

Propuesta de inclusión en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2014

Especie vegetal: *Quercus macdougalii* Martínez, especie endémica de Sierra Juárez, Oaxaca.

1.- DATOS GENERALES

1.1- Responsables de la propuesta

Nombre del responsable:	Dr. Ricardo Clark Tapia Dra. Cecilia Alfonso Corrado cIng. Eric Anacleto Carmona Dr. Jorge Campos Contreras Lic. Carolina Molina Monroy
Institución:	¹ Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez ² Laboratorio de Bioquímica Molecular-Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO). FES-IZTACALA, UNAM
Domicilio:	¹ Av. Universidad S/N, Ixtlán de Juárez, Oaxaca C.P. 68725.
Teléfono:	¹ (01951)-5536362 ext. 600 ² (0155) 56231224
Fax:	¹ (01951)-5536362 ext. 700 ² (0155) 5623 1225
Correo electrónico:	rclark@juppa.unsj.edu.mx liana@juppa.unsj.edu.mx ing.carmona.eric.2015@gmail.com jcampos@unam.mx carolayn_412@hotmail.com

1.2. Especie a incluir en la NOM-059-SEMARNAT

1.2.1. Nombre taxonómico

Quercus Macdougallii (Martínez, 1963).

An. Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. México. 34:147-149. 1963. Holotipo: Cerro del Humo Chico, Comaltepec. Oaxaca México, MacDougall .503. (MEXU!).

Nombre vulgar: ya-dua-yu (lengua zapoteca).

Clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsidae Dicotiledoneas

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus*

Sección: *Quercus* (encinos blancos) *Leucobalanus*

Especie: *Quercus macdougallii*

1.2.2. Descripción de la especie

Q. macdougallii fue colectada en 1963 por Thomas Macdougall (Instituto de Biología: registro 51897) y posteriormente fue identificada en 1964 por Maximino Martínez (citado en Valencia, 2004). Es un Árbol perennifolio monoíco, de 1 a 2 m; 20 a 35 metros de altura (hasta 30 m), con tronco hasta cerca de un metro de diámetro (hasta 1.8 m) (Figura 1); copa amplia y redondeada que proporciona una sombra densa; ramillas cenicientas, acanaladas, comúnmente aplanadas, de 2 mm de grueso, cubiertas de pelillos multirradiales. Yemas anchamente ovoides, de 1 mm, de color castaño. Hojas pecioladas, oblongo-elípticas, coriáceas; lámina de 3 – 4 cm de largo por 1–2 de ancho; ápice y base redondeados; superficie superior brillante, glabra; superficie inferior densamente cubierta de microscópicos pelillos que forman una estrella multirradiada, los cuales al quitarse forman una masa de consistencia cerosa; nervaduras en promedio 6 a cada lado, encorvadas, ramificadas, hundidas arriba y prominentes abajo, de color castaño en las hojas secas; pecíolo acanalado, de 3 a 4 mm rojizo, liso o algo pubescente (Figura 2). Fruto anual, sésil, en grupos de 4 o más, comúnmente solo se desarrollan 3 o 4, el dorso con densa pubescencia azulosa, el borde rojizo y ciliado; bellota globosa, castaño obscura, lisa y brillante, de 15 mm de alto por 17 de ancho en la base, con un anillo negro, notable cuando se seca. Florece en mayo-junio y fructifica en octubre y noviembre (Martínez, 1963). Debido a su reducida distribución geográfica y altitudinal se considera una especie endémica de la Sierra de Juárez, Oaxaca (Valencia y Nixon, 2004).

Familia	Género	Especie	autor	Nombre común
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>macdougallii</i>	Martínez	Encino, ma'cué (chinanteco, árbol en forma de cuchara)



Figura 1. Individuo de *Quercus macdougalii* en Cerro Mirador, Santiago comaltepec.



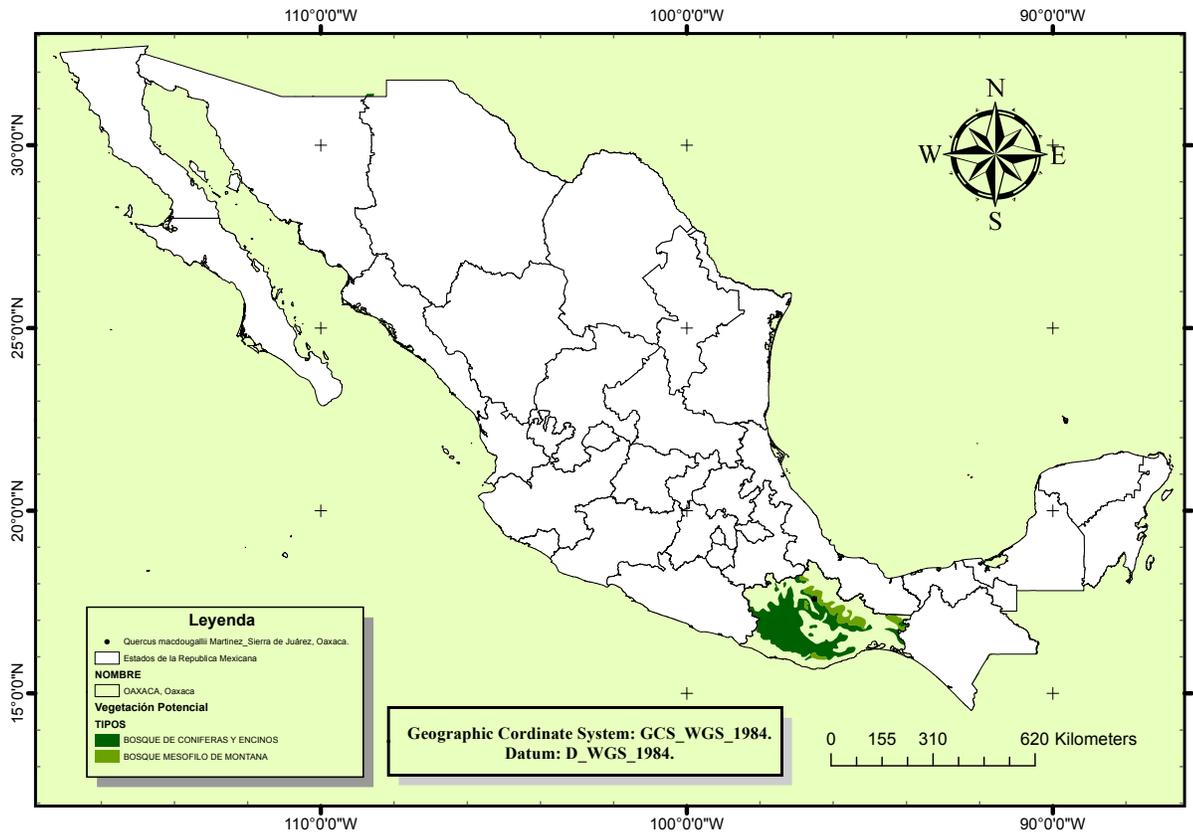
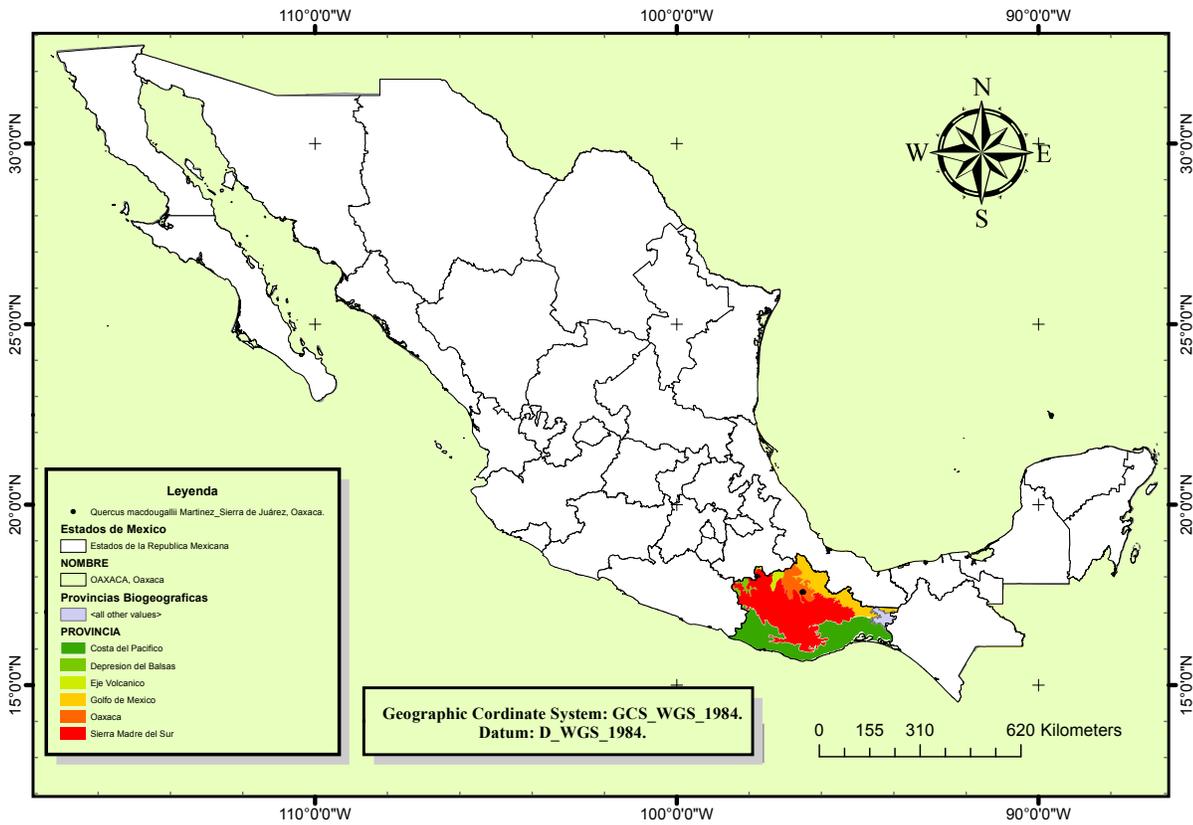
Figura 2. Fotografía del Holotipo, depositado en el Herbario Nacional (MEXU).

1.2.3. Distribución

Se distribuye en la Sierra Juárez, dentro del sistema montañoso conocido como Sierra Madre de Oaxaca, México, caracterizada por su accidentado relieve debido a los procesos de orogénesis a que estuvo sometida desde el Paleozoico (INEGI, 2001). En esta región se encuentra la vertiente Cerro Zacate – Humo Grande, área de distribución de *Q. macdougallii* localizada en los municipios de San Pedro Yólox y Santiago Comaltepec. Esta área comprende un cordón montañoso con diversas elevaciones: Cerro Zacate (3 015 m snm), Cerro Machín (2 648 m snm), Cerro el Mirador (3 050 m snm), Cerro Pelón (3 126 m snm), Cerro Humo Chico (3 160 m snm), Cerro humo Grande (3 274 m snm).

El clima del área de estudio, de acuerdo con la clasificación propuesta por Köppen y modificada por García (1998) es C(m)(w'')b(i')g templado húmedo con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 1192 mm y una temperatura media anual de 9.75 °C. La precipitación del mes más seco es menor que 40 mm y con lluvias invernales entre el 5 y 10 % del total anual.

Su distribución está localizada en la región biogeográfica del Golfo de México (sensu CONABIO, 1997)(Fig. 3) y aun tipo de vegetación potencial de Bosque de pino-encino (sensu Rzedowski, 1978)(Fig. 4).



2.2. Motivos de la propuesta

Se desea incluir a *Quercus macdougalii* en la lista de especies en riesgo debido a que es una especie endémica con distribución restringida a la vertiente Cerro Zacate-Cerro Humo chico, de Sierra Juárez, Oaxaca, incluida en la lista roja como especie vulnerable D2 (UICN, 2013) debido a que la mejor evidencia señala que está enfrentando un alto riesgo de extinción en el medio silvestre. La especie se encuentra restringida en un área menor a 30 km², por lo cual se le considera especie microendémica. Adicionalmente, las actividades humanas tales como ganadería, agricultura y manejo forestal así como eventos estocásticos (incendios y heladas) ha causado un cambio severo en las localidades donde la especie habita, siendo en un futuro propensa a convertirse en una especie con estatus crítico o peligro de extinción. Estudios genéticos realizados indican que las distintas subpoblaciones muestreadas conforman una gran población con valores moderados de diversidad genética (Molina, 2011). Asimismo, estudios ecológicos indican que la especie se distribuye en fragmentos, cuya abundancia varía con respecto a la altitud y parches e indican que su tamaño poblacional se ha afectado debido a eventos de disturbio, además que su área de distribución se encuentra inmersa en una zona de manejo forestal, por lo que sus subpoblaciones han sido reemplazadas por *Pinus patula* (Anacleto en revisión).

El hábitat de la especie representa un lugar donde confluyen otras especies endémicas de esta región como el roedor *Habromys chinanteco* (Robertson y Musser, 1976; Briones y González, 1999) y la hierba *Maianthemum comaltepecense* Espejo, López-Ferrari & Ceja (Espejo et al. 1996), además de ser un área de servicios hídricos, al contar con varios nacimientos de agua, que dan forma a manantiales, cascadas y ríos, que abastecen a la cuenca de Valle Nacional.

