx

Resumen:

Antecedentes: El conocimiento de los atributos estructurales y el hábitat de las especies son fundamentales para evaluar su estado de conservación y proponer acciones para su conservación y manejo.

Preguntas: ¿Cuáles son los atributos estructurales de la poblacional de *J. jaliscana*, las características de su hábitat y los factores ambientales que podrían estar influyendo en su distribución y abundancia?

Sitio y periodo de estudio: El muestreo de campo se realizó en poblaciones de *J. jaliscana* en el ejido El Cuale, municipio de Talpa de Allende, Jalisco, México, en julio de 2019.

Métodos: En parcelas de 500 m² se determinaron los atributos estructurales de la poblacional de *J. jaliscana* y a través de un RDA se evaluó cuáles factores ambientales podrían influir en su distribución y abundancia. Se describió la composición y estructura de toda la comunidad vegetal.

Resultados: *Juniperus jaliscana* registró 385 ind. ha⁻¹ y un área basal de 8.98 m² ha⁻¹. Las variables con mayor influencia sobre su abundancia y distribución fueron la incidencia de incendios y el pastoreo. Se registraron 119 especies, 94 géneros y 52 familias. *Psidium salutare* se registró por primera vez para el estado de Jalisco y se describió como especie nueva para la ciencia a *Prinosciadium tamayoi*.

Conclusiones: *Juniperus jaliscana* concentró su población en categorías diamétricas pequeñas. Los factores ambientales con mayor influencia sobre su distribución y abundancia fueron los incendios, pastoreo y condiciones de ambientes secos. *Juniperus jaliscana* comparte hábitat con especies endémicas al occidente de México.

Palabras clave: bosque de pino, pino-encino, coníferas, disturbios, incendios, ganadería, riqueza de especies.

Abstract:

Background: Knowledge of structural attributes and the habitat of the species is essential to assess their conservation status and propose actions for their conservation and management.

Questions: What are the structural attributes of the population of *J. jaliscana*, the characteristics of its habitat, and the environmental factors that could be influencing its distribution and abundance?

Study site and dates: The field sampling was carried out in populations of *J. jaliscana* in ejido El Cuale, municipality of Talpa de Allende, Jalisco, México, in July 2019.

Methods: In plots of 500 m², the structural attributes of the population of *J. jaliscana* were determined and through an RDA, the environmental factors that could be influencing its distribution and abundance were investigated. The composition and structure of the entire community was described.

Results: *Juniperus jaliscana* registered 385 ind. ha⁻¹ and a basal area of 8.98 m² ha⁻¹. The variables with the greatest influence on the abundance and distribution of *J. jaliscana* were the incidence of fires and grazing. 119 species, 94 genera and 52 families were recorded. *Psidium salutare* was found for the first time for the state of Jalisco and *Prinosciadium tamayoi* was described as a new species for science.

Conclusions: *Juniperus jaliscana* concentrated its population in small diameter categories. The environmental factors with the greatest influence on their distribution and abundance were fires, grazing and dry environment conditions. The habitat of *J. jaliscana* was shared with species endemic to western Mexico.

Keywords: conifers, fires, disturbance, livestock, pine forest, pine-oak forest, species rich.

Juniperus, con 54 especies, es el tercer género con más riqueza de especies entre las coníferas en el mundo y, en Cupressaceae, el de mayor distribución geográfica y ecológica. Se consideran como factores responsables de ello, la tolerancia relativa a la sequía y los conos carnosos dispersados por aves (Eckenwalder 2009). Con 20 especies en México, se registra entre los géneros de coníferas más diversos y mejor representados en la flora nacional, con 10 de ellas endémicas (Gernandt & Pérez-de la Rosa 2014) y algunas en categoría de riesgo (SEMARNAT 2010). En México, las áreas cubiertas por *Juniperus* representan ca. del 0.15 % de su superficie, formando bosques poco extensos, en las partes bajas de las principales cadenas montañosas, en sitios intermedios entre los bosques de pino-encino, o formando parte de los bosques de encino, pino, pino-encino, así como en pastizales y matorrales en zonas de clima templado-frío y, en serranías y lomeríos de las regiones semiáridas (Rzedowski 1978, Fisher & Gardner 1995, González-Elizondo *et al.* 2012).

Las especies de *Juniperus* son importantes en los ecosistemas donde se desarrollan, ya que presentan tolerancia a un amplio intervalo de temperaturas y precipitación, a la degradación del hábitat y a la incidencia de incendios (Milios *et al.* 2007, Herrerías-Mier & Nieto de Pascual 2020). Por otro lado, son capaces de colonizar hábitats casi desprovistos de vegetación (Gómez de Aizpurua 1995, Montesinos & García 2009), además de presentar adaptaciones para ambientes perturbados por disturbios naturales o de origen antrópico (Milios *et al.* 2007, Sarangzai *et al.* 2012, Herrerías-Mier & Nieto de Pascual 2020). Aunque las especies del género no son de gran importancia económica, algunas de ellas se emplean en la industria de cosméticos, la obtención de madera para aserrio, polines para la construcción de casas y postes para cercos (Rodríguez-Alfaro & Huerta-Crespo 1995, Borja de la Rosa *et al.* 2010).

Investigaciones realizadas con especies de *Juniperus* en varias partes del mundo han informado de resultados contrastantes. Se ha registrado que los atributos estructurales como la densidad, diámetros y áreas basales incrementan sus valores en áreas con mayor disturbio, como extracción de madera, apacentamiento o disminución de las actividades humanas (Moinuddin *et al.* 1990), pero también se ha consignado un efecto contrario (Bakker *et al.* 1996, Baldoni *et al.* 2004, McGowan *et al.* 2004). Se ha asentado, que el efecto de los disturbios puede ser diferenciado en función de los estadios de desarrollo, como se encontró para *J. flaccida*, para la cual la densidad de plántulas y prereproductivos fue mayor en áreas con mayor perturbación, mientras que hubo más adultos en las áreas mejor conservadas (Ayerde-Lozada & López-Mata 2006). Una rápida expansión de las poblaciones de *J. occidentalis* se ha atribuido a una disminución de los incendios periódicos y de abundancia de plantas nodrizas (Soulé & Knapp 2000), mientras que en *J. flaccida* se ha registrado que se ve favorecida por incendios periódicos (CONAFOR 2007) y no se encontró que la pendiente y la exposición tuvieran efecto significativo sobre las variables dasométricas de la especie (Herrerías-Mier & Nieto de Pascual 2020), ni correlaciones con parámetros del suelo como el pH, la conductividad eléctrica y la capacidad de retención de agua, entre otras (Sarangzai *et al.* 2012).

Hay pocas investigaciones que describan los hábitats en los que crecen especies de *Juniperus*, pero se ha registrado que la composición florística de estos bosques puede estar mejor representada por especies de las familias Asteraceae, Lamiaceae y Poaceae (Sarangzai *et al.* 2012). Entender la estructura poblacional y el hábitat en el que se desarrolla una especie, sobre todo aquellas que son endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción, están entre los elementos fundamentales para evaluar su estado de conservación y establecer acciones para su conservación y manejo (Bernardos *et al.* 2006, Palacios-Wassenaar *et al.* 2016). *Juniperus jaliscana* es una especie endémica del occidente de México, de distribución muy limitada y localizada (Pérez-de la Rosa & Vargas-Amado 2017), considerada de las más raras y poco conocidas dentro del género y su relación con las demás especies, aún no es muy clara, debido a las pocas poblaciones registradas y a la falta de estudios enfocados a esta especie (Eckenwalder 2009), por lo que la generación de información sobre los atributos estructurales de la población y su hábitat, son necesarios para proponer acciones que permitan su conservación en el largo plazo.

En México los estudios ecológicos de las especies de *Juniperus* son escasos, en especial para *J. jaliscana*, especie endémica a los estados de Jalisco, Durango y Nayarit. Con la investigación pretendemos cubrir los objetivos: 1) describir los atributos estructurales de la población de *Juniperus jaliscana*, 2) caracterizar el hábitat de *J. jaliscana* y 3) identificar qué factores ambientales podrían estar influyendo en su distribución y abundancia.

