



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i53.480>

Artículo

## Caracterización del estado fitosanitario de *Quercus obtusata* Bonpl., en bosque mesófilo de montaña, Xicotepec, Puebla

### Phytosanitary characterization of *Quercus obtusata* Bonpl., in a mountain cloud forest, Xicotepec, Puebla

Karina Ortega-Rivera<sup>1\*</sup>, Noé Flores-Hernández<sup>1</sup>, Heliot Zarza<sup>1</sup> y Cuauhtémoc Chávez<sup>1</sup>

#### Abstract:

Cloud forests (CF) are part of the great diversity of plant communities in Mexico, covering around 10 % of the diversity that exists only in 5 % of the territory. *Quercus* is one of the most representative and abundant tree genera in montane cloud forests, and it is important because of the ecosystemic services that it provides. Despite its importance, few studies have focused on the phytosanitary status of this genus in CFs. The present study determines the types of pathogenic organisms affecting the phytosanitary status of *Quercus obtusata*, which is endemic to Mexico. In 2017, a quota sampling was carried out in three sites with different conservation degrees during the rainy and the dry seasons. The height and the diameter at breast height of each tree were measured; three branches were collected from each individual in order to analyze the organisms present on the leaves— and classified according to a scale of damage. The correspondence analysis evidenced a significant association ( $\chi^2$   $p < 0.001$ ) between the variables sites and scale of damage, *i.e.* between the disturbed and intermediate sites and the more severe degrees of infection. During the dry season, the three sites exhibited a larger number of infected leaves. Mainly two types of gallwasps belonging to the genera *Andricus* and *Kinseyella* of the Cynipidae family were obtained, as well as various types of arthropods and defoliators.

**Key words:** Galls, mountain cloud forest, Cynipidae, oak, forest health, *Quercus obtusata* Bonpl.

#### Resumen:

Los Bosques Mesófilos de Montaña (BMM) son parte de la gran diversidad de comunidades vegetales que se desarrollan en México, albergan cerca de 10 % de la diversidad existente en el país, en 5 % del territorio nacional. Dentro de los BMM, *Quercus* es uno de los géneros arbóreos más representativos, abundantes e importantes por los servicios ecosistémicos que proporciona. A pesar de su importancia, se han realizado pocos estudios enfocados en conocer su estado fitosanitario en BMM. En el 2017, se realizó un muestreo por cuotas, en las temporadas seca y de lluvias, en tres sitios con dicho tipo de vegetación y diferente grado de conservación: perturbado, intermedio y conservado. Se midió la altura del árbol, el diámetro a la altura del pecho y se recolectaron tres ramas por individuo para analizar los organismos existentes en las hojas, las cuales se contaron y clasificaron con una escala de daño. El análisis de correspondencia mostró que las variables bosque y grados de infección están significativamente asociadas ( $\chi^2$   $p < 0.001$ ), de tal forma que los bosques perturbado e intermedio están asociados a los grados más altos de infección. Durante la época de sequía, los tres bosques evidencian un mayor número de hojas infectadas. Se obtuvieron principalmente dos tipos de insectos agallícolas pertenecientes a la Familia Cynipidae de los géneros *Andricus* y *Kinseyella*, así como diversos tipos de artrópodos y defoliadores.

**Palabras clave:** Agallas, Bosque mesófilo de montaña, Cynipidae, encino, fitosanidad, *Quercus obtusata* Bonpl.

Fecha de recepción/Reception date: 10 de diciembre de 2018

Fecha de aceptación/Acceptance date: 19 de marzo de 2019

<sup>1</sup>Laboratorio de Biología de la Conservación, Departamento de Ciencias Ambientales, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Lerma. México.

\*Autor de correspondencia, correo-e: 2132042161@correo.ler.uam.mx

## Introducción

Los Bosques Mesófilos de Montaña (BMM), también conocidos como bosques nublados, forman parte de la gran diversidad de las comunidades vegetales que se desarrollan en México (Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014). Se estima la existencia de 2 500 especies de plantas vasculares que habitan preferentemente en este tipo de vegetación, pertenecientes a 650 géneros, agrupados en 144 familias; que representa alrededor de 10 % de la riqueza florística para todo el país, y lo sitúa como el más diverso por unidad de superficie en el territorio de la república mexicana (Rzedowski, 1991, 1996). Sin embargo, la cobertura actual de este importante ecosistema constituye tan solo 54.7 % de su distribución original (Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014).