2.- Justificación técnica

Se describe la información analizada derivada hasta el momento de dos proyectos de investigación realizados conjuntamente entre la Universidad de la Sierra Juárez y la FES-Iztacala-UNAM.

2.1. Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la población o especie.

2.1.1. Estudio Genético (Molina, 2011):

2.1.1.1. Métodos.

Para conocer como se encuentran las proporciones de genes, estimar el flujo génico e identificar patrones de estructura genética poblacional, entre los sitios muestreados se realizó un análisis molecular por medio de microsatélites nucleares. La colecta de hojas se realizó en tres poblaciones separadas entre sí por lo menos 1 km. En total se recolectó 21 individuos por sitio (Tabla 1). La extracción de DNA se realizó utilizando el protocolo DNeasy Plant Kit Quiagen (1999).

Tabla 1. Ubicación geográfica de los 3 sitios de colecta.

Sitios de colecta	Ubicación Geográfica	Individuos colectados	Altitud m.s.n.m.
Cerro Pelón "CP"	17° 34' 44" N 96° 30' 24" O	21	2496
Cerro Humo Chico "CHC"	17° 34' 23" N 96° 30' 21" O	21	2969
Cerro Zacate "CZ"	17° 36' 51" N 96° 31' 29" O	21	2995

En el estudio se probaron diversos primers de las series *ssr* de Steinkellner (1997) y *quru GA* de Aldrich (2002), (Tabla 2), marcadores que han sido empleados en estudios genéticos de *Quercus* y otros miembros de la familia Fagaceae. La reacción de amplificación por PCR se realizó en un volumen de 25 μ l por reacción que contenía: 10 X Buffer (2.5 μ l), 0.0001 μ g/L de BSA (2.5 μ l), 20mMol MgCl₂ (2 μ l), 10 mmol dNTP's (1 μ l), 0.5 pmol de cada primer en dirección del sentido (F) y antisentido (R), (1 μ l); 0.5 u de Taq DNA polimerasa (0.5 μ l) y aproximadamente 10 ng de DNA de cada individuo.

Tabla 2. Primers para amplificación de regiones microsatélite de la serie *quru GA* y *ssr Qp ZAG* de Steinkellner en *Quercus macdougalii*.

<i>Quru GA</i>	(GA) _n	T _m °C	Secuencia del primer (5'-3')
OC19	(GA) ₁₈	58	*TTAGCTTTTACGCAGTGTCTG CGGCTTCGGTTTCGTC
1F02	(GA) ₁₅	58	*CCAATCCACCCTTCCAAGTTCC TGGTTGTTTTGCTTTATTCAGCC
OC11	(GA) ₁₅	58	*ATACCCAGCTCCCATGACCA TCCCCAAATTCAGGTAGTGT
OE09	(GA) ₁₆	53	*TGCCATCCCTATACACAACCA CCTCCATCACAAAGTTGCC
1F07	(GA) ₂₂	58	*CCGGTCAAAGAAGTTATCAGA GGGTGGATTGGGTTTCTACCTA
2M04	(GA) ₂₀	56	*GGAGAGGACGGGATGCC TACTATGTCAGCCGGATG
<i>SsrQp ZAG</i>			
119	GA	58	*GATCAGTGATAGTGCCTCTC GATCAACAAGCCCAAGGCAC
15	GA	58	*CGATTTGATAATGACACTATGG CATCGACTCATTGTTAAGCAC

Esta amplificación se llevó a cabo en un Termociclador Gene Amp PCR System 9700 programado a 94° C, durante 3 min; 94 °C 10 seg (desnaturalización); T_m °C del primer 10 seg (alineación); 72°C de 10 seg (extensión); por 30 ciclos y una extensión final a 72 °C

durante 5 min. En este proceso de amplificación fue incluido como control positivo DNA de un individuo de *Quercus grisea* y como control negativo agua inyectable. Los productos se corrieron en geles al 1.2% de agarosa en medio TBE 0.5X a 80 volts por 40min revelados con bromuro de Etidio (BrET) expuestos a luz UV y fotografiados digitalmente con el equipo Alfa Imager y la aplicación Alpha EASE v 60.00 (Alpha Innotech Corporation, 1993-2006) utilizando como referencia un marcador 100 pb de Invitrogen.

Los productos amplificados de la especie *Q. macdougalii* fueron diluidos en relación 1/10 o 1/20 w/w, según la calidad del producto de PCR, se mezcló 1µl de la dilución del producto amplificado, 9.75 µl de HiDi Formamide y 0.25 µl de ROX-500, esta mezcla fue analizada en un equipo 3100 Genetic Analyzer ABIPRISM de Applied Biosystems por el método de análisis de fragmentos. Una vez obtenidos los electroferogramas, se identificó el tamaño de cada uno de los fragmentos mediante el programa Gene Scan Analyzer de Applied Biosystem. Posteriormente, se procedió a genotipificar cada uno de los individuos; los genotipos fueron integrados en una matriz básica de datos de tipo codominante para su análisis.

El análisis de la diversidad genética (el total de alelos observados, el número de alelos por locus, y por localidad, y los alelos exclusivos, (H_o), Heterocigosis observada y (H_e), Heterocigosis esperada se obtuvieron mediante el programa GENETIX (Belkhir et. al., 1996-2002). Se realizó una prueba estadística X^2 (chi-cuadrada) para identificar si existen diferencias significativas entre los valores observados y los valores esperados de las heterocigosis, por sitio de muestreo.

La estructura genética se calculó con los estadísticos F (F_{ST} , F_{IS} , F_{IT}) definidos en función de la heterocigosis observada y esperada propuestos por Nei, (Nei, 1977). Estos fueron generados mediante aplicaciones del programa GENETIX (Belkhir et. al., 1996-2002). Finalmente, la estimación del flujo génico entre pares de poblaciones se obtuvo mediante el programa GENETIX (Belkhir et. al., 1996-2002) mediante la fórmula $(1-F_{ST})/4 * F_{ST}$ (Wright, 1951).

2.1.1.2. Resultados.

Se encontró que sólo tres de ocho primers, Quru GA-OC19 ; Quru GA-1F02 , y Quru GA-OC11, se utilizaron en el estudio por presentar amplificación positiva, por su reproducibilidad y por la identificación de polimorfismos (Tabla 3).

Tabla 3. Amplificación de productos para microsatélite para la serie quru GA y sssr Qp ZAG de Steinkellner en *Quercus macdougalii*.
+ amplificación positiva, - sin amplificación.

Primer	Tm	Amplificación
Quru GA OC19	58	+
Quru GA 1F02	58	+
Quru GA OC11	58	+
Quru GA OE09	53	-
Quru GA 1F07	58	-
Quru GA 2M04	56	-
Ssr-119	58	-
Ssr-15	58	+

En promedio se obtuvieron 8.6 alelos, y 26 en total para las tres localidades con tamaños entre 235-245 pb para el locus OC11, de 180-198 pb para 1F02; y de 232-242 pb para OC19 (Tabla 4). Con los tres loci analizados, el sitio que mostró mayor número de alelos observados fue CP con 20, y 4 de ellos fueron alelos exclusivos. La menor diversidad alélica fue observada en el sitio más alejado (CZ) con 12 alelos observados y 2 alelos exclusivos (Tabla 5).

Tabla 4. Número de alelos totales por locus

Locus	OC11	1F02	OC19
No. Individuos	61	60	58
No. Alelos	9	8	9

Tabla 5. Alelos observados (Ao) y alelos exclusivos (Ae) por locus y por localidad.

Locus	CP		CHC		CZ	
	AO	AE	AO	AE	AO	AE
OC11	9	2	6	0	4	0
1F02	5	2	4	2	3	1
OC19	6	0	8	2	5	1
Total	20	4	18	4	12	2

La heterocigosis esperada y observada entre CP, CHC, CZ y por locus indican una pequeña deficiencia de heterócigos, excepto con el locus OC19 que muestra lo contrario. CZ presentó la menor heterocigosis observada, pero en general el valor de heterocigosis observada para la especie se considera moderado (Tabla 6). La prueba estadística chi-cuadrada en base a las heterocigosis, sugiere que las poblaciones se encuentran en equilibrio Hardy-Weinberg ($X^2= 5.991$; $p=0.05$).

Tabla 6. Variación genética obtenida para cada una y el total de las localidades y por locus, a partir de la heterocigosis esperada (H_e), Heterocigosis observada (H_o), y error estándar (σ).

Locus	CP		CHC		CZ		Total	
	H_o	H_e	H_o	H_e	H_o	H_e	H_o	H_e
OC11	0.5000	0.7250	0.4000	0.7237	0.1905	0.5896	0.3635	0.6794
1F02	0.1500	0.3100	0.0500	0.4038	0.1500	0.1412	0.1167	0.2850
OC19	0.8500	0.7612	0.8333	0.7654	0.5000	0.5950	0.7278	0.7072
Total	0.5000	0.5988	0.4278	0.6310	0.2802	0.4419	0.4027	0.5572
σ	0.3500	0.2507	0.3924	0.1979	0.1915	0.2604		

El grado de endogamia genética dentro de las subpoblaciones presentó valores promedio altos y positivos de F_{IS} en cada una de las localidades haciendo notar una pequeña deficiencia de individuos heterócigos (Tabla 7). Como aporte de cada individuo al cambio en la heterocigosis de la población entera se encontró que los valores de F_{IT} en CP indican que son los que contribuyen mayormente a la diversidad total, y el valor promedio de 0.3145 es alto (Tabla 7).

Tabla 7. Valores de F_{IS} y F_{IT} por locus y total para las tres localidades (CP, CHC y CZ).

Locus	F_{IS}			F_{IT}			Total	
	CP	CHC	CZ	CP	CHC	CZ	F_{IS}	F_{IT}
OC11	0.5703	0.4982	0.4005	0.5744	0.4947	0.3904	0.4831	0.4820
1F02	0.6482	0.3578	0.7319	0.6735	0.3634	0.7360	0.6627	0.6776
OC19	0.0534	0.0303	0.0765	0.0999	0.0848	0.0976	0.0056	0.0278
Total	0.4239	0.2954	0.3520	0.4492	0.3143	0.3429	0.3033	0.3145

Se encontró una baja diferenciación entre las localidades estudiadas, el valor de F_{ST} presentó valores cercanos a cero ($F_{ST} = 0.021$) (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de F_{ST} por locus y total, para las tres localidades.

Locus	CP	CHC	CZ	Total
OC11	0.0095	0.0000	0.0000	0.0000
1F02	0.0720	0.0088	0.0151	0.0333
OC19	0.0491	0.0562	0.0000	0.0294
Total	0.044	0.022	0.005	0.021

Las localidades CP y CHC muestran un flujo génico mucho más elevado que la relación entre CP-CZ y CHC-CZ, sin embargo, los tres pares de localidades muestran valores superiores a 4 revelando que CP, CHC y CZ se comportan como una gran población panmíctica (Tabla 9).

Tabla 9. Valores de N_m entre pares de poblaciones de *Q. macdougalii*.

Localidad	CP	CHC	CZ
CP	-----	> 90	10.39
CHC	-----	-----	6.44
CZ	-----	-----	-----

El grado de diferencia genética entre las localidades indican una alta identidad ya que los tres pares de sitios CP-CHC, CP-CZ y CHC-CZ presentan valores muy cercanos a cero (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de distancias genéticas calculados por pares de localidades.

Localidad	CP	CHC	CZ
CP	-----	0.034	0.0507
CHC	-----	-----	0.0703
CZ	-----	-----	-----

2.1.2. Estudio Ecológico

2.1.2.1. Amplitud de la distribución del taxón en México.

La amplitud de la distribución de *Quercus macdougallii* se determinó con base en recorridos de campo a las localidades reportadas en las colecciones científicas (e.g. MEXU, The Grey Herbarium, California Academy of Sciences y el Herbario ENCB), base de datos disponible en la RED Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB: <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remibnodosdb.html>), revisión de literatura y consulta con pobladores de la región. Antes de determinar la amplitud de distribución, se procedió a visitar cada lugar para confirmar la presencia actual de la especie. Con la información obtenida de campo, se trazó el polígono de distribución actual de la especie y se realizó un mapa con su distribución.

La información disponible en la literatura (Meave et al. 2006; Valencia y Nixon, 2004; Molina, 2011) y en las colecciones científicas, permitieron ubicar a tres poblaciones (Tabla 11). Los ejemplares colectados en los herbarios corresponden a los sitios de Cerro Pelón o Cerro Humo Chico datan de la primera colecta 1963 a 2010 y proceden todas las muestras de dos localidades (Cerro Pelón y Cerro Humo Chico). El recorrido por la zona de distribución de la especie Todos los ejemplares colectados fueron identificados por la Dra. Susana Valencia experta en el grupo.

Tabla 11.- Ubicación geográfica y municipal de nuevos sitios y registrados de *Q. macdougallii*.