Materiales y métodos

Área de estudio. El ejido El Cuale, municipio de Talpa de Allende, se localiza al oeste del estado de Jalisco (Cruz-Romero *et al.* 2013), a una distancia de 48.9 km de la cabecera municipal (IIEG 2011), entre los 1,420-1,600 m de altitud (Figura 1). El clima es cálido subhúmedo (Aw2(w)(i')), con lluvias en verano y, con una estacionalidad bien definida (Ruiz-Corral *et al.* 2012). La temperatura promedio anual es de 22.7 °C, siendo junio el más cálido, con temperaturas de hasta 36 °C, y enero el mes más frío, con temperaturas de hasta 6 °C. La precipitación anual promedio es de 1,587 mm, con el 96 % concentrándose de junio-octubre (Ruiz-Corral *et al.* 2012). El tipo de roca es ígnea intrusiva, y los suelos corresponden a Cambisoles (INEGI 2007). La vegetación dominante es bosque de pino-encino con *Pinus douglasiana*, *P. oocarpa*, *Quercus magnoliifolia*, *Q. mexiae*, *Clethra rosei*, *Byrsonima crassifolia* y *J. jaliscana*.

El número de habitantes en el ejido El Cuale se aproxima a 200 (Cruz-Romero *et al.* 2013). Las actividades productivas que se realizan en el área son el aprovechamiento forestal, cuamiles de temporada sobre zonas cerriles, ganadería, cacería de subsistencia (venado y jabalí, principalmente), autoconsumo de flora silvestre para leña, carbón, postes, elaboración de artesanías y otros objetos para actividades religiosas (Cruz-Romero *et al.* 2013). Unas de las actividades más importantes de la localidad El Cuale fue la explotación minera, especialmente de oro y plata, la cual data del año 1542 y que tuvo su mayor auge de 1800 a 1900 (Castillón-Dueñas 1998, Andrade-Romo & Chávez-Dagostino 2007).

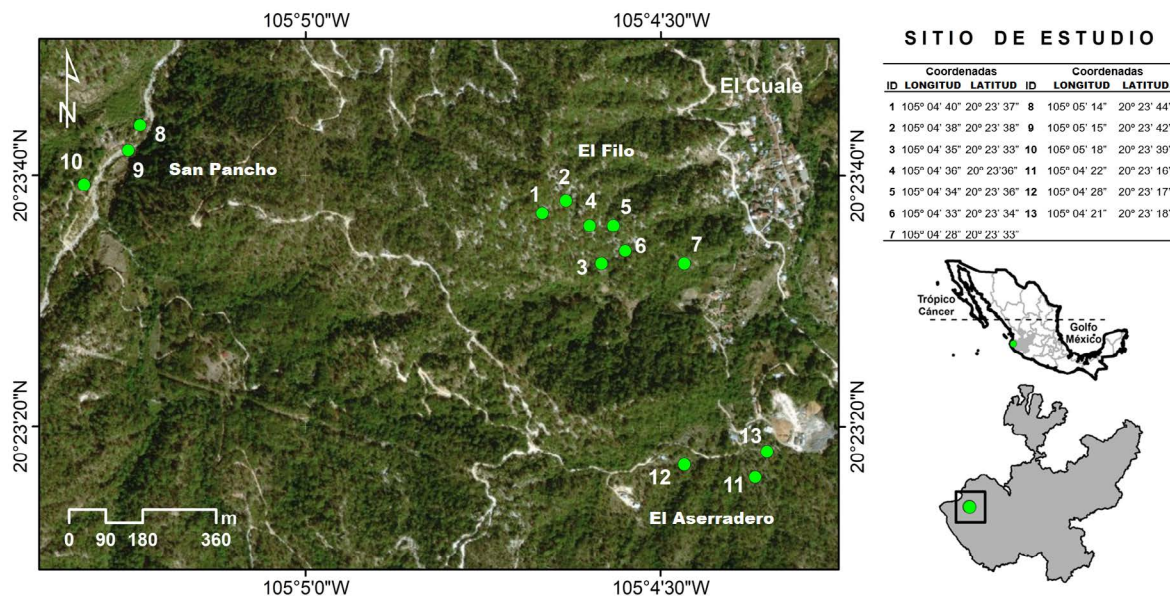


Figura 1. Localización del área de estudio. Los puntos en verde representan las parcelas de muestreo.

Establecimiento de sitios y registro de datos. Se localizaron tres áreas pequeñas y dispersas con presencia de *J. jaliscana* en el ejido de El Cuale, una en los cerros el Filo, otra en el Aserradero y una última en el cerro de San Pancho. Todas se encuentran entre las coordenadas 105° 05' 18" O - 20° 23' 44" N y 105° 04' 35" O - 20° 23' 11" N, en una amplitud altitudinal de 1,403-1,581 m (Figura 1). Se establecieron 13 parcelas de muestreo circulares (PM), cada una de 500 m². Siete de ellas en el cerro El Filo y tres en cada una de las restantes dos localidades (Figura 1). Las parcelas estuvieron separadas una de otra al menos por 50 m, buscando con ello la independencia entre las muestras. Dentro de cada una de las parcelas se identificaron todas las especies leñosas con diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ 2.5 cm y se midieron y registraron sus diámetros y alturas.

Para conocer la composición y riqueza de especies del estrato arbustivo, en cada parcela de 500 m², se establecieron cinco subparcelas circulares de 5 m², distribuidas, una al centro y cada una de las restantes en el extremo de la parcela, en cada uno de los cuatro puntos cardinales. Se consideró como arbustos, a aquellas especies que en estado reproductivo no alcanzaban los 5 m de altura, con dap < 2.5 cm, leñosas, y generalmente ramificadas cerca de su base. Para evaluar la composición y riqueza de especies herbáceas, dentro de cada subparcela de 5 m² y, partiendo de su centro, se estableció un círculo de 1 m², dentro del cual se identificaron, registraron y contabilizaron todas las hierbas.

En el centro de cada PM se registró, con un GPS Garmin Etrex, la altitud (Alt), longitud (Lon) y latitud (Lat). La exposición (Exp) se tomó con una brújula Brunton y la pendiente (Pen) con una pistola Haga. La profundidad del horizonte superficial (Phs) se midió con una regla graduada en cm, en cada subparcela de 5 m² y se promedió para cada PM. La compactación (Com) del suelo se midió en kg cm⁻², con un penetrómetro de Soil Test Inc, en cada subparcela de 5 m² y, se obtuvo un promedio. El número de tocones (Toc) se contabilizó dentro de la parcela de 500 m², considerando únicamente aquellos con diámetros ≥ 5 cm a los 30 cm de altura, con evidencia de haber sido cortados. Los árboles muertos (Amu) fueron contabilizados al interior de la parcela, incluyendo aquellos en pie y, caídos que no habían iniciado su descomposición y presentaban un dap ≥ 10 cm. Se registró también la pedregosidad (Ped), la incidencia de incendios (Inc) y el pastoreo (Pas). La incidencia de incendios y de pastoreo incluyeron cinco categorías cada una, 0 = ausencia, 1 = ligero, 2 = moderado, 3 = fuerte y, 4 = severo o intenso. La definición de cada categoría podría encontrarse en Olvera *et al.* (1996). La Geoforma (Geo) se registró como 1 para lugares cóncavos, 2 para lugares convexos y, 3 para lugares planos. La hojarasca (Hoj) se tomó a través de observación directa, como el porcentaje de la superficie de suelo cubierta por hojas de cada círculo de 5 m² y promediada por parcela de 500 m². La profundidad de hojarasca (Phoj) fue medida en cm con una regla graduada en cada círculo de 5 m² y promediada (Tabla 1).

Tabla 1. Variables ambientales registradas en la PM. PM = parcela de muestreo, Alt = altitud en m snm, Pen = pendiente en %, Exp = exposición, Ped = pedregosidad, 1 = hasta el 20 % de la superficie de la PM cubierta con rocas, 5 ≥ 80 % de la superficie de la PM cubierta con rocas, Phs = profundidad del horizonte superficial en cm, Geo = geoforma, 1 = cóncava, 2 = convexa, 3 = plana, Hoj = hojarasca en %, Phoj = profundidad de la hojarasca en cm, Com = compactación en kg cm⁻², Inc = incendios, 0 = ausente, 1 = superficial, Pas = pastoreo, 0 = ausente, 1 = ligero, 2 = moderado, 3 = fuerte, Amu = árboles muertos en pie, Toc = tocones.