*Quercus* es uno de los taxa más característicos e importantes en México, con aproximadamente 161 especies, de las cuales 107 son endémicas (Sosa-Ramírez *et al.*, 2011), y se calcula una riqueza de 37 taxones, únicamente, en los BMM (González-Espinosa *et al.*, 2012).

En años recientes, se analizó la importancia del género *Quercus* en los BMM, y se concluyó que ejercen gran dominancia en sus comunidades vegetales, lo que les permite tener mayor diversidad que otras especies, por lo que juegan un papel fundamental en el ecosistema (Juárez-Medina, 2013). A pesar de la diversidad de *Quercus* en México, son escasos los estudios sobre las enfermedades que presentan, y los existentes están enfocados a una visión de aprovechamiento forestal; en ellos se deja a un lado el papel de las interacciones biológicas hospedero-parásito (Valencia-A., 2004).

En la última década, se observó una alta mortalidad de encinos en los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco y Nayarit, efecto de plagas y enfermedades, cuyos principales agentes causales fueron hongos fitopatógenos, insectos barrenadores, y el muérdago (Sosa-Ramírez *et al.*, 2011). Estos organismos afectan la salud de los individuos de *Quercus* spp, haciéndolos susceptibles a ser infectados por organismos oportunistas (Romo *et al.*, 2007). En el caso de *Quercus obtusata* Bonpl., solo existe una investigación fitosanitaria en la

que se cita al hongo *Hypoxyylon* sp., y fue realizado en la Sierra Fría, Aguascalientes (Romo *et al.*, 2007).

Se estima que en México las enfermedades forestales ocasionadas por patógenos son la tercera causa de daño que afecta a más de 2 millones de metros cúbicos de madera y genera pérdidas entre 50 y 100 % de su valor comercial (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007; Conafor, 2018).

El municipio Xicotepec de Juárez, Puebla se ha caracterizado, históricamente, como uno de los mayores productores de café en México (Evangelista *et al.*, 2010; FIRA, 2016), ello ha propiciado la conversión del BMM a cafetales, ya que estos agroecosistemas se establecen bajo la sombra de la vegetación original. Ante ese escenario, el BMM en el municipio está en un estado crítico de conservación debido a la elevada tasa de cambio del uso de suelo (Ruiz *et al.*, 2005). Adicionalmente, es una de las regiones donde se ha registrado la presencia de *Quercus obtusata*; por lo que, ante la modificación antes señalada en el BMM, se plantea evaluar el estado fitosanitario y la identificación de los patógenos que atacan a *Quercus obtusata* en los bosques remanentes de Xicotepec de Juárez, con la finalidad de generar el conocimiento que contribuya a la toma de decisiones en torno al manejo y conservación de esta especie de encino, en la región.

## **Materiales y Métodos**

### **Área de estudio**

El estudio se realizó en el rancho "Las Cañadas" (20°18'4935" N, 98°0'48.57" O) y sus alrededores, cuya extensión es de 80 ha, y un intervalo altitudinal de 800 a 1 050 m, dentro del municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla. El área final seleccionada correspondió a 11.34 ha distribuidas en tres sitios.

De acuerdo con los datos de la estación climatológica del Servicio Meteorológico Nacional Núm. 0002117, Xicotepec de Juárez, para el periodo 1951-2010,