Localidad	Municipio	Ubicación
Cerro Pelón*	San Pedro Yólox-Santiago Comaltepec	17°35'22.36"N, 96°31'09.23"O
Cerro Humo Chico*	Santiago Comaltepec	17°34'48.29"N, 96°30'38.67"O
Cerro Zacate*	San Pedro Yólox, Oax	17°36'41.26"N, 96°31'32.02"O
Cerro del Viento	San Pedro Yólox, Oax	17°35'51.98"N, 96°31'09.12"O
Cerro Mirador	Santiago Comaltepec	17°34'48.29"N, 96°30'38.62"O
Cascadas la Niebla	Santiago Comaltepec	17°35'03.60"N, 96°30'10.46"O
Cerro Humo Grande	Santiago Comaltepec	17°33'48.22"N, 96°29'59.79"O

*Reportados en literatura o en colecciones científicas

En base a los recorridos en zonas con presencia del taxón, se obtuvieron nuevos sitios donde la especie está presente, sin embargo todos corresponden a la región de la chinantla alta y restringida a la vertiente Cerro Zacate-Cerro Humo Grande que presenta un área de aproximada de 80 km² que comprende menos del 1% de la superficie del territorio nacional.

2.1.2.2. *Abundancia, caracterización, distribución espacial y estructuras de tamaño (Anacleto, en revisión, Tesis de Ingeniería Forestal presentarse en marzo 2014).*

2.1.2.2.1. Métodos

Para el análisis de la abundancia, distribución espacial y estructura de tamaños de la especie se selecciono dos áreas, uno ubicado en Cerro Mirador y otro en Cerro Pelón. Dentro de cada sitio, se establecieron parcelas de 50x50 (2500 m²) a lo largo de transectos con perfiles altimétricos (2750-3050 msnm) separada cada parcela por 100 metros (en total cuatro puntos de muestreo). Se establecieron dos perfiles de manera estratificada, uno con exposición Sur-Este (ladera Cerro Mirador) y otro con exposición Nor-Oeste (ladera Cerro Pelón) para un total de 8 parcelas. En este mismo gradiente se establecieron parcelas de 5x5 (25 m²) distribuidos de manera uniforme, 4 parcelas por cada gradiente altitudinal, para un total de 16 en el área de estudio, dentro de los cuales se registraran el numero de especies arbustivas y herbáceas.

En cada sitio se registro las coordenadas con un geoposicionador Astech MobilMapper post-proceso. Adicionalmente, se registraron los valores de altitud, exposición, pendiente, intensidad de extracción de leña y pastoreo, así como análisis edáficos de las poblaciones. La altitud (m) se obtuvo utilizando un geoposicionador marca Magellan y fue corregida con una carta topográfica de la región. La pendiente se medio en campo con un clinómetro (en grados). La exposición se obtuvo en campo mediante brújula (en grados), la cual se transformó a una escala de cero a uno.

En cada parcela se estimo la abundancia (Numero de Individuos), Frecuencia (número de veces que aparecen los individuos) y la Densidad de acuerdo a Mostacedo y Fredericksen (2000). Cada uno de los registros se almaceno en una base de datos para su posterior análisis. Adicionalmente, se registro de cada individuo su ubicación geográfica con un geoposicionador Astech MobilMapper post-proceso para conocer su distribución espacial. Con la ubicación espacial de cada individuo muestreado se realizó un análisis de distribución espacial utilizando el método de Ripley (1977). La Función K(d) de Ripley (1977), se aplica con frecuencia a la estudio de patrones espaciales de masas forestales, y muestra la estructura de una población a una escala muy pequeña.

Adicionalmente, para analizar el efecto de variables fisiográficas, tales como el grado de pendiente, tipo de suelo y el grado de perturbación de cada sitio muestreado de acuerdo a los criterios establecidos por Álvarez-Moctezuma et al. (1999) se realizó un Análisis de Componentes Principales utilizando el programa Primer v6.

2.1.2.1.2. Resultados

Anacleto (en revisión), encontró diferencias significativas en la abundancia de individuos entre sitios ($F= 13.71$, $P = 0.034$) y entre altitudes ($F= 22.07$, $P = 0.015$). Los resultados obtenidos del sitio 1 (Cerro Mirador), indican que existe una mayor presencia de individuos en los cuatro gradientes altitudinales en comparación con el Sitio 2 (Cerro Pelón). Los resultados muestran que la mayor presencia de individuos de *Quercus macdougalii*, se concentran en los gradientes altitudinal de 2950 y 2750 para el Sitio 1, mientras que en el Sitio 2 se da en los gradientes de 2950 y 2850 (Fig. 5)

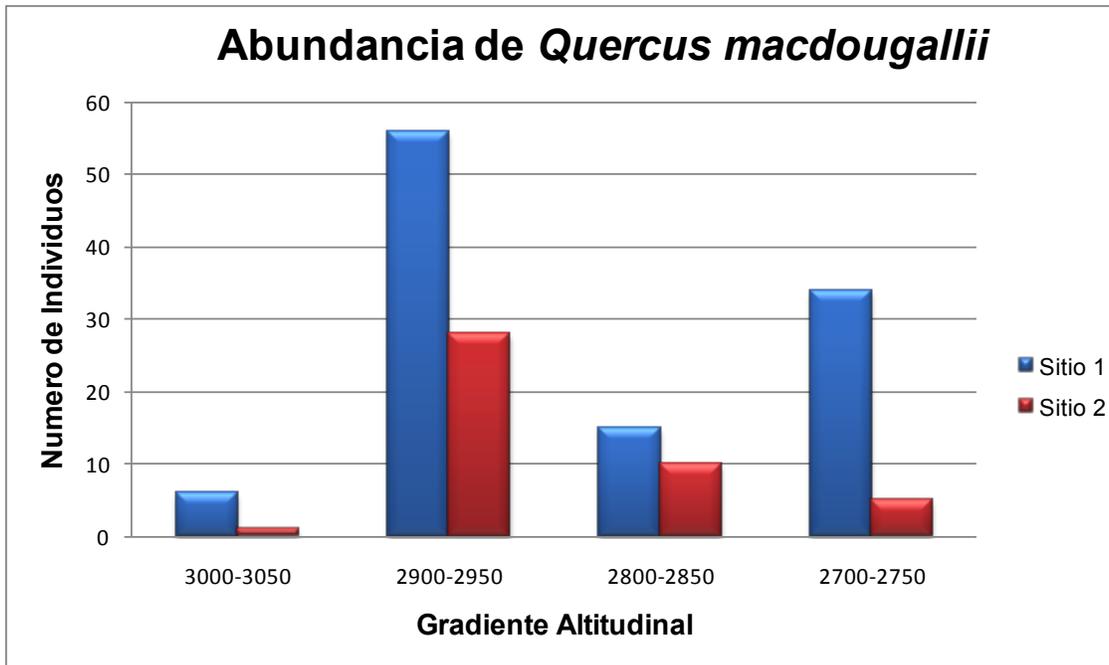


Figura 5.- Numero de individuos por gradiente altitudinal en Sitios 1 (Cerro Mirador) y 2 (Cerro Pelón), ubicados en territorio de Santiago Comaltepec, Oaxaca.

Cabe resaltar que la menor presencia de individuos de *Q. macdougallii* en ambos sitios es el de 3050 (Fig. 4). De manera particular, las especies de encinos presentan límites altitudinales naturales en su distribución, que pueden llegar hasta los 3300 y 3500 msnm (Valencia, 2004; Valencia y Nixon, 2004). En nuestro estudio, la especie presenta un límite altitudinal por debajo de los 3100 msnm.

Se encontró que el número de individuos por categoría de altura (Fig. 6-7) y categoría diamétrica (Fig. 8-9) difieren significativamente entre sitios ($H= 13.71$, $P = 0.034$) y altitudes ($H= 22.07$, $P = 0.015$). Se obtuvo que en el sitio 1 la categoría de altura presenta un número de individuos diferente en las cuatro altitudes analizadas. En los sitios de 3050 y 2850 existe ausencia de individuos en las categorías menores a 60 cm, mientras que en las altitudes de 2950 existen individuos en todas las categorías de tamaño (Fig. 6). En el sitio 2 la categoría de altura que mostro individuos en todas las categorías (con excepción de la 30-60 cm) es la altitud de 2850, mientras que la altitud de 3050 solo tiene individuos en la categoría 3, y las altitudes de 2750 y 2950 en las categoría 6 (Fig. 7).

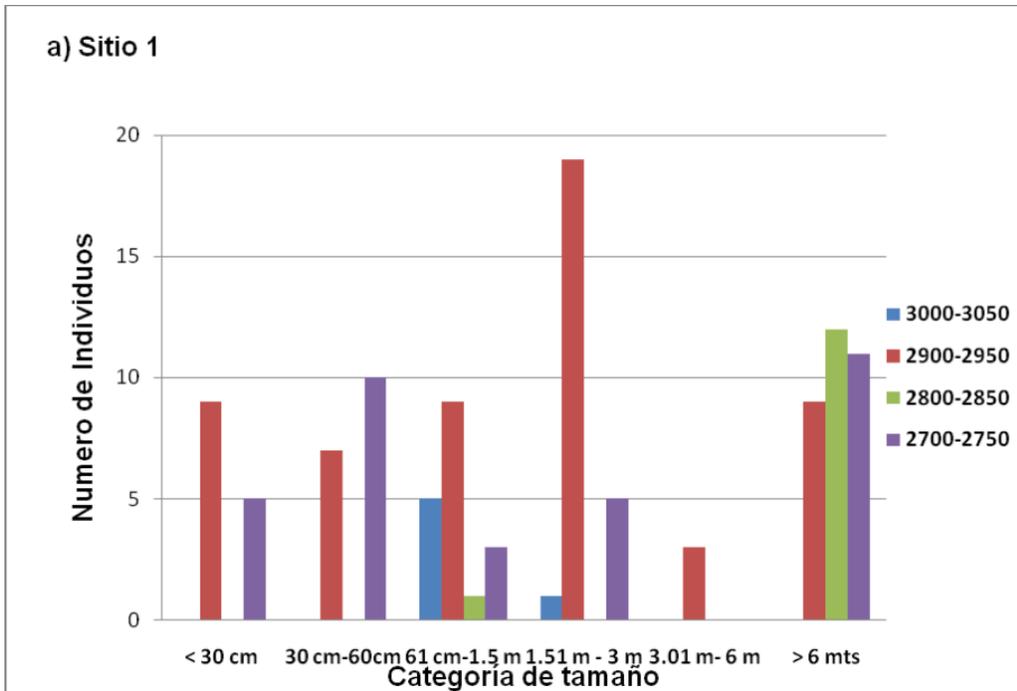


Figura 6.- Individuos de *Quercus macdougalii* por categoría de tamaño (altura), por gradiente altitudinal del primer sitio de muestreo “Cerro Mirador”, ubicado en territorio de Santiago Comaltepec, Oaxaca.

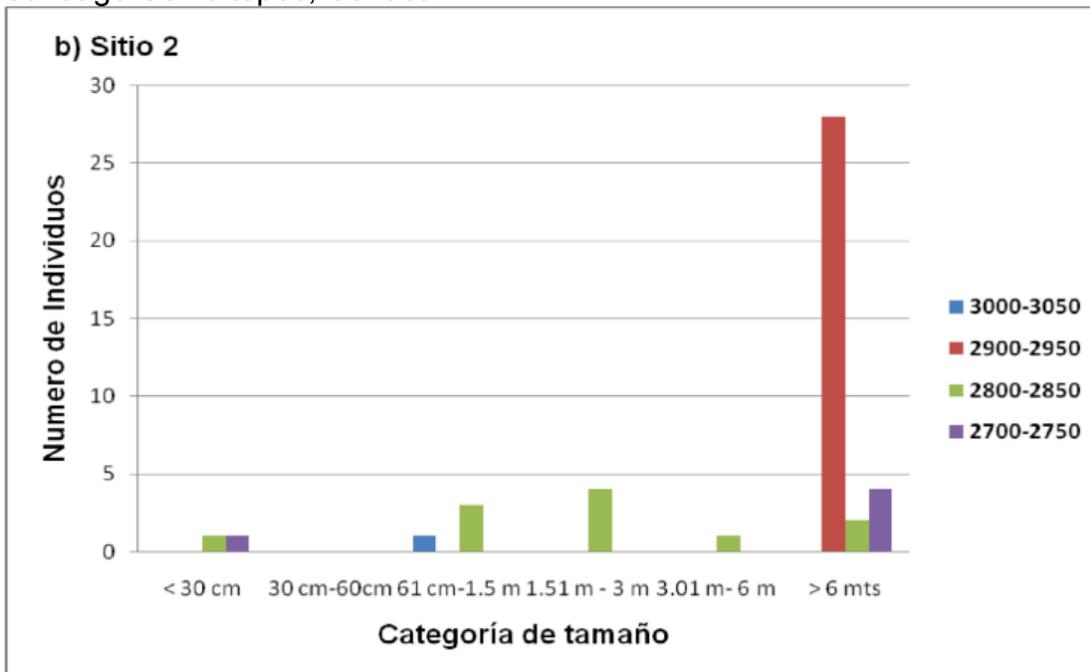


Figura 7. Individuos de *Quercus macdougalii* por categoría de tamaño (altura), por gradiente altitudinal, del Segundo sitio de muestreo “Cerro Pelón”, ubicado en territorio de Santiago Comaltepec, Oaxaca.

Por otro lado, a nivel dasométrico se obtuvo que el sitio 1 presenta dos sitios (2750 y 2950) con la forma de j invertida, al tener un mayor número de individuos menores a 5 cm de diámetro, éstas alturas además, presentan individuos en todas las categorías de tamaño, con

excepción de la de mayor a 80 cm (Fig. 8). En cambio la altitud de 3050 solo tiene individuos presentes en las categorías de diámetro intermedias, mientras que la de 2850 presenta de la segunda hasta la última categoría ambas en bajo número (Fig. 8).