PM	Alt	Pen	Exp	Ped	Phs	Geo	Hoj	Phoj	Com	Inc	Pas	Amu	Toc
P01	1579	48	0.98	4	20	1	90	4	0.75	1	1	1	2
P02	1581	53	1.17	3	25	1	80	6	1.02	1	1	0	0
P03	1541	60	1.10	1	9	2	70	6	1.66	1	1	0	0
P04	1521	80	0.81	2	10	2	90	3.5	1.07	1	2	0	0
P05	1518	40	1.82	1	6	1	90	4	0.43	1	2	2	7
P06	1508	39	1.36	1	4	2	40	2	1.43	1	3	0	3
P07	1476	54	0.74	1	5	2	80	2.5	1.46	1	2	0	3
P08	1403	20	1.97	3	18	3	70	3	1.74	0	0	3	7
P09	1405	14	1.96	5	3	3	30	1.5	1.88	0	0	5	2
P10	1415	77	0.97	1	4	3	10	1	0.5	0	0	0	11
P11	1521	18	1.57	5	6	3	70	1.5	1.18	1	0	0	1
P12	1518	28	1.87	4	6	3	85	2	0.85	0	0	0	6
P13	1518	16	1.29	5	4	3	50	2.5	1.04	0	3	0	3

Análisis de los atributos estructurales de la población de Juniperus jaliscana. Con la información recabada en campo, se integró una base de datos en el software Excel, que incluyó número de parcela, diámetro y altura de los individuos de *J. jaliscana*. Con esta información se realizaron, por parcela, los estimados de densidad (D), área basal (AB) y valores de importancia (VI) de la especie (Whittaker 1967, McCune & Grace 2002).

La estructura diamétrica de la población se obtuvo para los individuos con $dap \geq 2.5$ cm, como: $M = 3 \log_{10} N$ (Cuevas-Guzmán *et al.* 2008, Topete-Corona *et al.* 2020), donde: M = número de clases diamétricas, \log_{10} = logaritmo base 10 y N = número de individuos. El intervalo de clase se estimó como: I.C. = (diámetro mayor – diámetro menor) / M.

Para analizar la influencia de las variables ambientales sobre la distribución y abundancia de *J. jaliscana*, se integró una matriz con las 31 especies que fueron las que presentaron una abundancia ≥ 5 % en una o más PM y una matriz de variables ambientales que incluyó, Alt, Pen, Exp, Ped, Phs, Geo, Hoj, Phoj, Inc, Com, Pas, Amu, Toc (Tabla 1). Se realizó una correlación entre las variables para detectar aquellas significativas, utilizando el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2019). En función de la colinealidad observada, la matriz se redujo a las variables, Exp, Phs, Ped, Com, Pas, Inc y Geo, las tres últimas fueron transformadas en Dummy y tratadas como cuantitativas (McCune & Mefford 2011). Se realizó un Análisis de Redundancia Canónica (RDA) utilizando el Software PC-ORD v. 7. El uso del RDA encuentra fundamento en que el gradiente ambiental estudiado es corto, lo cual se deduce por la varianza pequeña observada en la matriz de las especies y por la relación lineal observada a través del gráfico de dispersión de la relación entre la abundancia de las especies y las variables ambientales.

La variable exposición fue transformada siguiendo el criterio de Beers (Beers *et al.* 1966), convirtiéndola a escala lineal, donde: A' = Azimut transformado, A = Azimut real, Cos = Coseno, 45 = Angulo de 45 ° como constante para cada punto cardinal.

Análisis estructural de las comunidades que tiene como hábitat J. jaliscana. Se determinó para la comunidad de especies arbóreas, por parcela, área basal, densidad, riqueza de especies y VI. Este último se estimó como el promedio de los valores relativos de área basal y densidad (Whittaker 1967, McCune & Grace 2002).

El área basal (B) se obtuvo como: $B = \pi D^2/4$, donde: $\pi = 3.1416$, D = diámetro. El área basal de cada especie (B_i) está dada por la fórmula: $B_i = \sum_{i=1}^{N_i} b_i$, donde: N_i = número total de individuos de la especie “i”, b_i = área basal de cada individuo de la especie “i”. El área basal total de las especies en la parcela (B_t) se obtuvo con la suma del área basal de todos los individuos en ella. El área basal relativa de cada especie se estimó como $B_{ir} = (B_i/B_t) 100$.

La densidad (D), definida como el número de individuos (N) en un área (A) determinada, se estimó a partir del conteo de individuos por parcela: $D = N/A$. La densidad relativa se estimó como $D_{ir} = (n_i/N_t) 100$, donde: D_{ir} = densidad relativa de la especie “i”, n_i = número de individuos de la especie “i”, N_t = total de individuos de todas las especies.

Para las especies arbustivas y herbáceas, como únicamente se contó con su densidad, sólo fue posible analizar la composición florística, la riqueza de especies y la abundancia por especie. La información de los tres estratos se analizó utilizando la densidad de todas las especies. Debido a dificultades en campo, no fue posible registrar los estratos de arbustivas y herbáceas para la P10, por lo cual esta información no se incluyó en el análisis.

Para analizar la asociación de *J. jaliscana* con especies de los tres estratos en la comunidad, arbóreo, arbustivo y herbáceo, se utilizó la matriz de abundancia de los taxones, considerando las especies que contribuyeron con una abundancia ≥ 10 % en una o más parcelas, lo anterior para reducir el efecto de las especies raras (McCune & Grace 2002). Las especies fueron estandarizadas dividiendo su valor en cada parcela entre su total en todas las parcelas y multiplicándolo por 100, seguido por un cálculo de la semejanza Bray-Curtis entre pares de especies, lo que se conoce como índice de asociación de especies de Whittaker (Clarke *et al.* 2014).

Con la matriz de semejanza se realizó un análisis de agrupamiento, con grupo promedio como método de unión de grupos, acompañado de una prueba de perfiles de semejanza (SIMPROF) tipo 2 y 3. La prueba tipo 2 trabaja con la hipótesis nula de no existencia de asociaciones entre las especies y la tipo 3 con la no existencia de diferencias entre los grupos de especies, teniendo como prueba estadística a π (pi), una prueba de permutaciones, para la cual se puede encontrar más información en Clarke *et al.* (2014). Los resultados se expresan a través de un dendrograma, en el cual

los grupos estadísticamente disimiles se diferencian por una línea continua. Los análisis se realizaron utilizando el programa PRIMER v. 7 (Clarke & Gorley 2015).

Resultados

Atributos estructurales de la población de J. jaliscana. Se registraron 205 individuos de *J. jaliscana* con un diámetro ≥ 2.5 cm en las 13 parcelas, en una superficie de 0.65 ha (385 ind. ha⁻¹). Los diámetros de los individuos oscilaron entre 2.5 y 66.5 cm, con un promedio de 11.71 ± 12.03 cm. Su área basal fue de 5.84 m² 0.65 ha⁻¹ (8.98 m² ha⁻¹) (Tabla 2).

La estructura diamétrica de *J. jaliscana* presentó una forma de “J” invertida, con una mayor concentración de individuos en las categorías diamétricas inferiores y una disminución hacia las superiores, con el 90.2 % de individuos en las primeras tres categorías (Figura 2).

Tabla 2. Atributos estructurales de *J. jaliscana*, riqueza de taxones, abundancia y área basal en la comunidad por unidad de muestreo de 500 m² para arbóreas, 25 m² para arbustivas y 5 m² para herbáceas. PM = parcela de muestreo, D Jj = densidad de *J. jaliscana*, A Jj = área basal de *J. jaliscana*, VI Jj = índice de valor de importancia de *J. jaliscana*, APM = área basal de la parcela de muestreo, Ind Arb = individuos de árboles, Ind Aa = individuos de arbustos, Ind Hier = individuos de hierbas, Spp = especies, SD = datos no disponibles.