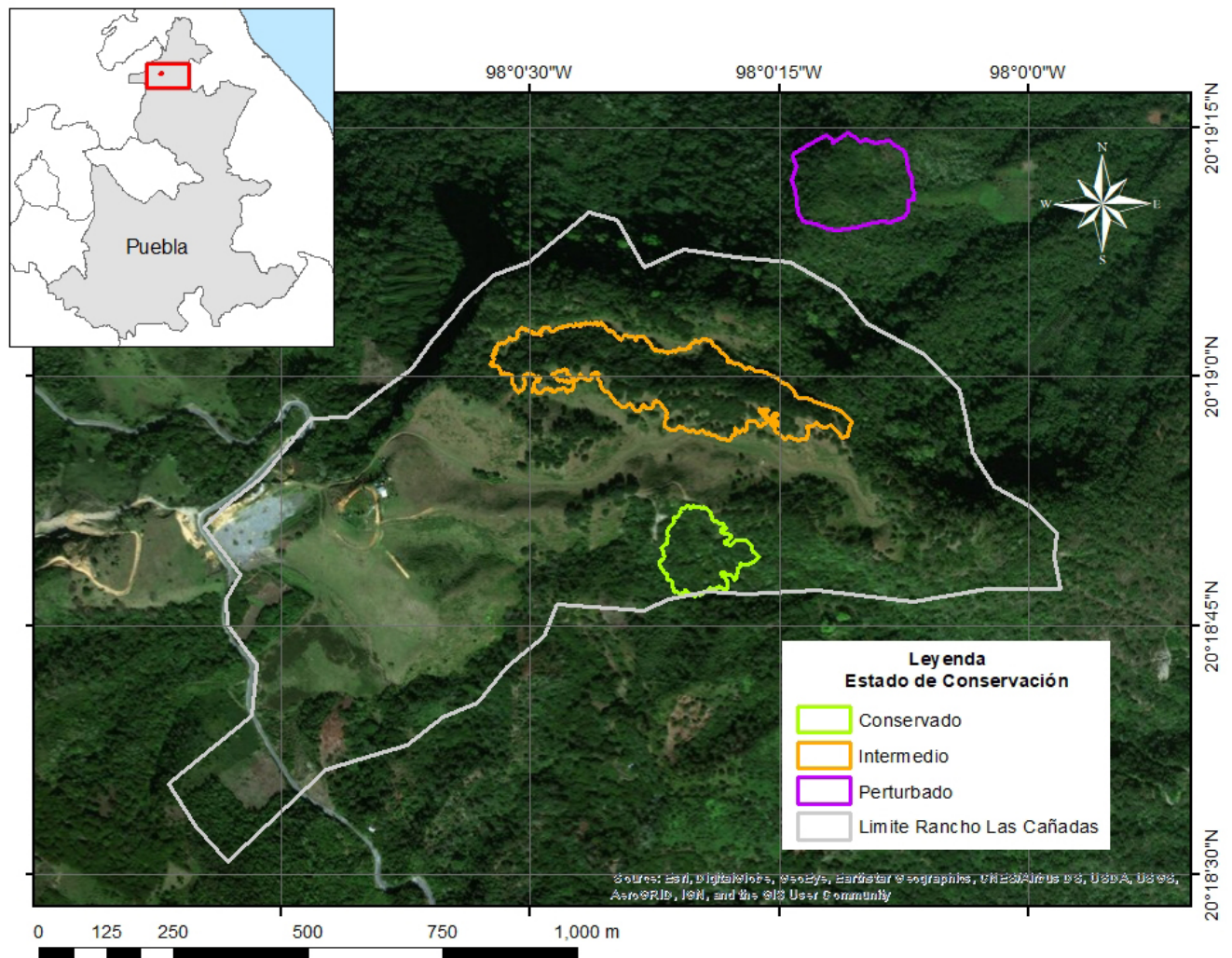
se registró una temperatura media anual de 18.6 °C y una precipitación anual de 3 181.5 mm (Conagua-SMN, 2010).

### **Sitios de muestreo**

Por medio de los programas ArcGis 10.5 (ESRI, 2010) y *Google Earth* con sus imágenes satelitales y el procesamiento de la capa de Uso de Suelo y Vegetación serie V 1:250 000 (Inegi, 2015), se identificaron parches de vegetación que pudieran corresponder al BMM dentro del municipio. Con esta base, de junio de 2016 a diciembre de 2017 se realizaron cinco recorridos en los parches para verificar sitios con la presencia de BMM, para ello se consideraron tres criterios: a) bosque sin cafetales, bosque con evidencia de perturbación natural (incendios forestales), bosque con intervención antropogénica (actividades de agricultura, ganadería, o algún grado de manejo como tala); b) accesibilidad a los predios con los permisos correspondientes de los propietarios para realizar el estudio; c) BMM con presencia de árboles de la especie *Quercus obtusata*.