Adicionalmente, los resultados indican que el sitio 2 tiene una mayor distribución de individuos en las cinco categorías dasométricas en los 2850 msnm con excepción de la categoría de 40-80 cm, en esta categoría existe un mayor número de individuos que se concentran en los 2950 msnm (Fig. 9). En el sitio se encontró que no existen individuos de diámetros menores de 20 cm en 2950, 2750 y 3050, de igual manera existe ausencia de plántulas (< 5 cm) en estos sitios. Es preciso mencionar que en el gradiente de 3050 se encontró individuos de 40-80 cm de diámetro, producto de rebrote o crecimiento clonal.

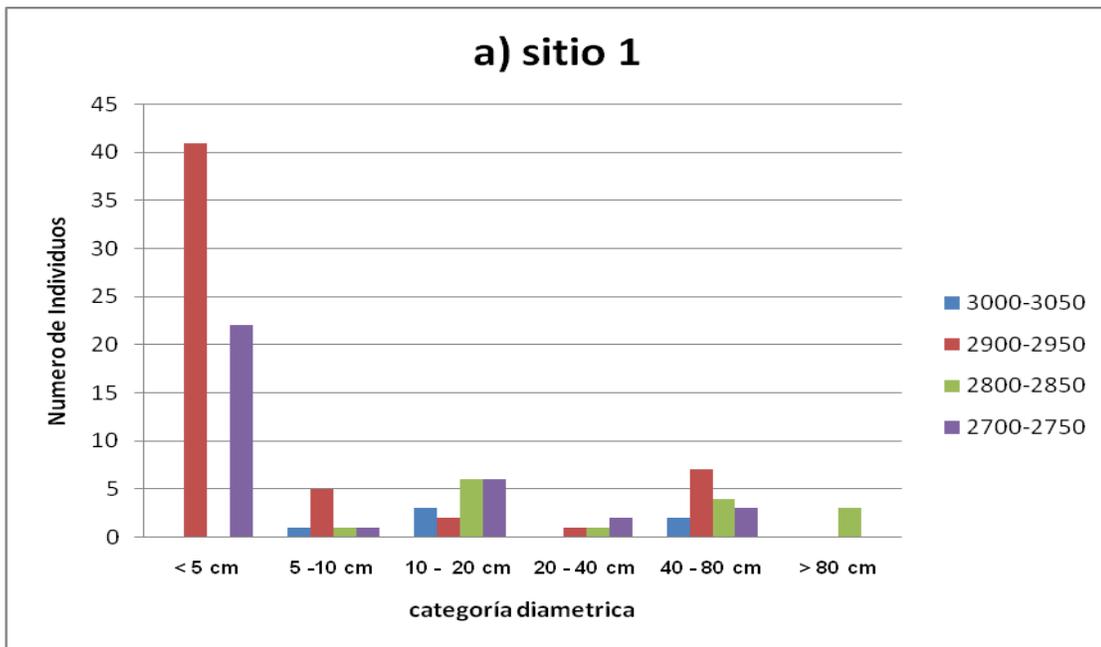


Fig. 8.- Individuos de *Q. macdougalii*, por categoría dasométrica distribuidos en los gradientes altitudinales muestreados de Cerro Mirador.

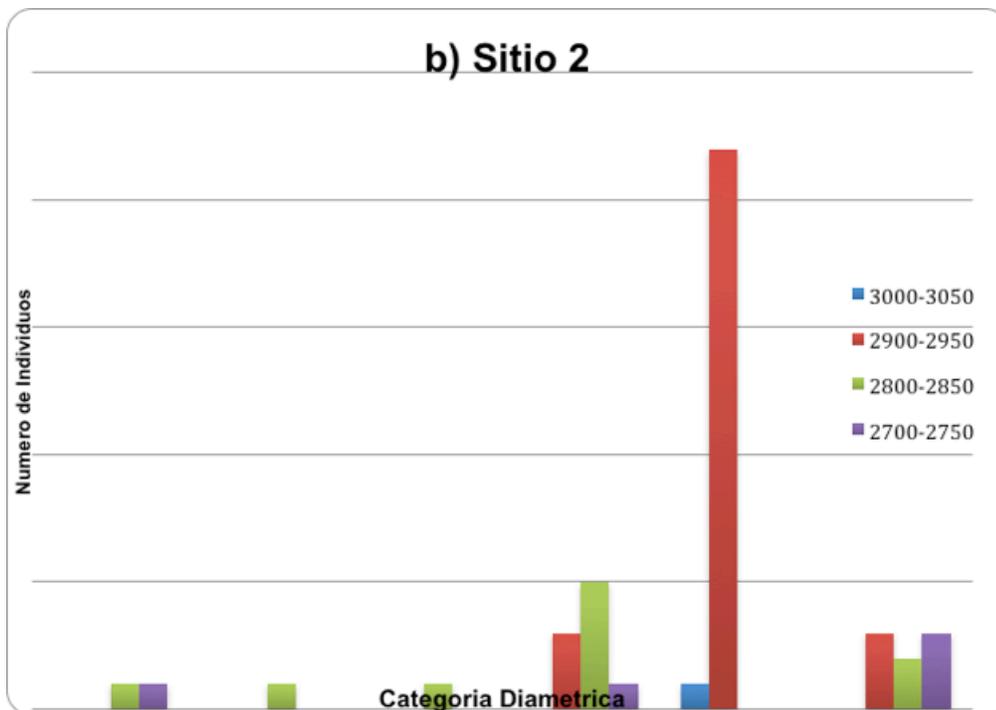


Fig. 9.- Individuos de *Q. macdougalii*, por categoría dasométrica distribuido en cuatro gradientes altitudinales en Cerro Pelón.

De manera particular, los incendios han sido el principal factor de disturbio que ha moldeado y mantenido los ambientes en que prosperan los encinos (Abrams, 1992; Kimmins, 2004). En el área de estudio, este factor de perturbación ha estado presente en dos períodos, uno ocurrido en 1983 y el otro en 1998, así como heladas severas en 2008, que afectaron la estructura de los bosques de encinos y pino-encinos (Robson, 2008). Zavala-Chávez (2000) menciona que el fuego es parte fundamental para la estructuración de la población de una especie. Para el área de estudio, Robson (2008) sugiere que la presencia de disturbios naturales en sinergia con manejo forestal, pueden propiciar un cambio en la estructura de la vegetación de un bosque de encino o bosque de encino-pino a uno dominado exclusivamente por pino.

Este aspecto es observado en los sitios de estudio, donde el factor de perturbación tiene un efecto en la abundancia de la especie y en como se conforma la estructura de la vegetación, por procesos de sucesión ecológica, que afectan negativamente a la regeneración de la especie.

Abundancia de Especies Arbóreas

En los sitios 1 y 2, se encontró que la mayor presencia de especies arbóreas se encuentra en el gradiente altitudinal de 2850 para el sitio 1, y para el sitio 2 se encontró a los 2950 (Tabla 12). Cabe mencionar que la densidad de *Quercus macdougalii*, en comparación con las demás especies arbóreas es mayor solo en el gradiente altitudinal de 2950 del Sitio 1. Esto refleja procesos de heterogeneidad ambiental propiciados por el gradiente altitudinal como se sugiere para especies forestales en otros estudios (Álvarez-Moctezuma *et. al.*, 1999; Kimmins, 2004; Benavides-Martínez *et. al.*, 2007) y a procesos de reemplazo debido a sucesión ecológica ocasionados por los disturbios (Kimmins, 2004; Smith y Smith, 2006).

Tabla 12.- Abundancia de especies arbóreas en los Sitios 1 y 2, ubicados en el paraje “Agua Fría” en Santiago Comaltepec, Oaxaca.

Especies	Sitio 1				Sitio 2			
	3050	2950	2850	2750	3050	2950	2850	2750
<i>Quercus macdougallii</i>	6	56	16	21	1	29	11	5
<i>Quercus laurina</i>	3	21	80	29	2	26	11	25
<i>Pinus ayacahuite</i>	0	5	2	0	0	2	3	7
<i>Pinus hartwegii</i>	12	0	0	0	13	0	0	0
<i>Pinus patula</i>	17	0	0	3	4	0	3	0
<i>Litsea glaucences</i>	1	0	0	0	0	0	5	0
<i>Clethra hartwegii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Gaultheria acuminata</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Quercus crassifolia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0

Los datos obtenidos y analizados en 8 sitios de muestreo representan en total dos Hectárea (20,000 m²) de muestreo. En esta área se identificaron nueve especies arbóreas con un total de 444 individuos muestreados; tres especies de *Pinus* (*Pinus ayacahuite* Ehren, *Pinus harwegii* Lindl., *Pinus patula* Schl. & Cham. Var. *Patula*); tres especies de *Quercus* (*Quercus laurina* Humb. et Bonpl., *Quercus crassifolia* Humb. y la especie en estudio *Quercus macdougallii* Martínez.); *Litsea glaucences* Humb., Bonpl. & Kunth var. *glaucescens*; *Gaultheria acuminata* Schldl. et Cham.; *Clethra Hartwegii* Britton. La baja abundancia de especies, apoya la aseveración de Pulido (2002) que sugiere que los bosques de la zonas templadas se caracterizan por una estructura arborea con diversidad baja.

La especie endémica en estudio *Quercus macdougallii* tiene un abundancia de 145 individuos en las 8 parcelas muestreadas (Sitio 1 y 2), dentro de las Parcelas del Sitio 1 y 2950 msnm se obtuvo la mayor densidad de 0,0224 ind/m² mientras que la menor densidad se encontró a los 3050 msnm con un valor de 0.0024 ind/m². La especie estuvo presente en todos los sitios muestreados. El valor de importancia (IVI) de la especie varía entre gradiente, siendo mayor a los 2950 y 2750 con un IVI de 66.4% y 36%, respectivamente.

En el Sitio 2, la abundancia total de *Quercus macdougallii* es una tercera parte de la obtenida en el sitio 1 con 46 individuos. La densidad tiene un comportamiento similar al sitio 1, con una variación menor de 0.0004 ind/m² a los 3050 msnm y la mayor de 0.0116 ind/m² a los 2950 msnm. El valor de importancia de *Quercus macdougallii*, es mayor en el gradiente de 2950 msnm, con 50%, respecto al 31% obtenido a los 2850.

De manera particular, la densidad obtenida en la especie, es muy baja, de acuerdo a la calificación de abundancia dada por Gallegos (2002), menor a un

individuo por m². Esto puede generar que las poblaciones de una especie sean más susceptibles a desaparecer por procesos de perturbación (Kattan, 2002).

En el Tabla 12 se muestra que la especie *Quercus macdougallii* esta presente en todos los gradientes altitudinales. El valor de importancia de la especie, es mayor en el gradiente de 2950 (IVI = 68.03) y el menor de 36.68 a los 2750, en el sitio 1. En contraste, en el sitio 2, el valor de importancia de los gradientes 2950 y 2850 son menores (49.99 y 30.97, respectivamente).

De manera general, en sitios con poco disturbio la especie dominante es *Q. macdougallii*, esto en altitudes de 2950 y 2850. En contraste, a mayor altitud la especie dominante son los pinos. Existen diferencias entre sitios, dado que en el sitio 1 *P. hardewii* presenta el mayor valor de importancia, sin embargo en el sitio 2, lo es *P. patula*. Este contraste en IVI, es debido a una reforestación realizada precisamente con *P. patula* en el sitio. Escenario similar se observa a los 2850 en el sitio 1, donde la especie con mayor IVI es *Q. laurina*, dicho valor es propiciado por actividades de manejo forestal en la zona, que facilitan una mayor colonización de esta especie. *Q. laurina* se comporta como una especie secundaria, que aprovecha los disturbios para desplazar a *Q. macdougallii*, una especie primaria asociada a condiciones ambientales relativamente más estables, aspecto que ha sido reportado en otros encinos por Zavala-Chávez (2000).

Distribución espacial

La distribución espacial de los individuos, se muestra en la Figura 10, con un 95 % de confiabilidad. Se encontró que los individuos dentro de la zona de estudio presentan una distribución agregada a cortas y medianas distancias y una distribución al azar a grandes distancias. En el caso particular, de *Q. macdougallii*, como de otras especies de encinos presentan una dispersión de semillas por gravedad, lo que propicia una dispersión a cortas distancia y una distribución agregada. De igual manera, presentan selección de hábitat particulares para la germinación de semillas, sitios que generalmente son escasos en las poblaciones, y pueden propiciar una distribución al azar.