PM	D Jj	A Jj (m ² 500 m ⁻²)	VI Jj (%)	APM (m ² 500 m ⁻²)	Ind Arb	Ind Aa	Ind Hier	Spp Arb	Spp Aa	Spp Hier
P01	10	0.152	17.91	0.95	52	6	106	6	1	15
P02	13	0.124	23.23	0.84	41	4	126	7	2	12
P03	11	0.493	40.98	0.96	36	12	479	5	3	16
P04	20	0.574	43.43	1.20	51	6	135	6	3	12
P05	26	0.382	39.79	1.10	58	7	199	8	3	10
P06	20	0.137	37.07	0.48	44	15	183	6	2	14
P07	25	0.487	41.14	1.10	66	11	232	5	5	16
P08	11	1.120	42.81	1.63	65	66	555	11	9	31
P09	11	0.704	61.57	0.91	24	60	488	5	6	14
P10	20	1.107	78.61	1.43	25	SD	SD	4	SD	SD
P11	21	0.088	30.20	0.70	44	101	164	8	7	21
P12	9	0.291	40.15	0.66	25	58	277	5	8	18
P13	8	0.183	27.79	0.60	32	82	212	10	9	20
Total	205	5.840		12.56	563	428	3156	29	25	66

Influencia de las variables ambientales sobre la distribución y abundancia de J. jaliscana. La varianza total extraída por el RDA fue de 25.61 y los tres primeros ejes extrajeron el 63.5 % de la varianza atribuible a las especies. El eje 1 extrajo el 36.4 %, el 2 el 17.4 % y 3 el 9.6 %, con una R^2 ajustada = 40.12. Las variables con mayor contribución al eje 1 fueron Geo_3 (-0.959), Inc_1 (0.796), Ped (-0.674), Exp (-0.638), Geo_2 (0.557); para el eje 2 Com (0.475), Inc_1 (-0.221), mientras que para el eje 3, Pas_1 (0.632) y Com (0.471). La prueba de aleatorización mostró una correlación entre el eje 1 y los valores propios con una $P = 0.01$. La prueba de aleatorización entre la matriz de variables ambientales y la de las especies generó un valor de $P = 0.01$. *Juniperus jaliscana* presentó sus mayores densidades en aquellos lugares con incidencia de incendios superficiales (Inc_1), con pastoreo ligero a moderado (Pas_1 y Pas_2), con geoforma convexa (Geo_2) y con exposición sureste-suroeste (Figura 3).

Caracterización del hábitat de *J. jaliscana*. En los tres estratos se reconocieron 119 especies de 94 géneros y 52 familias de plantas vasculares. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Asteraceae con 24, Fabaceae con 11, Poaceae con ocho y Fagaceae, Malvaceae, Myrtaceae y Polypodiaceae, con cuatro cada una (Material suplementario, [Tabla S1](#)). Para el estrato de especies arbóreas se registraron 29 especies, 25 para el de arbustivas y 66 para el herbáceo ([Tabla 2](#) y Material suplementario, [Tabla S1](#)). Los géneros con más especies correspondieron a *Stevia* y *Quercus* con cuatro especies cada uno y *Polypodium* y *Psidium* con tres. De *Psidium* se registra por primera vez para el estado de Jalisco a *Psidium salutare* y del estrato de herbáceas se describió a *Prionosciadium tamayoi* como especie nueva para la ciencia (Material suplementario, [Tabla S1](#)).

Se registraron, en 0.65 ha, 563 individuos (866 ind. ha^{-1}) de especies leñosas con $\text{dap} \geq 2.5 \text{ cm}$, 428 de arbustivas en 300 m^2 y 3,156 individuos de especies herbáceas en 60 m^2 . El área basal registrada para los individuos con $\text{dap} \geq 2.5 \text{ cm}$ fue de $12.56 \text{ m}^2 0.65 \text{ ha}^{-1}$ ($19.32 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) y por parcela osciló de 0.70 a 1.63 m^2 y la densidad de individuos de 24 a 66 ([Tabla 2](#)). Las especies con las mayores densidades (individuos), áreas basales (m^2) y VI fueron *Juniperus jaliscana* (205, 5.85, 41.5 %), *Pinus douglasiana* (64, 1.86, 13.07 %), *Clethra rosei* (62, 0.35, 6.92 %), *Byrsonima crassifolia* (50, 0.24, 5.41 %), *Bejaria aestuans* (42, 0.49, 5.70 %), *Pinus oocarpa* (21, 1.52, 7.94 %), *Quercus mexiae* (21, 0.39, 3.41 %), *Quercus magnoliifolia* (9, 0.78, 3.98 %), (Material suplementario, [Tabla S1](#)).

Las especies con más individuos en el estrato arbustivo correspondieron a *Lasianthaea ceanothifolia* (91), *Stevia organoides* (61) y *Ageratina malacolepis* (54), mientras que en el herbáceo a *Selaginella pallescens* (535), *Tagetes filifolia* (404), *Ophioglossum reticulatum* (300), *Melinis minutiflora* (179), *Cyperus compressus* (173), *Aristida appressa* (146), *Cheilanthes angustifolia* (137) y *Anemia karwinskyana* (103) (Material suplementario, [Tabla S1](#)).

Juniperus jaliscana presentó sus mayores índices de asociación con *Aristida appressa* (62.34 %), *Selaginella pallescens* (61.84 %), *Anemia karwinskyana* (57.56 %), *Cheilanthes angustifolia* (49.47 %), *Oxypappus scaber* (46.44 %) y junto con ellas, *Bejaria aestuans* y *Anemia tomentosa* constituyeron un grupo estadísticamente diferente con el resto de las especies ([Figura 4](#)).

Discusión

Atributos estructurales de la poblacional de *Juniperus jaliscana*. La altura y diámetro promedio de *J. jaliscana* en Talpa de Allende, Jalisco se encuentra dentro de las registradas para la especie, pero las alturas de hasta 14 m y los diámetros entre 51-66.5 cm son superiores a las que se han documentado en las descripciones (McVaugh 1992, Eckenwalder 2009). Puede ser que, en la región de estudio, existen condiciones ambientales, como las que se han detectado como de mayor influencia en la distribución y abundancia de la especie en este trabajo, que permiten a la especie un mejor desarrollo en altura y diámetro que en otras localidades.

Juniperus jaliscana presentó mayor concentración de individuos entre los diámetros de 2.5-20.79 cm. Este patrón se ha registrado en otras especies de *Juniperus*, en los cuales los individuos se concentran en categorías diamétricas $< 20 \text{ cm}$ (Martínez-Calderón *et al.* 2021). La estructura diamétrica en forma de “J” invertida, se interpreta como indicativo de buena reincorporación de individuos en las estructuras inferiores de tamaño (Bongers *et al.* 1988), de los cuales, una proporción cada vez menor, alcanza dimensiones diamétricas mayores. Los estadios iniciales, ya han sido considerados, como los de mayor riesgo de mortalidad, en el ciclo de vida de las plantas, debido a causas ambientales (Otto *et al.* 2010, Norden 2014).

Las densidades y áreas basales de *J. jaliscana* por ha (385 ind. , 8.98 m^2) son menores a lo que se ha registrado para *J. deppeana* en bosque mixto de *Juniperus-Quercus* y bosque de *Juniperus* en Sierra Fría, Aguascalientes y los valores de importancia que alcanzan las especies de *Juniperus* en la comunidad son más o menos compartidos (Martínez-Calderón *et al.* 2021). Estos atributos también se registran con menores valores que los encontrados en rodales de *J. excelsa* en valles del noreste de Grecia (Milios *et al.* 2007); pero son mayores a lo consignado para *J. deppeana* en localidades del estado de Tlaxcala, aunque en éstas últimas el dap de inicio fue $> 7.5 \text{ cm}$ (Herrerías-Mier & Nieto de Pascual 2020).

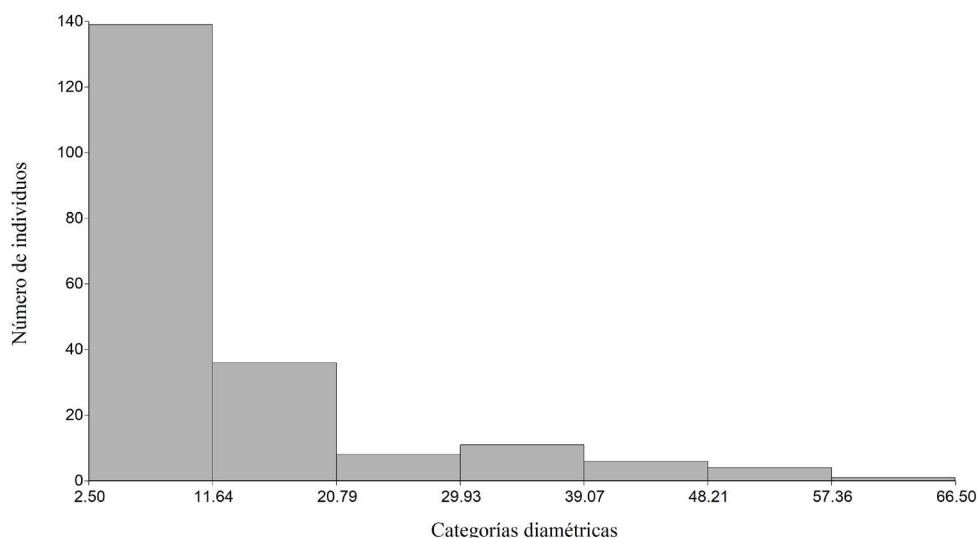


Figura 2. Distribución diamétrica de la población de *J. jaliscana* en el municipio de Talpa de Allende. 1 = 2.5-11.64 cm, 2 = 11.64-20.79 cm, 3 = 20.79-29.93 cm, 4 = 29.93-39.07 cm, 5 = 39.07-48.21 cm, 6 = 48.21-57.36 cm, 7 = 57.36-66.50 cm.