A partir de esos recorridos se descartó la mayoría de los parches, incluso aquellos donde la capa de Uso de Suelo y Vegetación de la serie V de Inegi los clasificaba como vegetación primaria, debido a que todos presentaban cultivos de café, ya que la presencia de las matas de café altera considerablemente las características estructurales y dinámicas de la vegetación al favorecer la dominancia de ciertas especies (Ruiz *et al.*, 2005). Con base en la evidencia de incendios forestales y la intervención antrópica, se eligieron remanentes de BMM con presencia de *Quercus obtusata* dentro y en áreas próximas al rancho "Las Cañadas" (Figura 1).





**Figura 1.** Ubicación de los tipos de bosque: conservado, intermedio y perturbado.

Se ubicaron tres condiciones de bosque diferenciadas en campo por las siguientes características:

**Bosque conservado (BC)**

Se caracteriza la ausencia de incendios forestales. La vegetación presenta una compleja estructura, representada por tres estratos bien definidos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Es el único sitio donde existe gran abundancia y diversidad de epífitas pertenecientes a las familias Orchidaceae y Bromeliaceae; además de, helechos arborescentes, elemento característico de los BMM; y plántulas de encino. No se observan evidencias antrópicas en el sitio.

### **Bosque intermedio (BI)**

Ausencia de incendios forestales y muestras de actividades de pastoreo que dejó de realizarse hace 5 años, aproximadamente. Falta el estrato arbustivo, el número de plántulas de encino es mínimo, hay una baja presencia de epífitas y, en todo caso, solo corresponden a la familia Bromeliaceae.

### **Bosque perturbado (BP)**




Se caracteriza por la evidencia de incendios forestales, lo cual se nota por la presencia de carbón en la corteza de todos los árboles de *Quercus obtusata*, la que puede llegar hasta 1.5 m de altura, además existen tocones carbonizados. Se carece de un estrato arbustivo definido, hay predominancia de malezas y especies trepadoras en alta densidad, algunas pertenecientes a la familia Asclepiadaceae. Se observa nula presencia de epífitas y plántulas de encino. El incendio sucedió hace 4 años, aproximadamente.

Se realizaron muestreos durante la etapa de secas caracterizada por escasa precipitación en el periodo de diciembre a abril, en la que apenas se acumulan 322.7 mm, en contraste con los 2 858.8 mm de precipitación correspondientes al periodo de mayo a noviembre, época de lluvia (Conagua-SMN, 2010).

En ambas temporadas, se llevó a cabo un muestreo por cuotas, seleccionando 11 árboles de *Quercus obtusata* que fueron marcados y etiquetados en cada uno de los tres tipos de bosque (conservado, intermedio, perturbado); se obtuvieron muestras de un total de 33 individuos por temporada. A cada árbol, se le midió la altura con un clinómetro digital *Haglöf ECII D-R* y el diámetro a la altura del pecho (DAP) con una cinta diamétrica *Forestry Suppliers Inc Jackson MS*, y se recolectaron tres ramas por individuo en diferentes direcciones con respecto al norte (0°, 120° y 240°), con una longitud aproximada de 60 cm y ubicadas a una altura entre 5 y 10 m, para registrar los organismos existentes en hojas y ramas.

Se extrajeron todas las hojas y se clasificaron de acuerdo con su grado de infección, basados en la clasificación de Romo *et al.* (2007), se consideraron tres grados de infección (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Grados de infección en hojas de *Quercus obtusata* Bonpl., basado en la clasificación de Romo *et al.* (2007).