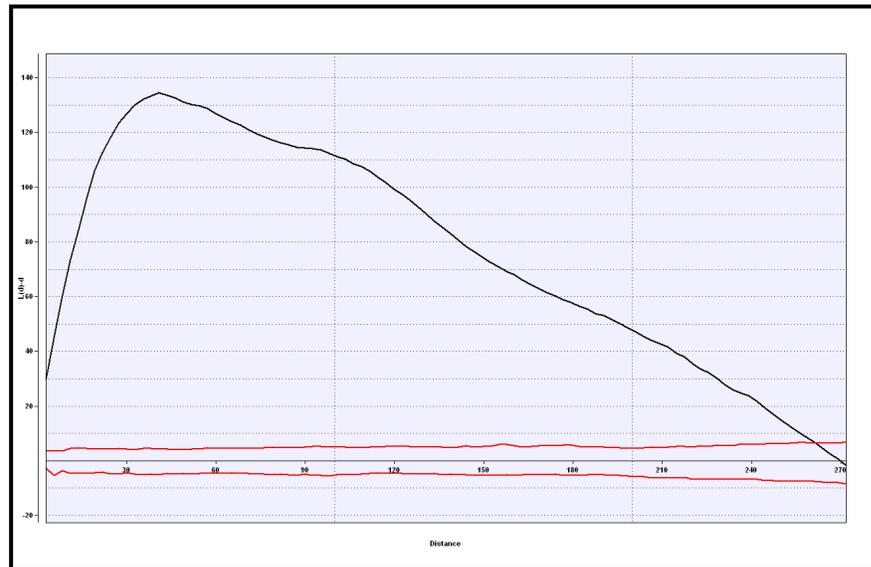


Figura 10. Función K-Ripley para el análisis espacial de *Q. macdougallii* en los sitios 1 y 2 de muestreo.

Los estudios sobre distribución de especies pueden realizarse desde escala local o de paisaje. De manera particular, la escala local puede indicar el área preferencial en el que las especies pueden vivir. John et al. (2007) reportan la distribución de especies esta determinada por el substrato o tipo de suelo al tipo de suelo. En nuestro estudio, se encontró que a escala local, la propiedad química y contenido de macronutrientes en el suelo son un factor que afecta la distribución de *Q. macdougallii*, el análisis multivarido (componentes principales) explica un 99% de la varianza acumulada siendo la conductividad eléctrica, porosidad y contenido de potasio y sodio los que presentan una mayor varianza y los gradientes altitudinales de 2950 y 2750 msnm una relación negativa (Tabla 13, Fig. 11).

De igual manera indica que la altitud tiene un efecto significativo en la distribución de la especie en el área de estudio (Fig. 11). La distribución de la especie se encuentra restringida a los límites altitudinales que van desde los 2650 a los 3070 msnm, distribuyendo a lo largo de la cadena montañosa: Cerro Zacate, Cerro Pelón, Cerro El Mirador, Cerro Humo Chico y Cerro Humo Grande. Esto indica que *Q. macdougallii* es una especie rara restringida a un hábitat específico y condiciones geográficas particulares, por lo que cualquier modificación a su hábitat puede poner en peligro a la especie.

Este aspecto es necesario tomarse en cuenta ya que los resultados de perturbación en la zona de estudio (incendio, aprovechamiento forestal, deslaves, agricultura, ganadería, etc.), indican una mayor perturbación a los 2850 de ambos sitios debido a manejo forestal y 2950 del sitios Sitio 1 y 2 (Tabla 13) debido a incendio, áreas que presentan la mayor abundancia de la especie e individuos de mayor porte, lo cual debe tomarse en cuenta para la conservación de la especie.

Tabla 13.- Grado de Perturbación para cada gradiente altitudinal muestreado, en sitios de el Cerro El Mirador, Santiago Comaltepec, Oax.

Grado de Perturbación	Sitio 1				Sitio 2			
	Gradientes Altitudinales				Gradientes Altitudinales			
	3000-3050	2900-2950	2800-2850	2700-2750	3000-3050	2900-2950	2800-2850	2700-2750
Sin perturbación	0	x			x			
Poca perturbación	1		x			X		
Media perturbación	2			x				
Muy perturbado	3			x			x	x
Porcentaje de Pendiente	10	45	30	20	45	39	26	10

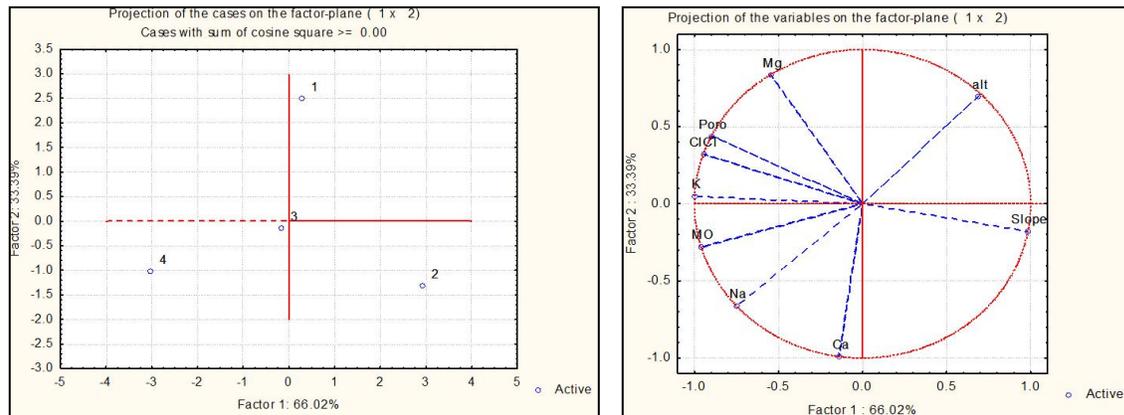


Figura 11. Análisis de Componentes Principales (PCA), para determinar los factores que afectan la distribución de *Quercus macdougalii*.

2.1.2.3. Análisis de las bellotas (Clark-Tapia et al. en revisión)

2.1.2.3.1. Métodos

Colecta de bellotas.- En la segunda semana de noviembre de 2009 se realizó un recorrido por tres poblaciones (Cerro Zacate, Cerro El Mirador y Cerro Humo Chico) abarcando un área total de 50 hectáreas con la finalidad de encontrar y georeferenciar con un GPS marca Garmin individuos reproductivos. Posteriormente, en la segunda semana diciembre, se visitó nuevamente a los individuos reproductivos (n =17; 2% del total de árboles reproductivos), de los cuales sólo tres produjeron bellotas. De éstos árboles se recolectaron directamente del árbol 250 bellotas de cada uno, haciendo un total de 750 bellotas.

Viabilidad de bellotas.- Se confirmó que las bellotas recolectadas estuvieran maduras de acuerdo a los indicadores de madurez como son color y separación entre cúpula y la bellota. Las bellotas obtenidas se transportaron al Laboratorio de Estudios Ambientales, área de Ecología (LEA-E), donde se lavaron y desinfectaron con agua destilada, hipoclorito de sodio al 10% y un fungicida (Kaptan). Posteriormente, se sumergieron en agua destilada durante 48 horas para hidratarlas y extraer las nueces parasitadas o vanas (Gribko y Jones, 1995). Las bellotas que flotan se consideran no viables (sin capacidad germinativa), debido a la destrucción del endospermo por insectos o por pudrición. Por otro lado, los frutos que se hundieron tienden a estar libres de hongos, de insectos, con endospermo y embrión viable para germinar (Hartman y Kester, 1981).

Categorías de tamaño.- El peso de las semillas se determinó en una balanza analítica Velab LA-204 y con un vernier se midió la longitud y ancho de cada bellota. Se establecieron tres categorías de tamaño con base en el peso fresco de las bellotas: pequeña (0.350-1.045 g), mediana (1.045-1.700 g) y grande (>1.701 g). Las categorías se establecieron de manera cualitativa, procurando que cada categoría de tamaño tuviera el mismo tamaño de muestra, con la finalidad de contar con un diseño estadístico balanceado.

Se seleccionaron 100 bellotas para determinar su contenido de humedad con base en su peso seco (PS), éstas se colocaron en un horno de secado a 82 °C durante 18 h y posteriormente, en un desecador para su enfriamiento y pesado. Se realizó un análisis de regresión lineal para determinar si la pérdida de humedad (Peso Fresco-Peso Seco) se encuentra relacionada con el tamaño de la bellota. Adicionalmente, se realizó el análisis de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (K-S) de la distribución de frecuencias del peso de las semillas.

Germinación.- El experimento se realizó para evaluar el efecto del tamaño de la semilla sobre el porcentaje de germinación y germinación acumulada bajo condiciones de laboratorio e *in situ* (Cerro El Mirador). Una vez establecidas las categorías de tamaño y remojadas con agua durante 48 h con la finalidad de homogeneizar el tiempo de germinación de las nueces, se colocaron en charolas de plástico con agrolita humedecida. Se utilizó charolas exclusivas para categoría de tamaño (70 bellotas por categoría, durante) y se aplicó riego semanalmente. Una vez germinada, la plántula fue colocada en bolsas de plástico negra (8x14 cm), las cuales contenían sustrato de la misma área de procedencia de los árboles madre, agrolita y hojarasca triturada. Asimismo, se colocaron en diciembre 210 bellotas (70 por categoría) en campo debajo de los árboles madre, la bellota se colocó 0.5 cm bajo la hojarasca y no se aplicó riego a este tratamiento. El seguimiento de germinación se efectuó semanalmente y se consideró germinada la bellota en el momento en el que la radícula emergía aproximadamente 5 mm. El periodo de germinación estudiado para ambos años comprendió cinco meses (diciembre- mayo). Se utilizó un análisis de varianza de una vía para analizar el efecto del tamaño de la semilla sobre la germinación, tanto en campo como en el

laboratorio. Asimismo, se aplicó un análisis de varianza de dos vías (tamaño de la semilla y sitio) para comparar la germinación de las semillas.

Supervivencia.- Este parámetro se registró cada tercer día tanto *ex situ* como *in situ* durante cinco meses. El efecto del tamaño de la bellota sobre la supervivencia de plántulas, se analizó con un análisis de varianza de una vía. Los datos de supervivencia se transformaron para estabilizar la varianza (raíz cuadrada del arcoseno) antes de aplicar el análisis de varianza.

2.1.2.3.1. Resultados

Viabilidad.- Se encontró una alta viabilidad de las bellotas (87.3%), una baja infestación por curculeónidos (8.7%), así como una baja pérdida de semillas por depredación (4%). La prueba de chi-cuadrada no mostró diferencias significativas en la infestación y depredación entre categorías de tamaño ($\chi^2=6$; $P=0.199$). Sin embargo, las bellotas medianas y grandes presentaron una mayor infestación, mientras que la depredación fue mayor en las bellotas pequeñas y medianas (Fig. 12).

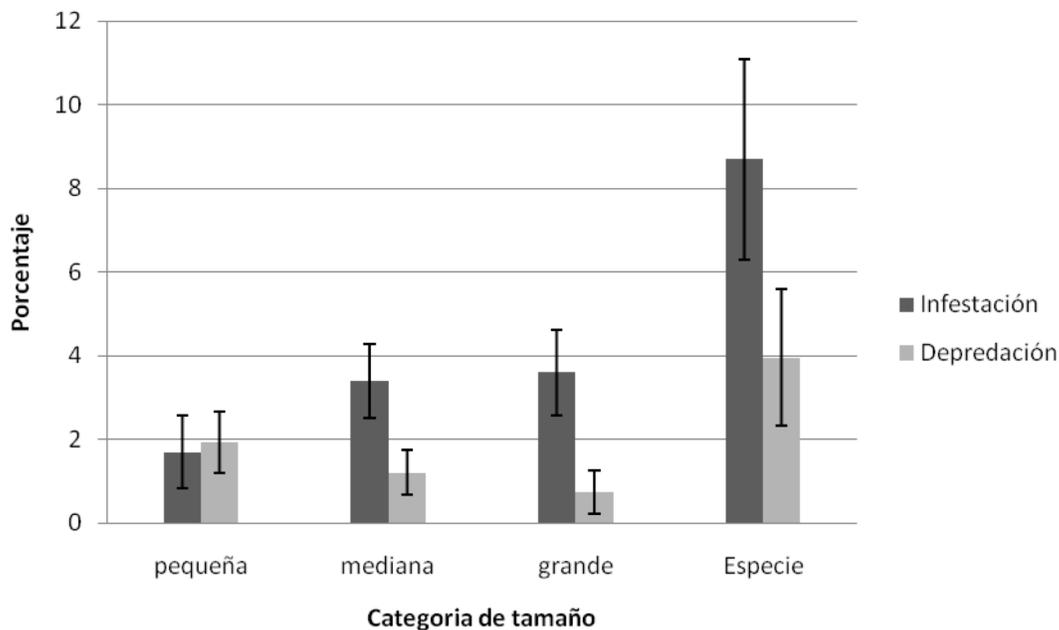


Figura 12.- Porcentaje de infestación y depredación en bellotas de *Q. macdougalii* a nivel de especie y por categoría de tamaño.

Categoría de tamaño.- El peso en gramos de las bellotas en cada categoría de tamaño fue de: pequeña = 0.78 ± 0.19 , mediana = 1.34 ± 0.18 , grande = 2.33 ± 0.42) y el peso promedio para todas las bellotas ($n = 600$) fue de 1.32 ± 0.59 g. La longitud de las bellotas se correlacionó positivamente con el peso fresco ($r = 0.957$, $P < 0.001$, por lo que se infiere que, al aumentar la longitud de la bellota, aumenta también su peso. Adicionalmente, se encontró una relación lineal entre el peso fresco y peso seco ($r^2 = 0.785$, $P = 0.001$), que sugiere un incremento de

humedad conforme se incrementa el peso, siendo además un buen indicador de la cantidad de reservas almacenadas. Además, el patrón de distribución del peso de las semillas no mostró una distribución lognormal (prueba K-S, $d = 0.098$, $P < 0.001$).