Influencia de las variables ambientales sobre la distribución y abundancia de Juniperus jaliscana. Son varios los factores ambientales que contribuyen en la distribución y abundancia de *J. jaliscana*; sin embargo, las variables que parecen tener mayor influencia fueron la geoforma convexa, la incidencia de incendios superficiales, la incidencia de ganado y las exposiciones sureste-suroeste. La preferencia por geoformas convexas ya ha sido registrada en *J. duranguensis*, *J. deppeana* y *J. martinezii* (Martínez-Calderón *et al.* 2021), lo que indica mayor adaptación de estas especies a lugares con suelos poco profundos, menor humedad y menos materia orgánica. La influencia de las exposiciones sureste y suroeste es acorde con los factores previos, pues es conocido que, en estas, la incidencia de radiación solar es varias veces mayor que en las exposiciones noreste y noroeste, lo que genera un efecto sobre la disponibilidad de agua y humedad del suelo, produciendo condiciones más secas (López-Gómez *et al.* 2012). Se ha argumentado que existe una asociación entre la pendiente y su exposición con la abundancia de individuos, las cuales, junto con la geoforma, el tipo de suelo, temperatura y precipitación influyen en la estructura, composición y distribución de los bosques (Challenger & Caballero 1998, Alba-López *et al.* 2003).

Las especies de *Juniperus* presentan mecanismos diferenciados a la tolerancia al fuego, algunas como *J. phoenicea* (Riera & Castell 1997), *J. communis*, *J. thurifera* (Pausas *et al.* 2008), tienen una relación negativa con el fuego, al igual que *J. occidentalis* para la cual la carencia de fuego y la abundancia de nodrizas, se han planteado como causas de su rápida expansión en el sureste de Oregon (Soulé & Knapp 2000). Sin embargo, se han encontrado registros de que *J. deppeana* se ve favorecida por la incidencia de incendios ligeros (CONAFOR 2007), lo que parece coincidir con lo registrado en Talpa de Allende para *J. jaliscana*. La incidencia de incendios podría estar abriendo espacios para que las semillas alcancen el suelo, puedan germinar y establecerse, lo cual se deduce por una mayor densidad de individuos de *J. jaliscana* en las categorías diamétricas pequeñas en aquellos lugares con incidencia de incendios superficiales.

Los *Juniperus* en general, parecen responder de forma muy variada a las primeras fases de su establecimiento. Las semillas presentan latencia, hasta de varios años, principalmente por testas gruesas, embriones inmaduros e inhibidores químicos (Chambers *et al.* 1999, Scianna 2001, Rodríguez-Trejo & Vázquez-Soto 2021), algunas especies podrían formar bancos de plántulas (Van Auken *et al.* 2005). Las plántulas de la mayoría de las especies, al parecer requieren de nodrizas, principalmente de su conespecífico (Van Auken *et al.* 2005), pero algunas se establecen en áreas abiertas (Chambers *et al.* 1999, Stampoulidis *et al.* 2013) y parecen responder de forma muy variada a los requerimientos ambientales para su establecimiento (Chambers *et al.* 1999, Van Auken *et al.* 2005, Otto *et al.* 2010,

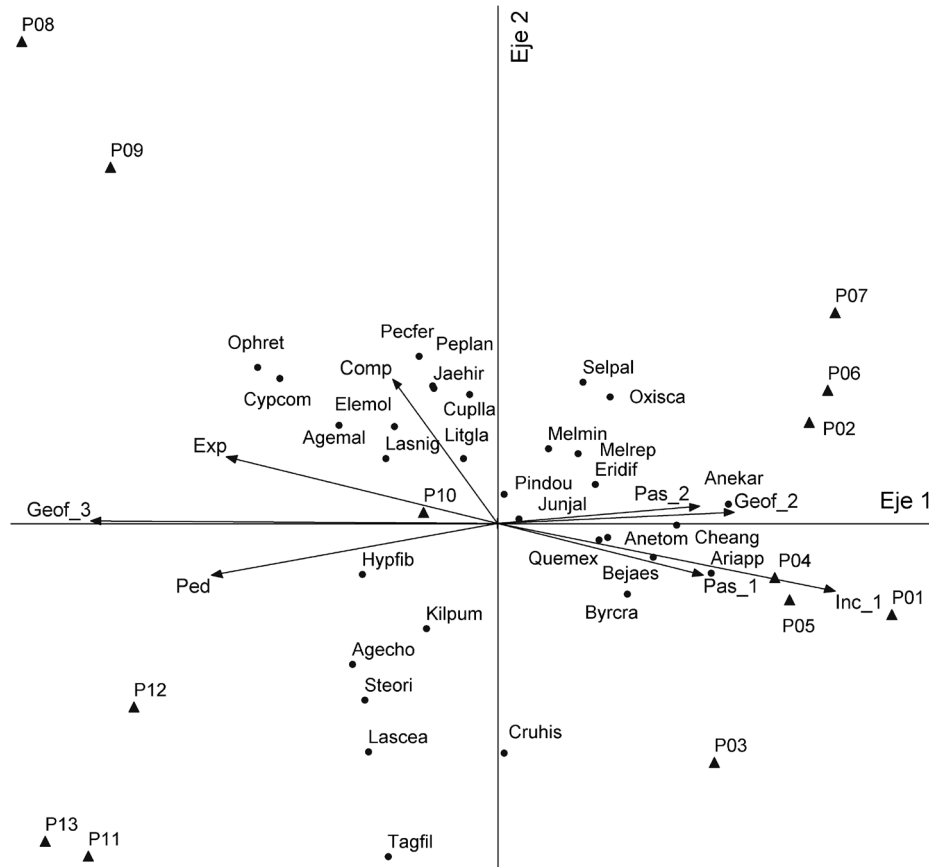


Figura 3. Ordenación con RDA. Phs = profundidad del horizonte superficial, Com = compactación, Exp = Exposición, Geo_3 = geoforma plana, Inc_1 = incendios superficiales, Pas_1 = pastoreo ligero, Pas_2 = pastoreo moderado, Geo_2 = geoforma convexa. Para el acrónimo de las especies ver el Material suplementario, [Tabla S1](#).

Stampoulidis *et al.* 2013). *Juniperus jaliscana* en sus primeras fases de establecimiento parecen favorecerle áreas con incidencia de incendios, con mayores porcentajes de hojarasca, geoformas concavas y donde la especie presenta sus mayores densidades de individuos con $\text{dap} \geq 2.5$ cm (Canales-Piña 2020). Algunas de las variables de importancia en las primeras fases de establecimiento de la especie, también lo son para la población de juveniles y adultos, pero otras parecen variar entre la fase de establecimiento y el estadio de juveniles y adultos como es la geoforma, diferencias que tendrán que ser investigadas en el futuro.

Caracterización del hábitat de *Juniperus jaliscana*. La riqueza de especies arbóreas encontrada, es equiparable con lo que se ha registrado para otros hábitats con especies de *Juniperus* en superficies de muestreo similares, compartiéndose las familias y géneros con mayor riqueza, aunque con marcadas diferencias a nivel específico (Martínez-Calderón *et al.* 2021). Para el caso particular del hábitat de *J. jaliscana*, aunque no es muy rico en composición de especies arbóreas, sobresale la mezcla de taxones de transición de zonas tropicales, subtropicales y templadas de condiciones más bien secas, representadas por el propio *J. jaliscana*, así como otras especies de distribución restringida al occidente de México, como *Pinus jaliscana* (Pérez-de la Rosa 1983), *Quercus iltisii* (González-Villarreal 2015), *Q. mexia* (González-Villarreal 2018), *Magnolia pacifica* (Vázquez-García 1994). Es evidente la presencia de especies de vegetación sabanoide o encinares secos que acompañan a *J. jaliscana* como *Bejaria aestuans*, *Byrsonima crassifolia* y *Clethra rosei* (González-Villarreal 1996, 2005). Se ha registrado que varias de