Grado de infección	Clasificación	Descripción	Imagen
1	Encino sano	Follaje verdoso con buena o regular intensidad, sin daños visibles en hojas o muy leves.	
2	Encino con daño ligero en hojas (regular)	Presencia de defoliadores - herbivoría en menor grado-, poca o nula presencia de hongos	
3	Encino con daño severo/intenso en hojas (enfermo)	Presencia de defoliación en mayor grado -herbivoría en mediano o alto grado-, presencia de hongos y color muy tenue (puede haber clorosis)	

La identificación de los organismos patógenos se corroboró con especialistas del Colegio de Postgraduados campus Montecillo y del Laboratorio de Análisis y Referencia en Sanidad Forestal (LARSF), Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Semarnat.

### **Análisis estadístico**

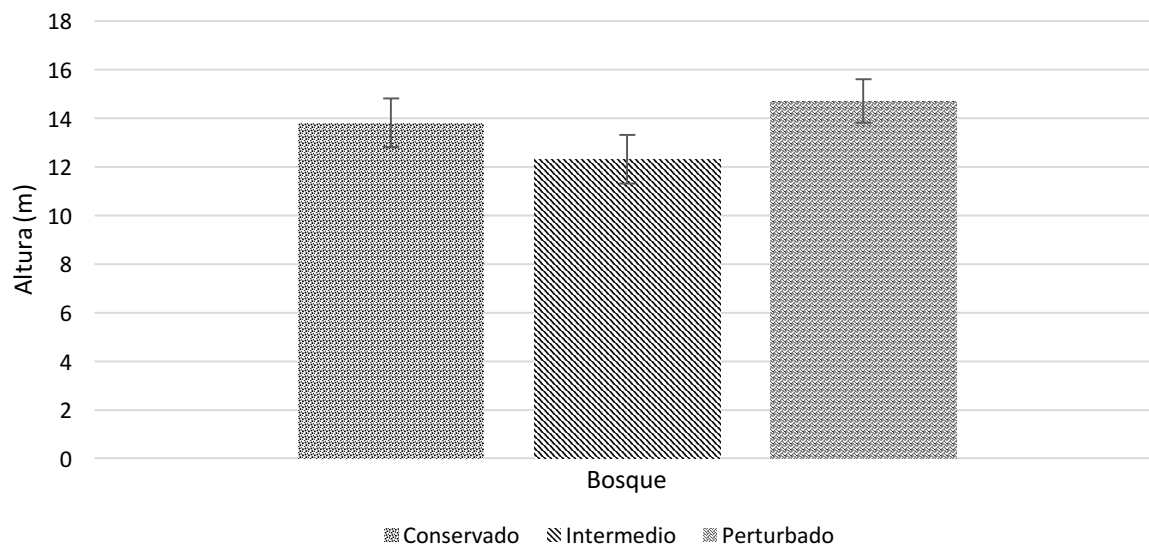
Para describir las características de los árboles muestreados en cada uno de los tipos de bosque, se obtuvieron los promedios del diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura con su respectivo error estándar.

La infección total se calculó a partir de la sumatoria de las hojas pertenecientes a los diferentes grados de infección, por tipo de bosque y temporada (Romo *et al.*, 2007) y para corroborar que esta clasificación de los datos sea correcta, se realizó un análisis de correspondencia con los grados de infección. De igual forma, para determinar la existencia de una asociación significativa entre las variables sitio, grados de infección y temporadas de muestreo, se realizó una prueba de independencia basada en el estadístico  $\chi^2$ , que posteriormente se corroboró por medio de un análisis de correspondencia. Se utilizó el programa estadístico JMP SAS® (v12.0) (SAS Institute, 2018).