Germinación.- El porcentaje de germinación fue mayor conforme se incrementa el tamaño de bellota, siendo esta diferencia significativa entre categorías en el LAE-E ($F = 95.75$, $P < 0.001$), mientras que en campo la categoría grande difiere significativamente de las otras dos ($F = 10.94$, $P < 0.001$) (Fig. 13). El porcentaje total acumulado de germinación de todas las categorías de tamaño fue significativamente diferente entre sitios ($F = 7.31$, $P < 0.001$), siendo mayor en el LAE-E (55%) que en el campo (23%). Por otro lado, el 50% de germinación se alcanzó en 54 días en el LAE-E, mientras que en campo es menor al 20%. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas ($F = 2.49$, $P = 0.96$) en los tiempos de germinación entre categorías de tamaño. Sin embargo, se observa que durante los primeros doce días, existe mayor germinación de semillas grandes, diferencia que se asemeja a las pequeñas y medianas conforme transcurre el tiempo (Fig. 14). Se observó además, que sólo las semillas de la categoría grande alcanzaron una germinación superior al 50%, mientras que la germinación en semillas medianas y pequeñas es inferior al 40%.

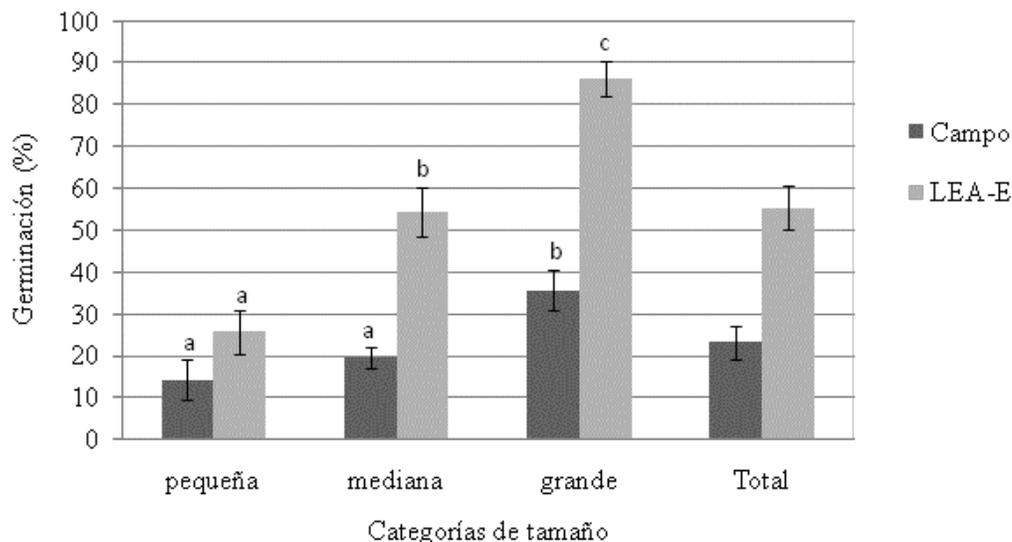


Figura 13.- Porcentaje de germinación en las tres categorías de tamaño de las bellotas y total en *Q. macdougalii*. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las categorías de tamaño ($F = 95.75$, $P = 0.001$).

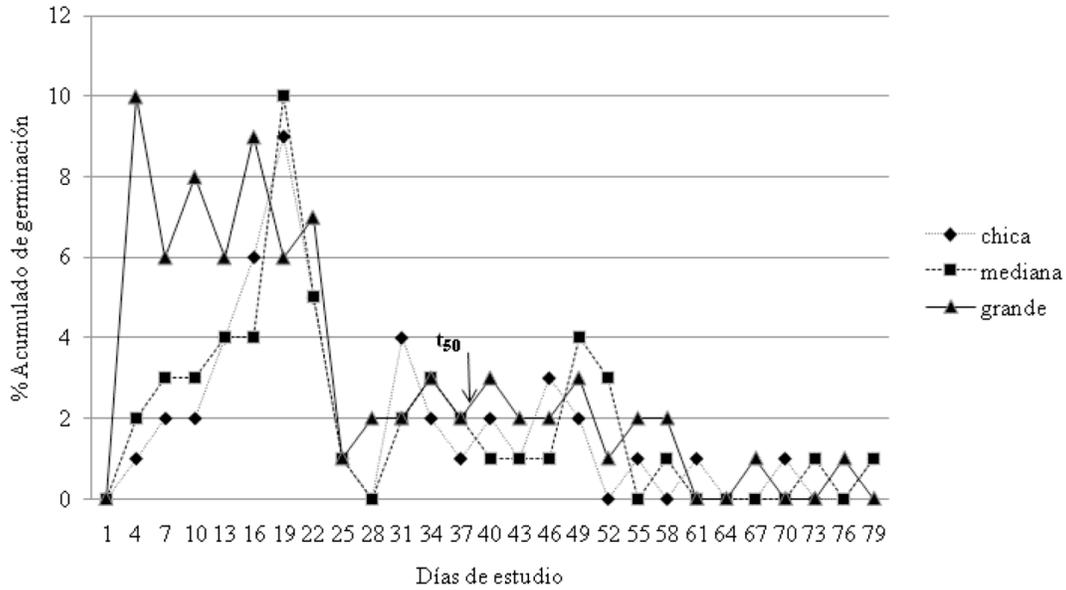


Figura 14.- Curva de germinación acumulada de *Q. macdougalii* por categoría de tamaño. Se indica con una flecha el tiempo en el que las semillas sembradas alcanzó el el 50% de germinación.

Supervivencia.- La supervivencia de las plántulas es significativamente mayor en LAE-E que en el campo ($F = 42.59$, $P=0.001$; Fig. 15). La supervivencia de las plántulas en el LAE- mostró que plántulas provenientes de las bellotas grandes diferes significativamente de las chicas y medianas ($F = 5.45$, $P=0.05$). En campo, se obtuvo que la supervivencia de las plántulas provenientes de las bellotas pequeñas, difiere significativamente de las medianas y grandes ($F = 8.050$, $P=0.001$; Fig. 15). La mortalidad de plántulas es mayor durante el primer mes de estudio en las tres categorías de tamaño (55% bellotas pequeñas, 48% medianas y 40% grandes) y disminuye posteriormente conforme transcurre el tiempo; siendo la mortalidad del primer mes diferente significativamente de los otros meses ($F = 52.81$, $P<0.001$).

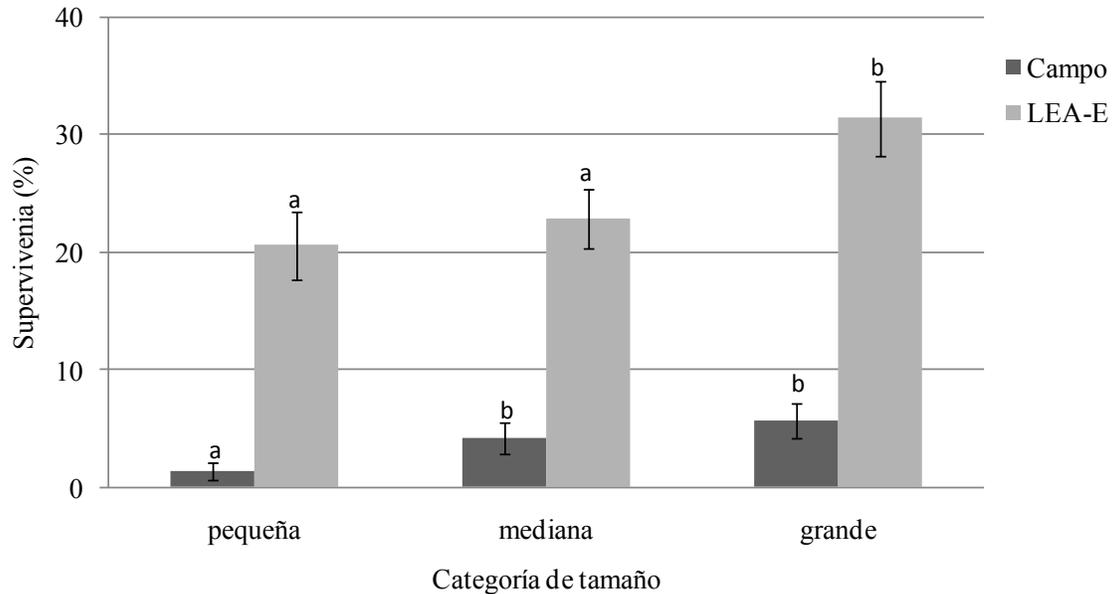


Figura 15.- Porcentaje de supervivencia de plántulas en las tres categorías de tamaño de las bellotas de *Q. macdougalii*. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las categorías de tamaño ($P = 0.001$).

2.2. Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.

2.2.1. Relevancia ecológica.- Es una especie asociada a otras especies micro endémicas “conocidas” de la vertiente Cerro Zacate-Cerro Humo Grande (e.g. el roedor *Habromys chinanteco* y la hierba *Maianthemum comaltepecense*). Está región es hábitat de diversas especies de fauna mayor como el jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Esta zona es el parteaguas de la subcuenca Valle Nacional, y punto de nacimientos de diversos manantiales, arroyos y ríos que no solo abastecen de agua a diversas comunidades de la región (e.g. Santiago Comaltepec, San Pedro Yólox, Macuilianguis, etc.) y donde la especie juega un rol ecológico predominante en la captación y escurrimiento de agua.

2.2.2. Relevancia taxonómica: Especie de encino micro endémica de Sierra Juárez, Oaxaca. Junto con *Quercus mulleri* Trel., otra especie microendémica del Distrito de Yautepec, Sierra Sur, cuya distribución no es mayor a 30 km² (por tiempo no fue posible realizar el diagnóstico para su incorporación en la lista), representan a los dos únicos encinos endémicos exclusivos de Oaxaca.

2.2.3. Relevancia cultural: en el pasado su madera era utilizada para la fabricación de mangos de hacha, actualmente se utiliza como combustible (leña). En San Pedro Yólox, dentro del área de distribución de *Q. macdougalii* (Cerro Zacate) se encuentra una capilla a donde sus habitantes acuden en procesión cada semana Santa.

2.2.4. Relevancia económica: El área de distribución de la especie, que comprende la vertiente y parteaguas de la subcuenca Valle Nacional podría ser implementada como una zona de pago por servicios hídricos o ambientales, al ser el punto de nacimientos de diversos manantiales y ríos que posteriormente escurren hacia el Papaloapan.

Indirectamente, su inclusión en la lista puede favorecer al manejo forestal comunitario practicado en la región, ya que la protección de la especie brindaría aspectos favorables de un manejo sustentable del bosque, requisitos de la certificación forestal.

2.3. Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población, así como la evaluación de la importancia relativa de cada uno.

- 1) El proceso de cambio de uso suelo hacia actividades ganaderas. Sería necesario evaluar el efecto del ganado en la regeneración de las especies presentes en la zona. Observaciones preliminares indican que la presencia de ganado impide la regeneración de las especies de encinos por pisoteo.
- 2) La zona se encuentra inmersa dentro de una unidad de manejo forestal. Las prácticas comprenden matarrasa en franja. Estudios preliminares indican que la especie en cuestión es altamente susceptible a la apertura de grandes claros. No tolera alta incidencia lumínica y es fácilmente desplazada por otras especies de encinos y especies de ericáceas. (ver siguiente sección)
- 3) Los incendios, aunque son poco frecuentes, se han presentado dos en un lapso de 20 años. Uno en 1983 y otro en 1998 que afectó 127 ha, y ocasionó una gran mortandad de individuos juveniles y plántulas de *Q. macdougalii*. Los individuos adultos, sufrieron graves daños y por rebrote han ido recuperándose, sin embargo el 85% aún no produce semillas. Se están elaborando estudios de restauración pasiva y análisis reproductivos.

Resumen de las Medidas de prevención y mitigación a las amenazas reales y potenciales

Amenaza/Acciones preventivas	Instituciones participantes	Tiempo de aplicación
Evitar el cambio de uso de suelo	Comunidades, Servicios Técnicos Forestales, SEMARNAT, Académicos	Permanente
Implementación de mejores prácticas de Manejo Forestal	Comunidades, Servicios Técnicos Forestales, CONAFOR, SEMARNAT Académicos	Permanente
Control de Desastres naturales o inducidos	Comunidades, Servicios Técnicos Forestales, CONAFOR, Académicos	Permanente
Talleres de capacitación	Comunidades, Servicios Técnicos Forestales,	Anual

	Académicos	
Investigación de impacto de las actividades	Académicos	Permanente

2.4. Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, de no cambiarse el estado actual de los factores que provocan el riesgo de su desaparición en México, a corto y mediano plazos.

Reducción drástica de su tamaño poblacional, subpoblaciones más fragmentadas y un reducción en la diversidad genética aún mayor.

2.5. Consecuencias indirectas de la propuesta. Describa las acciones que debería tomar la autoridad como consecuencia de la propuesta de la especie o población en cuestión. En particular:

a. describa la acción específica;

La inserción en la lista de esta especie, no sólo protege a nivel estatal y nacional a la especie, sino que le brinda un valor natural implícito. Las comunidades chinantecas están consientes de la necesidad de conservar sus bosques. Asignarle un valor extra a la especie (inclusión en la NOM-059), puede impulsar la protección de la misma e incluso convertirla en especie bandera de la vertiente Cerro Zacate-Cerro Humo Grande en la búsqueda por pago por servicios ambientales y con ello proteger a la especie e indirectamente a todas las especies que habitan estos bosques.

b. explique la manera en que contribuiría a solucionar la problemática identificada,

Incluir a una especie de encino endémica en una región forestal, representa un gran reto, actualmente no esta lista ningún encino. Estas especies en el ámbito forestal son consideradas plagas, ya que compiten con el pino. Sin embargo no consideran todos los beneficios ecológicos y ambientales que proporcionan.