estas especies presentan tolerancia a la sequía y son capaces de adaptarse a climas templados, a suelos degradados, someros, compactados, pedregosos, a pendientes pronunciadas, así como a espacios expuestos y alterados (González-Villarreal 1996, 2005, Medina-Torres *et al.* 2018). Se les ha considerado también como elementos leñosos de influencia tropical en los bosques de pino-encino de la Sierra Madre Occidental, entre los 1,600-1,700 m de altitud (González-Elizondo *et al.* 2012). Esta mezcla de especies apoya el hecho de que *J. jaliscana* se encuentra en una zona de transición entre lo subtropical y templado, adaptada a perturbaciones antropogénicas, como el aprovechamiento de madera y la incidencia de ganado y de suelos poco profundos y pobres en nutrientes, además de que varias de ellas presentan rasgos funcionales para tolerancia al fuego (López-Moctezuma *et al.* 2015, Rodríguez-Trejo *et al.* 2019). Lo anterior se corrobora con las relaciones encontradas entre *J. jaliscana* y las especies arbóreas con mayor VI y los factores ambientales (Figura 3), que indican que muy posiblemente estas comunidades deban su mantenimiento a un conjunto de factores ambientales, estando entre los más importantes los que generan disturbios, como la incidencia de incendios, ganadería y el aprovechamiento forestal, desde luego que se hace necesario evaluar el efecto de la frecuencia, la intensidad y la severidad de estos disturbios a los que son tolerantes las especies. Una mayor riqueza de especie en el estrato herbáceo en este tipo de ecosistemas parece ser lo más común, como ya se ha registrado en otras investigaciones (Cámara-Artigas & Alonso-García 2015, Pompa-Castillo *et al.* 2021) e indica un comportamiento más o menos general para las floras de climas templados y semiáridos (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1989).

Las densidades y áreas basales por ha, de especies leñosas con $\text{dap} \geq 2.5$, registradas en Talpa de Allende (866 ind. y 19.32 m², respectivamente) son menores a lo encontrado en otras áreas con predominancia de *Juniperus* (Martínez-Calderon *et al.* 2021), lo que podría atribuirse a un efecto de las actividades humanas, que podrían estar incluyendo el aprovechamiento de especies de *Pinus* y *Juniperus* que se refleja en menores densidades y áreas basales en Talpa de Allende.

Las especies leñosas con $\text{dap} \geq 2.5$ cm con las mayores densidades, áreas basales y VI, que acompañan a *J. jaliscana*, corresponden en su mayoría a especies de *Pinus* y *Quercus*. Todas ellas son especies que presentan cortezas gruesas, capacidad de rebrote y regeneran en áreas abiertas, rasgos que han sido considerados como adaptaciones al fuego y que están muy bien representados en *Pinus oocarpa*, *Quercus magnoliifolia* y *Byrsonima crassifolia*, especies para las cuales ya se ha evaluado su tolerancia al fuego (López-Moctezuma *et al.* 2015,

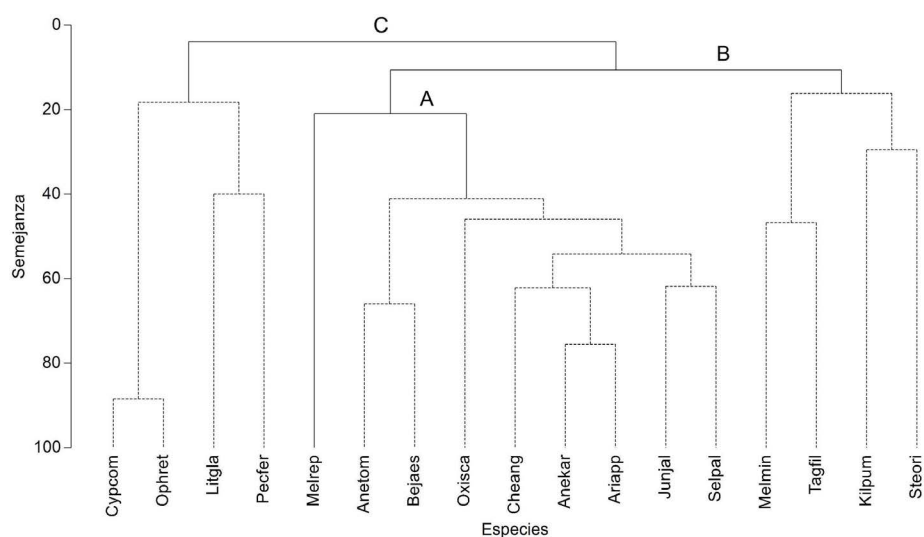


Figura 4. Dendrograma de las especies más importantes por su abundancia. Líneas continuas indican grupos estadísticamente diferentes. Las letras indican las diferencias estadísticas, en el nivel en que las agrupaciones van siendo significativas dentro de todo el conjunto: A $\pi = 4.79$ $P = 0.015$, B $\pi = 7.18$ $P = 0.001$ y C $\pi = 6.55$ $P = 0.001$. Para los acrónimos ver el Material suplementario, [Tabla S1](#).

Rodríguez-Trejo *et al.* 2019). Es de esperarse que *Quercus mexiae*, *Clethra rosei*, *Pinus douglasiana* y *Bejaria aestuans*, al compartir rasgos como los mencionados, también presenten adaptación a cierto grado de intensidad y severidad de fuego. Las especies arbustivas y herbáceas corresponden a aquellas de amplia distribución, con frecuencias altas en sitios con perturbaciones por actividades como ganadería, incidencia de incendios, en suelos con bajos contenidos de humedad, varias de ellas consideradas como elementos de vegetación secundaria o malezas, siendo el caso de *Aristida appressa* (McVaugh 1983), *Stevia organoides* (Jiménez-Vázquez *et al.* 2020), *Ageratina malacolepis*, *Tagetes filifolia* (Núñez-Colín *et al.* 2011), *Cyperus compressus* (Bryson & Carter 2008). En vegetación con presencia de *Juniperus*, ya ha sido destacada en la pteridoflora a *Selaginella pallescens*, como una especie con alto valor de importancia y *Cheilanthes* como uno de los géneros con mayor riqueza de especies (Silva-Saenz & Soto-González 2016). Partiendo de la premisa de que, conociendo el conjunto de variables ambientales responsables de la estructuración de una comunidad, las áreas que tienen valores similares de esas variables deben ser las responsables de la composición de las especies (Clarke *et al.* 2014), entonces los taxones que tienen las mayores asociaciones con *J. jaliscana* como *Aristida appressa*, *Selaginella pallescens*, *Anemia karwinskyana*, *Cheilanthes angustifolia*, *Oxypappus scaber*, *Anemia tomentosa* y *Bejaria aestuans*, deben constituir una comunidad que debe estar respondiendo a la incidencia de incendio ligeros, pastoreo ligero a moderado, geoforma convexas y exposición sureste-suroeste, variables que en conjunto podrían estar indicando áreas con presencia de disturbios antrópicos y condiciones ambientales con alta incidencia lumínica, sobre suelos de poca profundidad y con restricción de humedad ambiental.

Producto de la investigación en los bosques de *J. jaliscana*, se registró por primera vez para el estado de Jalisco a *Psidium salutare*, una especie arbustiva con una alta capacidad de rebrote después de la incidencia de incendios (Landrum 2003). Se describe del estrato herbáceo a *Prionosciadium tamayoi* (Cuevas-Guzmán *et al.* 2020) como una especie nueva para la ciencia. La presencia de especies endémicas al occidente de México, podría tomarse como un indicador, de que esta región del país ha sido una zona de especiación, cuyo análisis requerirá de un mayor esfuerzo para determinar cuáles son los factores ambientales e históricos que han generado estos fenómenos e indagar si las condiciones ambientales actuales permiten su mantenimiento.

Finalmente, al tratarse de una especie endémica del occidente de México, con poblaciones reducidas, y con la mayoría de sus individuos en categorías diamétricas pequeñas, se debe de favorecer aquellas condiciones de manejo que impacten en forma positiva el mantenimiento y tamaño de las poblaciones. Se hace necesario evaluar el aprovechamiento del que están siendo objeto las poblaciones de *J. jaliscana* y modelar ese efecto en la dinámica de la población en el mediano y largo plazo. Se debieran proteger y excluir de aprovechamiento las zonas con mayor concentración de repoblación de *J. jaliscana* y especies endémicas acompañantes, para permitir la restauración natural de estos hábitats, además de rehabilitar con *J. jaliscana* aquellas zonas potenciales para su establecimiento y desarrollo. Se hace necesario conocer los medios de dispersión de las gálbulas y sus semillas, los requerimientos de germinación y los factores ambientales importantes en el establecimiento y desarrollo de *J. jaliscana*.

Material suplementario

El material suplementario puede ser consultado aquí: <https://doi.org/10.17129/botsci.3235>.