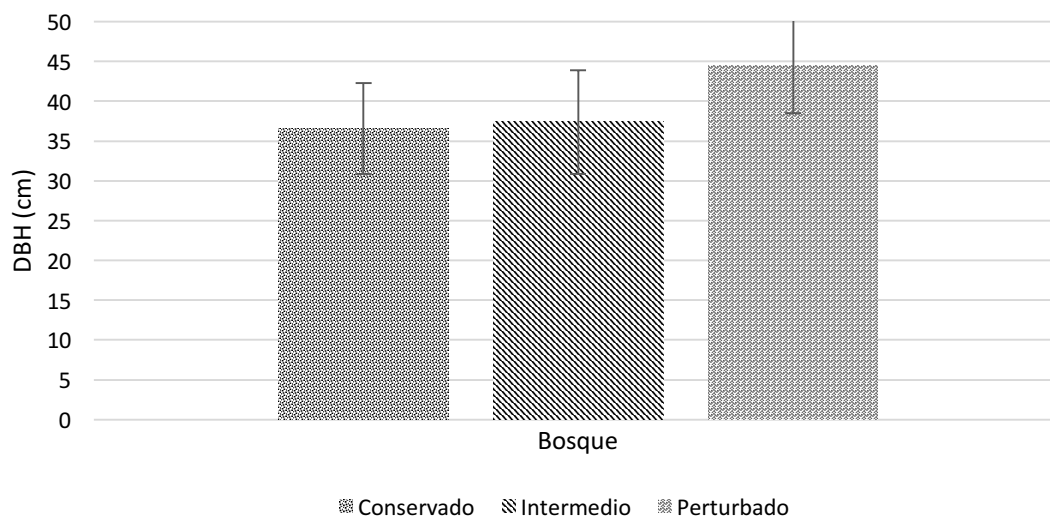
### **Resultados y Discusión**

Se obtuvieron los promedios de las alturas y de los DAP de la población de *Q. obtusata* en los tipos de bosque: conservado (altura  $\bar{X}=13.8$ , DAP  $\bar{X}=36.6$ ), intermedio (altura  $\bar{X}=12.3$ , DAP  $\bar{X}=37.4$ ) y perturbado (altura  $\bar{X}=14.7$ , DAP  $\bar{X}=44.5$ ). Este último presentó los mayores promedios en altura y diámetro, mientras que en el conservado se registró el más bajo para el diámetro (figuras 2 y 3).