Incluirla en la NOM, no sólo significaría su protección, sino que daría un impulso a la actividad forestal de la región, ya que uno de los mecanismos para certificación forestal es la protección de especies enlistadas en la Norma Oficial. Por lo que indirectamente el no derribar individuos en áreas forestales de la especie, conlleva a su protección y un beneficio indirecto para los estudios de certificación.

c. si existen otras acciones regulatorias vigentes directamente aplicables a la problemática identificada de la especie, explique por qué son insuficientes.

Actualmente, no existen acciones regulatorias vigentes.

2.6. Análisis de costos. Identifique los costos y los grupos o sectores que incurrirían en dichos costos de ser aprobada la propuesta (por ejemplo costos de capital, costos de operación, costos de transacción, costos de salud, medio ambiente u otros de tipo social); señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.

La información relacionada con el impacto sobre los costos derivados de cambios o pérdida de biodiversidad que ha tenido el cambio de uso de suelo, desastres naturales y actividades forestales sobre la especie en este momento, es insuficiente para construir de manera confiable y preciso en este momento, y es necesario a futuro. Particularmente de los siguientes costos:

Costo por colecta de ejemplares. Si bien la obligatoriedad de obtener autorización para la realización de colecta de ejemplares, parte y derivados de la vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza es preexistente; el cumplimiento de esta disposición no implica erogaciones monetarias para las instituciones nacionales. En cuanto a los costos indirectos y no monetarios para tramitar la autorización correspondiente y cumplir con los requisitos establecidos puede significar únicamente costos de oportunidad por el tiempo invertido en la obtención de los mismos.

Importancia relativa Baja.

Costo por reubicación de ganado. La ganadería extensiva de bovino es una actividad generalizada y poco redituable en el área, y practicada por un número reducido de habitantes, careciéndose de información del número de cabezas presentes en la zona. Conteos realizados preliminarmente indican que el número de cabezas no excede de 10.

Tomando en consideración que el coeficientes de agostadero para los bovinos oscila entre las 30 y las 50 hectáreas por cabeza de ganado, es posible estimar que en el caso de prohibir la actividad en la región, el grado de afectación se considera bajo. Sin embargo, es necesario una concertación comunitaria y el consentimiento de todos los afectados, ya que una reubicación implicaría mayor desplazamiento para el cuidado de ganado.

Importancia relativa media

Costo por modificación en los tratamientos silviculturales. Dentro de los planes de manejo que desarrollan las comunidades está implícito el cuidado y protección de especies incluidas en la Norma Oficial. Indudablemente el costo por evitar extraer en el área de distribución de la especie es alto, sin embargo pueden recuperar dicho valor asignado a la zona como área de protección de recursos hídricos. Esto permite cumplir con uno de los requerimientos de la certificación forestal, además de obtener beneficios indirectos al ofertar la región para fines de pago por servicios ambientales.

Importancia relativa alta

Tabla 14.- Identificación de costos, grupos y sectores involucrados así como la importancia relativa

Sector	Grupos	Costos	Importancia Relativa
Publico	Sociedad en general	No calculado	Alta
Privado	Inversionistas en conservación	No calculado	Media
Educativo	Educación básica y grupos de investigadores externos	No calculado	Media
Federal	Gobierno estatal y federal	No calculado	Alta
Salud	Sociedad en general	No calculado	Media
Medio ambiente	Recursos naturales Servicios ambientales Servicios hidrológicos	No calculado	Alta

2.7. Análisis de beneficios. Identifique beneficios y los grupos o sectores que recibirían dichos beneficios (consecuencias positivas que ocurrirían) de ser aprobada la propuesta; señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.

1. Comunidades, Sector académico y educación

Descripción: Mantenimiento de un campo propicio para la investigación científica y la educación.

Se podría a corto plazo realizar los siguientes estudios.

- Estudio de cambio de cobertura vegetal e implicaciones en servicios hídricos. De interés también para SEMARNAT, organizaciones forestales.
- Estudio de ordenamiento territorial de la región.
- Inventario y estudio poblacional de la fauna y flora presente en la región.
- Programas de reforestación con especies nativas.

El establecimiento de un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio es un objetivo señalado en la fracción IV, del Artículo 45, de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Adicionalmente, el área de distribución de la especie, tiene valor paisajístico con énfasis a ecoturismo, actividad que recientemente se ha impulsado por las

comunidades chinantecas. Al ordenar las actividades que se desarrollen en el Área y obtener el inventario de fauna y flora presente, permitirá desarrollar de manera más sustentable las actividades recreativas.

Importancia: Mediano impacto.

2.- Población en general, incluyendo generaciones futuras

Descripción: mantenimiento de las funciones ecológicas

Los servicios ecosistémicos generados por especies de encinos son considerados altos no sólo por su belleza, sino también por los servicios ambientales que puede proporcionar protección de suelos y captación de agua. Las poblaciones de *Q. macdougalii* tienen posibilidades de mantener grandes fragmentos de paisajes únicos en esta región, además de ser parte fundamental en la dinámica natural de procesos ecológicos de generación de biodiversidad y ambientales en la región.

Como se ha mencionado anteriormente, esta región cuenta con escurrimientos de agua durante todo el año, éstos escurrimientos se infiltran hacia los mantos freáticos dando origen a los manantiales, que resultan vitales para el desarrollo de actividades antropogénicas y donde la especie juega un rol ecológico importante en los procesos de captación y escurrimiento.

Importancia: Alto impacto.

2.8. Una propuesta general de medidas de seguimiento de la especie, aplicables para la inclusión, cambio o exclusión que se solicita.

1.- Prácticas de Manejo Forestal. Actualmente, aún cuando las comunidades practican la matarrasa en franja como tratamiento silvícola, muestran también preocupación y respeto por especies incluidas dentro de la norma oficial mexicana. En 2010 con apoyo de las comunidades y servicios técnicos se inició una reforestación con ejemplares de *Q. macdougalii*, son pocos los ejemplares que sobreviven en la actualidad, por lo cual es necesario seguir impulsando este tipo de programa. Adicionalmente, es necesario mediante talleres hacer notar la importancia de esta región, no sólo por la presencia de la especie, sino por todos los servicios ambientales que les brinda, por lo cual será necesario impulsar una modificación al plan de manejo forestal en esta región.

Para ello es necesario promover mejores prácticas de manejo forestal y definir las actividades que se realizarán en la región donde se distribuye la especie.

Esto se puede lograr concertando asambleas con las comunidades, impartiendo talleres y difundir ampliamente la importancia de conservar a esta especie.

2.- Incendios. No obstante, que es imposible evitar los eventos naturales

(incendios y heladas) que afectan esta región, si es posible controlar los incendios derivados de malas prácticas agrícolas. Talleres y cursos han sido ya impartidos por CONAFOR a las comunidades derivadas de los incendios que afectaron sus bosques y éstas se encuentran organizadas con brigadas contra incendios, dado que son comunidades forestales.

Sin embargo es necesario seguir reforzando el uso de buenas prácticas agrícolas, para evitar un nuevo siniestro.

3.- Vinculación social. La interacción con la sociedad es un aspecto fundamental para lograr el éxito en la conservación de los recursos. La realización de pláticas, cursos y talleres de manera continua con niños, jóvenes y adultos sobre la importancia de la conservación de los recursos, y especies amenazadas, es una estrategia que ha venido realizándose desde 2012. El seguimiento de la vinculación academia y sociedad, debe continuarse, para lograr la conservación de la especie y recursos naturales asociados.

4.- Investigación.- La información que se dispone de la especie aún es insuficiente, más aún de la región. Queda claro hasta el momento que es la especie desempeña un rol ecológico importante en el ecosistema y se encuentra asociada a otros endemismos de flora y fauna. Sin embargo, es necesario seguir impulsando estudios relacionados con los impactos de actividades antrópicas y naturales sobre las poblaciones de esta especie y asociadas.

Se encuentra en proceso diversos estudios: a) listado taxonómico de las especies en esta vertiente, b) un estudio de restauración pasiva y efectos de incendios en la región y c) estudios de manejo de cuencas hidrográficas y la importancia de esta región para la subcuenca de Valle Nacional. Que generarán más conocimiento de esta región y de la importancia de esta especie en esta región.

2.9. Referencias de los informes y/o estudios publicados que dan fundamento teórico y sustento relativo al planteamiento que se hace sobre la especie o población.

- Aldrich, P.R., Michler, C.H., Sun, W., Romero, S.J. 2002. Microsatellite markers for northern red oak (Fagaceae: *Quercus rubra*). *Mol. Ecol. Notes.* 2, 472-474
- Belkhir K., Borsa P., Chikhi L., Raufaste N. y Bonhomme F. 1996-2002 GENETIX 4.04, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier France.
- Abrams, M.D. 1992. Fire and the development of oak forests. *BioScience* 42:346-353.
- Álvarez-Moctezuma, J.G., Ochoa-Gaona, S., de Jong, B.H.J. y Soto-Pinto, M. L. 1999. Hábitat y distribución de cinco especies de *Quercus* (Fagaceae) en la Meseta Central de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 47: 351-358.
- Anacleto, E.C. (en revisión). Abundancia y distribución de *Quercus macdougalii*

- especie endémica de Sierra Juárez. Tesis de Ingeniería Forestal, Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca.
- Benavides, I.F., Burbano., D.L., Urbano, S.M. y Solarte, M.E. 2007. Efecto del gradiente altitudinal sobre aspectos autoecológicos de *Espeletia pycnophylla* ssp. *angelensis* Cuatrec. (Asteraceae) en el Paramo El Infiernillo (Nariño), Colombia. *Actual. Biol.* 29: 41-53.
- Briones-Salas, M. y González, G.. 1999. *Habromys chinanteco* (Rodentia:Muridae) un mamífero endemico poco conocido de la Sierra Norte de Oaxaca. *Avances en Ciencia y Tecnología* 2:15-19.
- CONABIO. 1997. *Provincias biogeográficas de México*. Escala 1 : 4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Espejo, S.A., López-Ferrari, A.R. y Ceja, R.J., 1996. *Maianthemum comaltepecense* (Convallariaceae), una nueva especie del estado de Oaxaca, Mexico. *Acta Bot. Mex.* 36, 21-28.
- Gallego, B.C. 2002. Estructura y composición de un paisaje fragmentado y su relación con especies arbóreas indicadoras en una zona de bosque muy húmedo tropical, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 104 p.
- Gribko, L.S. y Jones, W.E. 1995. Test of the float method of assessing northern red oak acorn viability. *Tree Planter's Notes* 46:143-147.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1981. Propagación de plantas. CECOSA. México. 814 pp.
- IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 January 2014.
- John R., Dalling, J.W., Harms, K.E., Yavitt, J.B., Stallard, R.F., Mirabello, M., et al. 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. *Proc. Natl Acad. Sci. USA.* 104:864–869.
- Kattan, G.H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. pp. 561-590. En: M. Guariguata & G. Kattan (eds.). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional, Cartago.
- Kimmins, J.P. 2004. *Forest Ecology: a foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry*, 3rd Edit. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA. 611 p.
- Martínez, M. 1963. Una nueva especie de *Quercus*. *Anales del Instituto de Biología. UNAM.* 34:147-149.
- Meave, J.A., Rincón, A. y Romero-Romero, M.A. 2006. Oak forests of the hyper-humid region of La Chinantla, Northern Oaxaca Range, Mexico. En: Kapelle, M. (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. Cap: 9, pp: 113-125. Springer-Verlag, Series: Ecological Studies, Vol. 185, 486 p., Berlín. [ISBN: 3540289089][www.springerlink.com/content/r4w7322061666483/fulltext.pdf]
- Molina-Garay, C. 2011. *Diversidad genética y estructura poblacional de Quercus macdougalii, encino endémico de Oaxaca, México*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T.S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR, Santa Cruz. 87. P

- Nei, M. 1977. F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. *Ann. Hum. Genet.*, Lond., 41, 225.
- Pulido, J.F. 2002. Biología reproductiva y conservación: el caso de la regeneración de bosques templados y subtropicales de robles (*Quercus* spp.). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 5-15.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Ripley, B.D. 1977. Modelling spatial patterns (with discussion). *J. Royal Stat. Soc.* 2: 172- 212.
- Robertson, P.B. y Musser, G.G. 1976. A new species of *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae), and a new specimen of *P. simulatus* from southern Mexico, with comments on their ecology. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 47:1-8.
- Robson, J. 2008. Plan de manejo de la biodiversidad, Comunidad Santiago Comaltepec, Distrito de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. 61 p.
- Steinkellner H., Fluch, S., Turetschek, E., Lexer, C., Streiff, R., Kremer, A., Burg, K., and Glössl, J. 1997. Identification and characterization of (GA/CT)_n-microsatellite loci from *Quercus petraea*. *Plant Molecular Biology* 33: 1093–1096.
- Valencia, A.S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53.
- Valencia A. S. y Nixon, K. C. 2004. Encinos. En: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 219-225
- Wright S. 1951. The genetical structure of populations. *Annals of Eugenics*. 15:323-354
- Zavala-Chávez F. 2000. El fuego y la presencia de encinos. *Ciencia Ergo Sum* 7:269–276.