Agradecimientos

Se recibió apoyo económico de la Universidad de Guadalajara a través del proyecto “Mantenimiento y desarrollo de las colecciones botánicas y fortalecimiento del Laboratorio de Botánica del Cu Costa Sur” del programa “Fortalecimiento de la investigación y el posgrado” y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Sistema Nacional de Investigadores.

Literatura citada

- Alba-López MP, González-Espinosa M, Ramírez-Marcial N, Castillo-Santiago MA. 2003. Determinantes de la distribución de *Pinus* spp. en la altiplanicie central de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **73**: 7-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1675>
- Andrade-Romo E, Chávez-Dagostino RM. 2007. Entre el patrimonio natural y el cultural habita el mito: Isla del río Cuale (Puerto Vallarta, Jalisco, México). *Pasos: Revista de Turismo y Patrimonio Cultural* **5**: 111-124. DOI: <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2007.05.009>
- Ayerde-Lozada D, López-Mata L. 2006. Estructura poblacional y parámetros demográficos de *Juniperus flaccida* Schltl. *Madera y Bosques* **12**: 65-76. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2006.1221243>
- Bakker JP, Bakker ES, Rosen E, Verweij GL, Bekker RM. 1996. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrubland. *Journal of Vegetation Science* **7**: 165-176. DOI: <https://doi.org/10.2307/3236316>
- Baldoni M, Biondi E, Ferrante L. 2004. Demographic and spatial analysis of a population of *Juniperus oxycedrus* L. in an abandoned grassland. *Plant Biosystematic* **138**: 89-100. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263500412331283735>
- Bernardos S, Amado A, Amich F. 2006. The narrow endemic *Scrophularia valdesii* Ortega-Olivencia & Devesa (Scrophulariaceae) in the Iberian Peninsula: an evaluation of its conservation status. *Biodiversity and Conservation* **15**: 4027-4043. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-005-3017-0>
- Beers TW, Dress PE, Wensel LC. 1966. Aspect transformation in site productivity research. *Journal of Forestry* **64**: 691-692.
- Bongers F, Pompa J, Meave del Castillo J, Carabias J. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. *Vegetatio* **74**: 55-80. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00045614>
- Borja de la Rosa A, Machuca R, Fuentes-Salinas M, Ayerde-Lozada D, Fuentes-López M, Quintero-Alcantara A. 2010. Caracterización tecnológica de la madera de *Juniperus flaccida* var. *poblana* Martínez. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* **16**: 261-280.
- Bryson CT, Carter R. 2008. The Significance of Cyperaceae as Weeds, In: Naczi RFC, Ford BA, eds. *Sedges: Uses, Diversity, and Systematics of the Cyperaceae*. St Louis, MO: Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. pp. 15-101. ISBN 978-1930723726
- Cámara-Artigas R, Alonso-García JR. 2015. Análisis comparativo de la estructura y biodiversidad de un sabinar litoral y su sucesión en el espacio natural Doñana. *Geographicalia* **67**: 29-51. DOI: https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2015671214
- Canales-Piña S. 2020. *Estructura poblacional y hábitat de Juniperus jaliscana en el municipio de Talpa de Allende, Jalisco, México*. Bsc Thesis. Universidad de Guadalajara.
- Castillón-Deñás AC. 1998. La minería en Mascota, 1857-1885. *Revista de Estudios Jaliscienses* **34**: 41-56.
- Challenger A, Caballero J. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Agrupación Sierra Madre, SC, 1-848. ISBN: 970-9000-02-0
- Chambers JC, Vander Wall, SB, Schupp EU. 1999. Seed and seedling ecology of piñon and juniper species in the Pigmy Woodlands of Western North America. *Botanical Review* **65**: 1-38. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02856556>
- Clarke KR, Gorley RN, Somerfield PJ, Warwick RM. 2014. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Albany, New Zealand: PRIMER-E Ltd, 1-256. ISBN: 1855311402, 9781855311404
- Clarke KR, Gorley RN. 2015. *Primer V7: Use manual tutorial*. Reino Unido Plymouth: PRIMER-E.
- CONAFOR [Comisión Nacional Forestal]. 2007. SIRE-Paquetes Tecnológicos. *Ficha técnica Juniperus deppeana Steud.* Conafor-Conabio. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/933Juniperus%20deppeana.pdf> (accessed April 18, 2022)
- Cuevas-Guzmán R, García-Moya E, Vázquez-García JA, Núñez-López NM. 2008. Estructura poblacional y rela-

- ciones ambientales del árbol tropical *Nectandra rudis* (Lauraceae), una especie rara en el occidente de México. *Revista de Biología Tropical* **56**: 247-256. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i1.5521>
- Cuevas-Guzmán R, Núñez-López NM, Canales-Piña S, Morales-Arias JG. 2020. *Prionosciadium tamayoi* (Apiaceae), una especie nueva del occidente de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **91**: e913338. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3338>
- Cruz-Romero B, Delgado-Quintana JA, Téllez-López J, Carrillo-González FM. 2013. Análisis socioeconómico de la cuenca del Río Cuale, Jalisco, México: una contribución para la declaración del área natural protegida reserva de la Biosfera El Cuale. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social* **14**: 1-27.
- Gómez de Aizpurua C. 1995. Fauna lepidopterológica de los principales árboles del género *Juniperus*, representados por las especies *communis* L., ssp. *nana* (WILLD.), *oxycedrus* L., *thurifera* L., y *sabina* L., de la familia Cupressaceae. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* **21**: 527-538.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2019. *InfoStat, versión 2019*, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. 1-336.
- Eckenwalder JE. 2009. *Conifers of the world*. Portland, Oregon: Timber Press, Inc. ISBN 9780881929744 / 0881929743
- Fisher M, Gardner AS. 1995. The status and ecology of a *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpus* woodland in the northern mountains of Oman. *Vegetation* **119**: 33-51. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00047369>
- Gernandt DS, Pérez-de la Rosa JA. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **85**: 126-133. DOI: <http://doi.org/10.7550/rmb.32195>
- González-Elizondo MS, González-Elizondo M, Tena-Flores JA, Ruacho-González L, López-Enríquez L. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis. *Acta Botanica Mexicana* **100**: 351-403. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm100.2012.40>
- González-Villarreal LM. 1996. La familia Clethracea en el estado de Jalisco, México. Fascículo 5. *Colección Flora de Jalisco*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. ISBN 968-895-707-0
- González-Villarreal LM. 2005. Foliar trichome variation in *Clethra* subsect. *Cuellaria* (Clethraceae) from México. *Ibugana: Boletín del Instituto de Botánica* **13**: 60-65.
- González-Villarreal LM. 2015. Two new species of oak (Fagaceae, *Quercus* sect. *Lobatae*) from the Sierra Madre del Sur, Mexico. *Brittonia* **55**: 49-60. DOI: [https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2003\)055\[0049:TNSOOF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2003)055[0049:TNSOOF]2.0.CO;2)
- González-Villarreal LM. 2018. Dos nuevas especies de encinos (*Quercus*: Fagaceae), adicionales para la Flora de Jalisco y Áreas Colindantes, en el Occidente de México. *Ibugana: Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* **9**: 47-71.
- Herrerías-Mier LG, Nieto de Pascual PMC. 2020. Características estructurales y demográficas de *Juniperus deppeana* Steud. en dos localidades del estado de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* **11**: 124-151.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2007. *Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional)*. México.
- IIEG [Instituto de Información Estadística y Geográfica]. 2011. Tabla de distancias del municipio de Talpa de Allende. Instituto de información Territorial. https://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/TALPADEALLENDE_TD.pdf (accessed February 3, 2022).
- Jiménez-Vázquez AM, Flores-Palacios A, Flores-Morales A, Perea-Arango I, Gutiérrez MC, Arellano-García JJ, Valencia-Días S. 2020. Seed longevity, viability and germination of four weed-ruderal Asteraceae species of ethnobotanic value. *Botanical Sciences* **99**: 279-290. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2743>
- Landrum LR. 2003. A revision of the *Psidium salutare* complex (Myrtaceae). *Sida* **20**: 1449-1469.
- López-Gómez V, Zedillo-Avelleyra P, Anaya-Hong S, González-Lozada E, Cano-Santana Z. 2012. Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de *Neobuxbaumia tetetzo* (Cactaceae). *Botanical Sciences* **90**: 453-457. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.473>
- López-Moctezuma MA, Rodríguez-Trejo DA, Santiago-Cortez F, Sereno-Chávez A, Granados-Sánchez D. 2015. Tolerancia al fuego en *Quercus magnoliifolia*. *Revista Árvore, Vicosa-MG* **39**: 523-533. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300013>