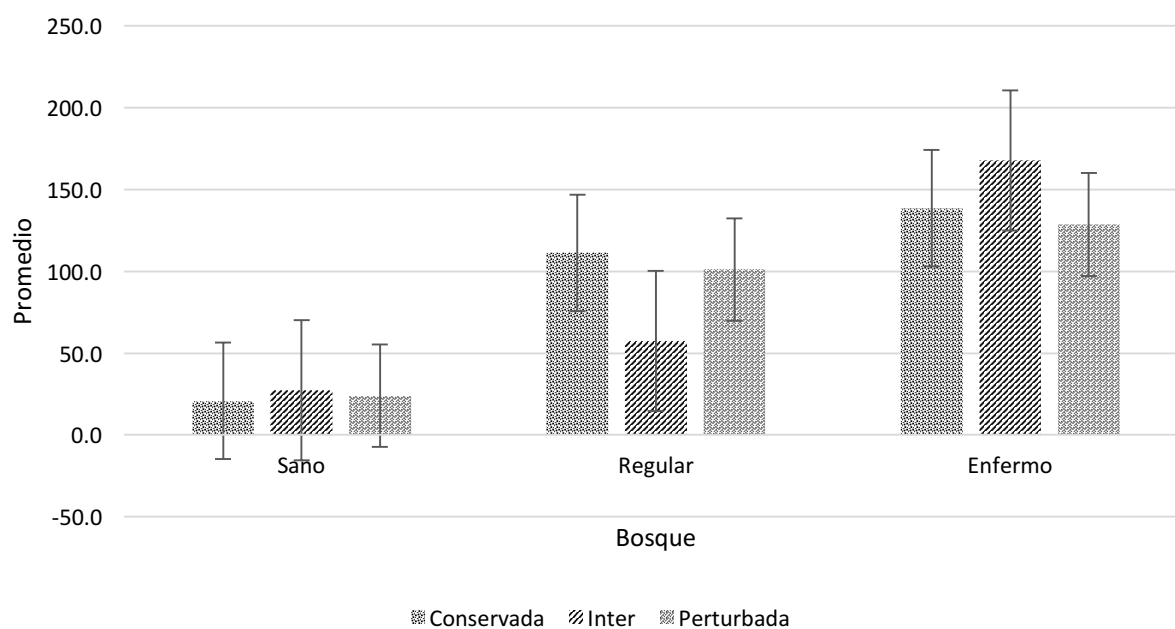


**Figura 2.** Comparación de los promedios de alturas de *Quercus obtusata* Bonpl. en los tres tipos de bosque.

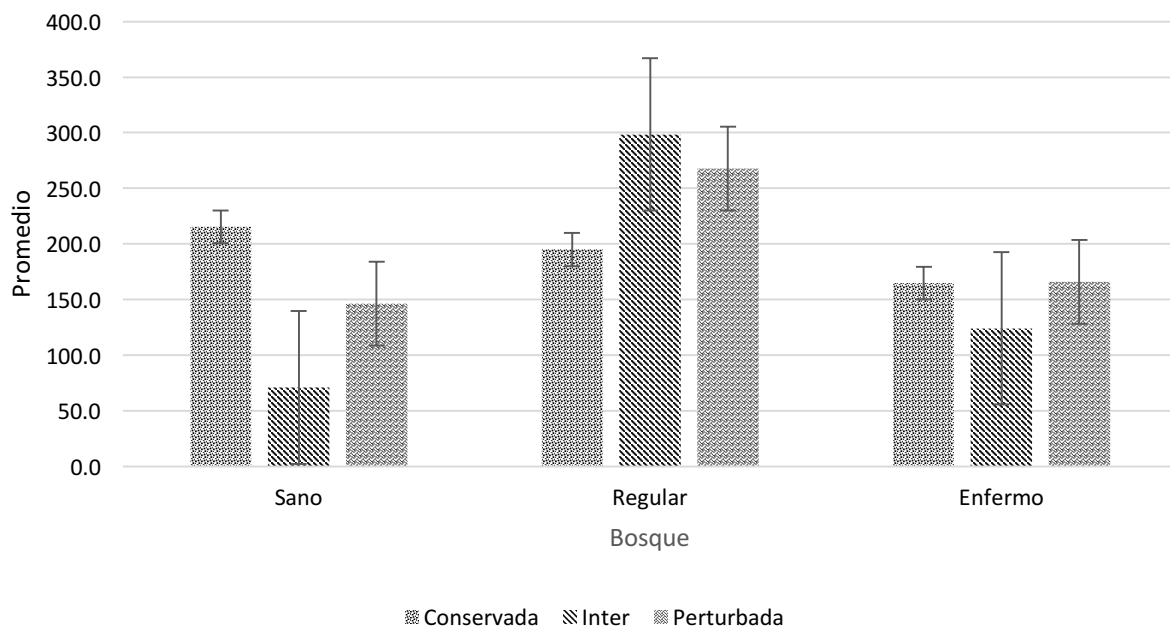


**Figura 3.** Comparación de los promedios de diámetros de *Quercus obtusata* Bonpl. en los tres tipos de bosque.

En cuanto a los promedios del número de hojas infectadas por árbol en cada tipo de bosque y temporada se obtuvo lo siguiente: en la época seca, sanos  $\bar{X}=75.8$ , regulares  $\bar{X}=163.1$  y enfermos  $\bar{X}=147.5$ ; contrastó el grado de infección sano con las demás, de tal forma que los tres tipos de bosque presentaron muy pocas hojas sanas, la cuales no rebasaron las 50 hojas en promedio. En la de lluvias, los valores fueron de sanos  $\bar{X}=141.9$ , regulares  $\bar{X}=255.9$  y enfermos  $\bar{X}=151.2$ ; y predominó el grado de infección regular para los tres tipos de bosque (figuras 4 y 5). Aunque se observó que el bosque conservado presentó el mayor promedio de hojas sanas.