2.10. Ficha resumen de la información anterior.

***Quercus Macdougalii* Martínez (1963).**

Nombres comunes: Encino blanco, ma'cué (árbol en forma de cuchara)

Descripción: *Forma.* Árbol perennifolio, de 1 a 2 m; 20 a 25 m (hasta 30 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 40 a 80 cm (hasta 1.8 m). Pertenece al subgénero *Leucobalanus* (encino blanco). *Copa / Hojas.* Copa amplia y redondeada que proporciona una sombra densa; hojas pecioladas, oblongo-elípticas, coriáceas; lámina de 3 – 4 cm de largo por 1–2 de ancho. *Tronco / Ramas.* El tronco tiene un diámetro de 40 a 80 cm o más; ramillas cenicientas, acanaladas, comúnmente aplanadas, de 2 mm de grueso, cubiertas de pelillos multirradiales.

Fruto(s). Fruto anual, sésil, en grupos de 4 o más, comúnmente solo se desarrollan 3 o 4, el dorso con densa pubescencia azulosa, el borde rojizo y ciliado; bellota globosa, castaño obscura, lisa y brillante, de 15 mm de alto por 17 de ancho en la base, con un anillo negro, notable cuando se seca. Florece en mayo-junio y fructifica en octubre y noviembre.

Distribución: Presenta una distribución restringida a la vertiente Cerro Zacate-Cerro Humo Grande, de la región montañosa de Sierra Juárez, Oaxaca. Su abundancia en general es baja variando de pocos individuos dispersos a mas de 3050 msnm a manchones densos entre los 2750 y 2950 msnm. Altitud: (2,600) 2800 a 2950 (3100) msnm.

Estado: Oaxaca

Hábitat: Prospera en laderas de cerros con pendiente de 10 a 60% muy húmedas. El suelo es franco arenoso pardo a negros, porosos con pH muy ácido (3). C(m)(w'')b(i')g templado húmedo con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 1192 mm y una temperatura media anual de 9.75 °C. Presenta requerimientos específicos de sodio y potasio como macronutrientes del suelo. Es una especie esciófila, por lo que en disturbios naturales o antrópicos es fácilmente reemplazada por especies arbóreas heliofilas.

Importancia ecológica: Es una especie asociada a otras especies micro endémicas “conocidas” de la vertiente Cerro Zacate-Cerro Humo Grande (e.g. el roedor *Habromys chinanteco* y la hierba *Maianthemum comaltepecense*). Esta región es hábitat de diversas especies de fauna mayor como el jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Su área de distribución es el parteaguas de la subcuenca Valle Nacional, y punto de nacimientos de diversos manantiales, arroyos y ríos que abastecen de agua a diversas comunidades de la región.

Tipo de vegetación: Bosque pino-encino

Vegetación asociada: *Quercus laurina*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus patula*, *Litsea glaucences*, *Clethra hartwegii*, *Gaultheria acuminata*, *Quercus crassifolia*

Aspectos fisiológicos: *Adaptación.* Especie con requerimientos específicos, sin embargo crece bien en ambientes húmedos y sombreados. *Competencia.* Puede ser desplazada por *Q. laurina* y *Q. crassifolia* en ambientes perturbados, así como por *Clethra hartwegii*, *Gaultheria acuminata*. *Crecimiento.* Especie de lento crecimiento, sin embargo no se disponen de dstos demográficos. *Establecimiento.* Las semillas presentan gran variación en tamaño y peso fresco. El tamaño tiene efecto sobre la supervivencia y establecimiento de las plántulas. El establecimiento y supervivencia se facilita cuando la bellota cae depositada en micro sitios favorables de sombra y humedad.

Regeneración. La regeneración natural de esta especie es escasa de manera en la región. La depredación por roedores, infestación por curculeónidos, así como la falta de sitios sombreados y húmedos impide la germinación de una alta proporción de bellotas.

Semilla: *Almacenamiento / Conservación.* Las semillas son recalcitrantes, es decir no pueden ser deshidratadas ni almacenadas a bajas temperaturas y pierden viabilidad rápidamente conforme pasa el tiempo.

Dispersión. Aves, roedores y ardillas.

Germinación. Tipo: hipógea. La germinación se completa entre las 3 y 5 semanas. El tiempo en que alcanza el 50 % de germinación acumulada en laboratorio es de 54 días, mientras en campo es menor al 20%.

Genética: Presenta valores promedio de diversidad alélica baja ($A_T=26$ y $A_o=8.6$) niveles de diversidad genética moderados ($H_o=0.403$), comparado con otras especies de encinos. Las poblaciones se encuentran en equilibrio de Hardy-Weimberg, una baja diferenciación entre las localidades estudiadas ($F_{ST}=0.021$), un alto flujo génico (<4) y una alta identidad genética entre los sitios estudiados (Molina, 2011).

Estatus: Amenazada

ANEXO NORMATIVO II

METODO DE EVALUACION DEL RIESGO DE EXTINCION DE PLANTAS EN MEXICO

Este método se aplicará exclusivamente para Plantas.

INDICE DE RAREZA

Criterio A. Características de la distribución geográfica

1) b) El área de distribución ocupa más de 1 km² pero <1% del Territorio Nacional = **3**

c2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes (en el caso de localidades se trata de puntos (3 mm de diámetro).

a) 1-3= **3**

3) Número de provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) en las que se encuentra el taxón (o que abarcaba su distribución histórica).

a) 1= **3**

4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano.

b) Distribución no periférica o extralimital = 0

Subtotal del Criterio A = 9 / 11= **0.818**

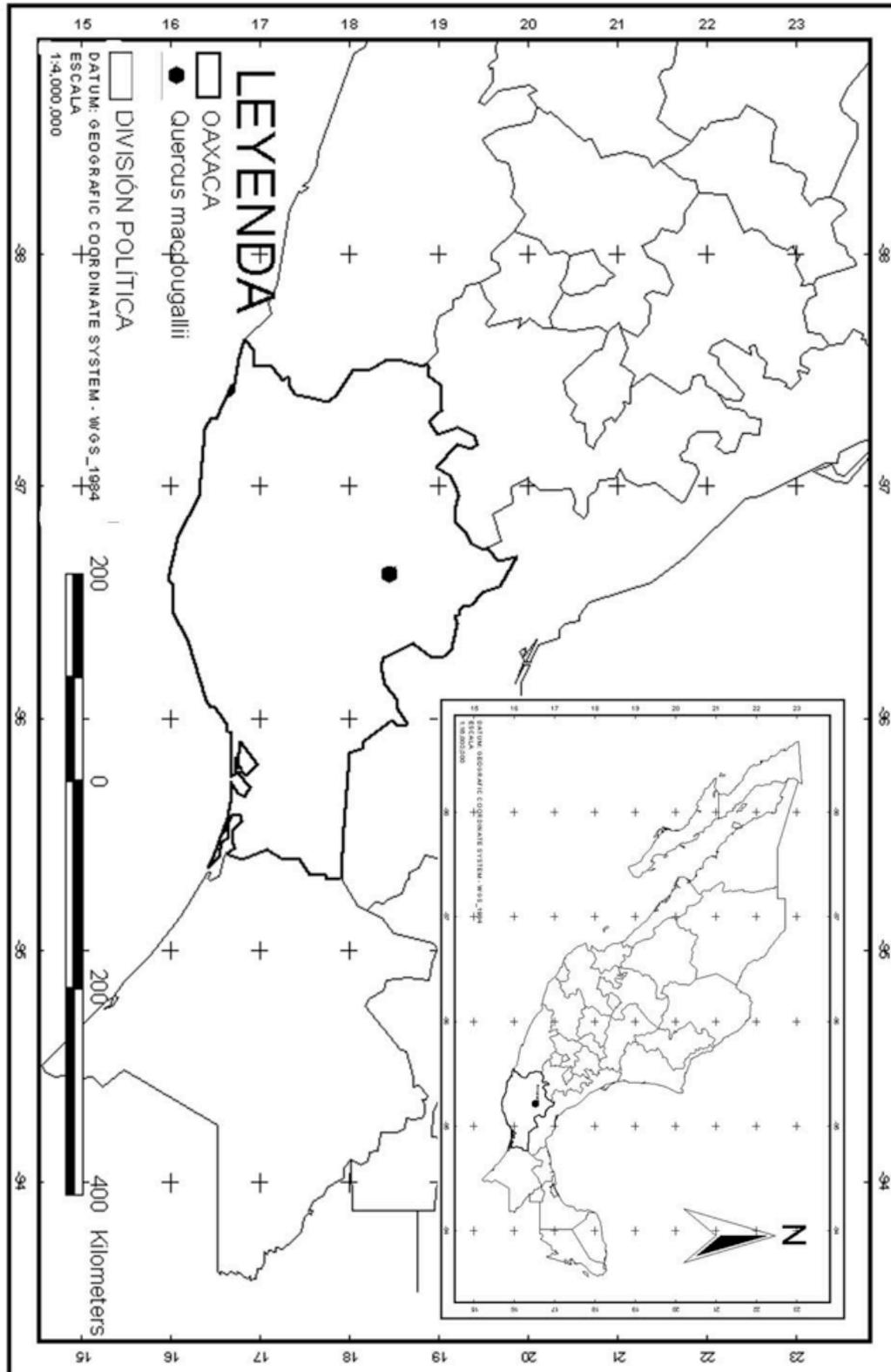


Figura 16. Mapa del área de distribución geográfica de *Quercus macdougalii* en Sierra Juárez, Oaxaca, México escala 1:4 000 000.

Criterio B. Características del hábitat.

1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta? (sensu Rzedowski, 1978)

a) 1 = **3**

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado?

a) Sí = **1**

3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario?

b) No = **0**

4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión?

No = **0**

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón.

d) Mayor o igual que 1000 m = **0**

Subtotal del Criterio B = $4 / 9 = \mathbf{0.44}$

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.C-1. Demografía.

1) Número total de individuos (si no se tienen estimaciones asignar un valor de 0).

c) 5,001 – 50,000 = **1**

2) Reclutamiento (si no existe información, asignar un valor de 0).

b) Hay observaciones de reclutamiento en algunas poblaciones = **2**

3) Atributos demográficos (si no existe información, asignar un valor de 0).

a) ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción?

No = **0**

b) ¿Hay clonalidad (capacidad de generar nuevos individuos independientes por medio de reproducción asexual)?

Sí = **0**

c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país?

Sí = 1

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad?

No = 0

e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles?

No = 0

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?

No = 0

g) ¿El taxón produce pocos propágulos (en comparación con otros miembros de su linaje)?

No = 0

C-2. Genética (donde no existe información asignar un valor de 0).

1) Variación molecular (heterocigosis).

a) Baja (= 10%) = 1

2) Estructura genética molecular (Fst, Gst, proporción de la variación genética encontrada entre poblaciones).

a) Baja (= 20%) = 0

C-3. Interacciones bióticas especializadas. ¿Se ha observado (o inferido) la presencia de las siguientes interacciones bióticas en el taxón? (si no existe información, asignar un valor de 0).

1) ¿El taxón requiere una “nodriza” para su establecimiento?

a) No = 0

2) ¿El taxón requiere un hospedero o forofito específico

a) No = 0

3) ¿El taxón requiere un polinizador específico?

a) No = 0

4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?

a) No = 0

5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada?

a) No = 0

6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza?

a) No = 0

7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos

a) No = 0

Subtotal del Criterio C = 5 / 23 = 0.217

II. INDICE DE IMPACTO ANTROPOGENICO Criterio D. Impacto de la actividad humana

1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat?

c) Es perjudicado por el disturbio = 1

2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón

c) El impacto es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 3

3) ¿Existe evidencia (mediciones, modelos o predicciones)

a) No = 0

4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón?

e) No hay impacto de uso significativo en ninguna población = 0

5) ¿El es cultivado o propagado ex situ? (a nivel nacional o internacional).

b) No = 0

Subtotal del Criterio D = 4 / 10 = 0.4

ASIGNACION A LAS DISTINTAS CATEGORIAS DE RIESGO

I. INDICE DE RAREZA

Criterio A. Características de la distribución geográfica	0.818
Criterio B. Características del hábitat	0.440
Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.	
C-1. Demografía.	4
C-2. Genética.	1
C-3. Interacciones bióticas especializadas.	0
	5/23 =0.217

II. INDICE DE IMPACTO ANTROPOGENICO

Criterio D. Impacto de la actividad humana	0.4
T O T A L	1.875

a) Mayor que 1.7 y menor que 2 = **Amenazada**

Amenazadas (A): Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

b) Vías directas: Cuando la especie tenga poblaciones hiperdispersas con una densidad de población de 1 individuo cada 5 ha o menor, y que la sumatoria del criterio D sea mayor que 0.3 y menor que 0.4.

ANEXO NORMATIVO II
CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE PROPUESTA

ORDEN	Fagales
FAMILIA	Fagaceae
GENERO	<i>Quercus</i>
ESPECIE	<i>macdougallii</i>
SUBESPECIE	-
FORMA O VARIEDAD	-
SINONIMIA	-
NOMBRE COMUN	Encino blanco, ma' cué
DISTRIBUCION	Endémica
CATEGORIA	A
MÉTODO	MER