- Martínez-Calderón VM, Sosa-Ramírez J, Siqueiros-Delgado ME, Díaz-Núñez V. 2021. Composición, diversidad y estructura de especies leñosas en los bosques templados de Monte Grande, Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Acta Botanica Mexicana* **128**: e1829. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1829>
- McCune B, Grace JB. 2002. *Analysis of ecological communities*. Oregon, EU: MjM Software Design. 1-284. ISBN 0-9721290-0-6.
- McCune B, Mefford MJ. 2011. PC-ORD. *Multivariate analysis of ecological data*. Version 6.0. Gleneden Beach, Oregon, EUA: MjM Software Design.
- McGowan GM, Joensalo J, Naylor REL. 2004. Differential grazing of female and male plants of prostrate juniper (*Juniperus communis* L.). *Botanical Journal of Scotland* **56**: 39-54. DOI: <https://doi.org/10.1080/03746600408685066>
- McVaugh R. 1983. *Flora Novo-Galiciana*. (Gramineae). Michigan: Ann Arbor. University Michigan Press. 436 pp. ISBN 0-472-04814-7.
- McVaugh R. 1992. *Flora Novo-Galiciana*. (Gymnosperms and Pteridophytes). Michigan: Ann Arbor. University Michigan Press. 467 pp. ISBN 0-9620733-2-6.
- Medina-Torres R, Salazar-García S, Ibarra-Estrada ME. 2018. Seasonal variation of transpiration of Nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.) selections under subtropical conditions climate: basic study. *Revista Bio Ciencias* **5**: 1-15. DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.05.01.08>
- Milios E, Pipinis E, Petrou P, Akritidou S, Smiris P, Aslanidou M. 2007. Structure and regeneration patterns of the *Juniperus excelsa* Bieb. stands in the central part of the Nestos valley in the northeast of Greece, in the context of anthropogenic disturbances and nurse plant facilitation. *Ecological Research* **22**: 713-723. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11284-006-0310-7>
- Moinuddin A, Shaikat SS, Buzdar AH. 1990. Population structure and dynamics of *Juniperus excelsa* in Balouchistan, Pakistan. *Journal of Vegetation Science* **1**: 271-276. DOI: <https://doi.org/10.2307/3235664>
- Montesinos D, García D. 2009. Formaciones de *Juniperus communis* en brezales o pastizales calcáreos. In: VVAA., *Bases Ecológicas Preliminares para la Conservación de los Tipos de Hábitat de Interés Comunitario en España*. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. pp. 1-39. ISBN 978-84-491-0911-9
- Norden N. 2014. Del porqué de la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia Forestal* **17**: 247-261. DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>
- Núñez-Colín CA, Serrato-Cruz MA, Santos-Cortés MT, Luna-Morales CC, Martínez-Solís J, Cuevas-Sánchez JA. 2011. Caracterización de *Tagetes filifolia* del centro-sur de México por morfometría de los achenios. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 539-549. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.2.458>
- Olvera VM, Moreno GS, Figueroa RB. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola. Manual para su establecimiento. Guadalajara. Universidad de Guadalajara. 1-55. ISBN 968-895-673-2.
- Otto R, Krusi BO, Delgado JD, Fernández-Palacios JM, García-del Rey E, Arévalo JR. 2010. Regeneration niche of the Canarian juniper: the role of adults, shrubs and environmental conditions. *Annals of Forest Science* **67**: 1-9. DOI: <https://dx.doi.org/10.1051/forest/2010034>
- Palacios-Wassenaar OM, Castillo G, Vázquez-Torres SM. 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**:1-12. DOI: <http://doi.org/10.17129/botsoci.271>
- Pausas J, Llovet J, Rodrigo A, Vallejo R. 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? –A review. *International Journal of Wildland Fire* **17**: 713-723. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/WF07151>
- Pérez-de la Rosa JA. 1983. Una nueva especie de pino de Jalisco, México. *Phytologia* **54**: 289-298.
- Pérez-de la Rosa JA, Vargas-Amado G. 2017. Gimnospermas. In: Cruz-Aragón A, Ordorica-Hermosillo A, Valero-Padilla J, Melgarejo eds. *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado*. Volumen II. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. pp. 113-121. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/libros.html> (accessed April 15, 2022).
- Pompa-Castillo EF, Luna-Cavazos M, García-Moya E. 2021. Composición y estructura de comunidades asociadas

- de pino-izotal (*Pinus pseudostrobus*-*Nolina parviflora*), en Puebla, México. *Caldasia* **43**: 65-79. DOI: <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.82394>
- Riera J, Castell C. 1997. Efectes dels incendis forestals recurrents sobre la distribució de dues espècies del Parc Natural del Garraf: el pi blanc (*Pinus halepensis*) i la savina (*Juniperus phoenicea*). *Butlletí Institució Catalana Historia Natural* **65**: 105-116.
- Rodríguez-Alfaro R, Huerta-Crespo J. 1995. Usos industriales de la madera de *Juniperus*. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* **4**: 27-30.
- Rodríguez-Trejo DA, Martínez-Muñoz P, Martínez-Lara PJ. 2019. Efectos del fuego en el arbolado de un bosque tropical de pino y en el de una selva baja caducifolia en Villaflores, Chiapas. *Ciencia Forestal* **29**: 1033-1047. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509833952>
- Rodríguez-Trejo DA, Vázquez-Soto EF. 2021. *Juniperus* L. (Cupressaceae). In: Rodríguez-Trejo DA. coord. *Semillas de Especies Forestales*. Chapingo Edo. de México: División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. pp. 201-207.
- Ruiz-Corral JA, Flores-López HE, Regalado-Ruvalcaba JR, Ramírez-Ojeda G. 2012. Estadísticas Climáticas Normales del Estado de Jalisco. Libro Técnico Número 2. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. México. LIMUSA. ISBN 968-18-0002-8
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1989. Sinopsis numérica de la flora fanerogámica del valle de México. *Acta Botanica Mexicana* **8**: 15-30. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm8.1989.583>
- Sarangzai AM, Ahmed M, Ahmedi A, Tareen L, Jan SU. 2012. The ecology and dynamics of *Juniperus excelsa* forest in Balochistan-Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* **44**: 1617-1625.
- Scianna JD. 2001. Rocky Mountain juniper seed. Collecting, processing, and germinating. *Native Plants Journal* **2**: 73-78. DOI: <https://doi.org/10.3368/npj.2.2.73>
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2da Sección, 30 de diciembre de 2010.
- Silva-Saenz P, Soto-González JT. 2016. Pteridoflora del bosque de *Juniperus* del cerro El Molcajete, de la comunidad Palmitas, municipio de Tuxpan, Michoacán. *Ciencia Nicolaita* **68**: 24-44.
- Soulé PT, Knapp PA. 2000. *Juniperus occidentalis* (western juniper) establishment history on two minimally disturbed research natural areas in central Oregon. *Wester North American Naturalist* **60**: 26-33.
- Stampoulidis A, Milios E, Kitikidou K. 2013. The regeneration of pure *Juniperus excelsa* M. Bieb. stands in Prespa National Park in Greece. *Sumarski list* **3-4**: 163-172.
- Topete-Corona C, Cuevas-Guzmán R, Sánchez-Rodríguez EV, Moreno-Hernández A, Morales-Arias JG, Núñez-López NM. 2020. Estructura poblacional y hábitat de un árbol tropical con frutos comestibles, *Annona purpurea* (Annonaceae), en el occidente de México. *Revista de Biología Tropical* **68**: 1171-1184. DOI: <https://doi.org/10.15517/RBT.V68I4.42195>
- Van Auken OW, Jackson JT, Jurena PN. 2005. Survival and growth of *Juniperus* seedling in *Juniperus* woodlands. *Plant Ecology* **175**: 245-257. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-005-0022-z>
- Vázquez-García JA. 1994. *Magnolia* (Magnoliaceae) in Mexico and Central America: A synopsis. *Brittonia* **46**: 1-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2807454>
- Whittaker RH. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews* **42**: 207-264. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1967.tb01419.x>

Editor de sección: Alejandro Zavala Hurtado

Contribución de autores: RCG, diseño de la investigación, análisis de datos y escritura del documento; SCP, muestreo de campo, análisis de datos y escritura del documento; EVSR, diseño de la investigación, análisis de datos y escritura del documento; JGMA, integración de bases de datos e identificación de especies; LGH, muestreo de campo, identificación de especies y revisión del manuscrito; NMNL, integración de bases de datos, identificación de especies y revisión del manuscrito.