**Figura 4.** Promedios de hojas en los grados de infección y tipos de bosque durante la temporada de secas.

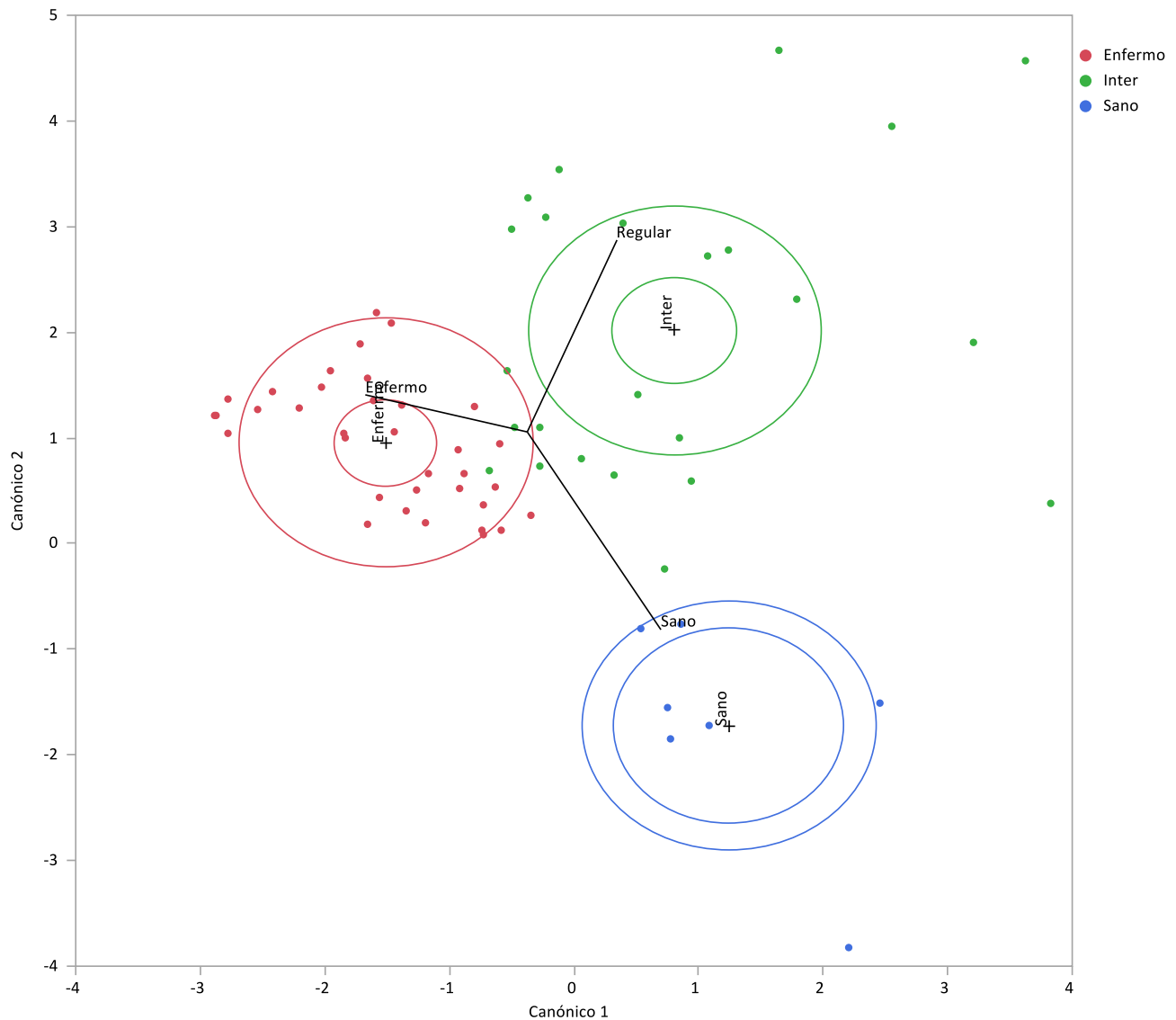


**Figura 5.** Promedios de hojas en los grados de infección y tipos de bosque durante la temporada de lluvias.

El análisis de discriminantes realizado para validar la clasificación de los diferentes estados fitosanitarios mostró una concordancia de 89.3 % ( $p < 0.001$ ), e indica que de los 33 individuos analizados y remuestreados en cada temporada (secas y lluvias), solamente siete individuos tuvieron una clasificación errónea, considerando ambas temporadas. No obstante, se verificó dicha información en la matriz original y se observó una diferencia mínima entre las clasificaciones, por lo que se concluyó que el *software* puede estar reclasificándolas, debido a que los valores están muy cerca del intervalo de la siguiente categoría.

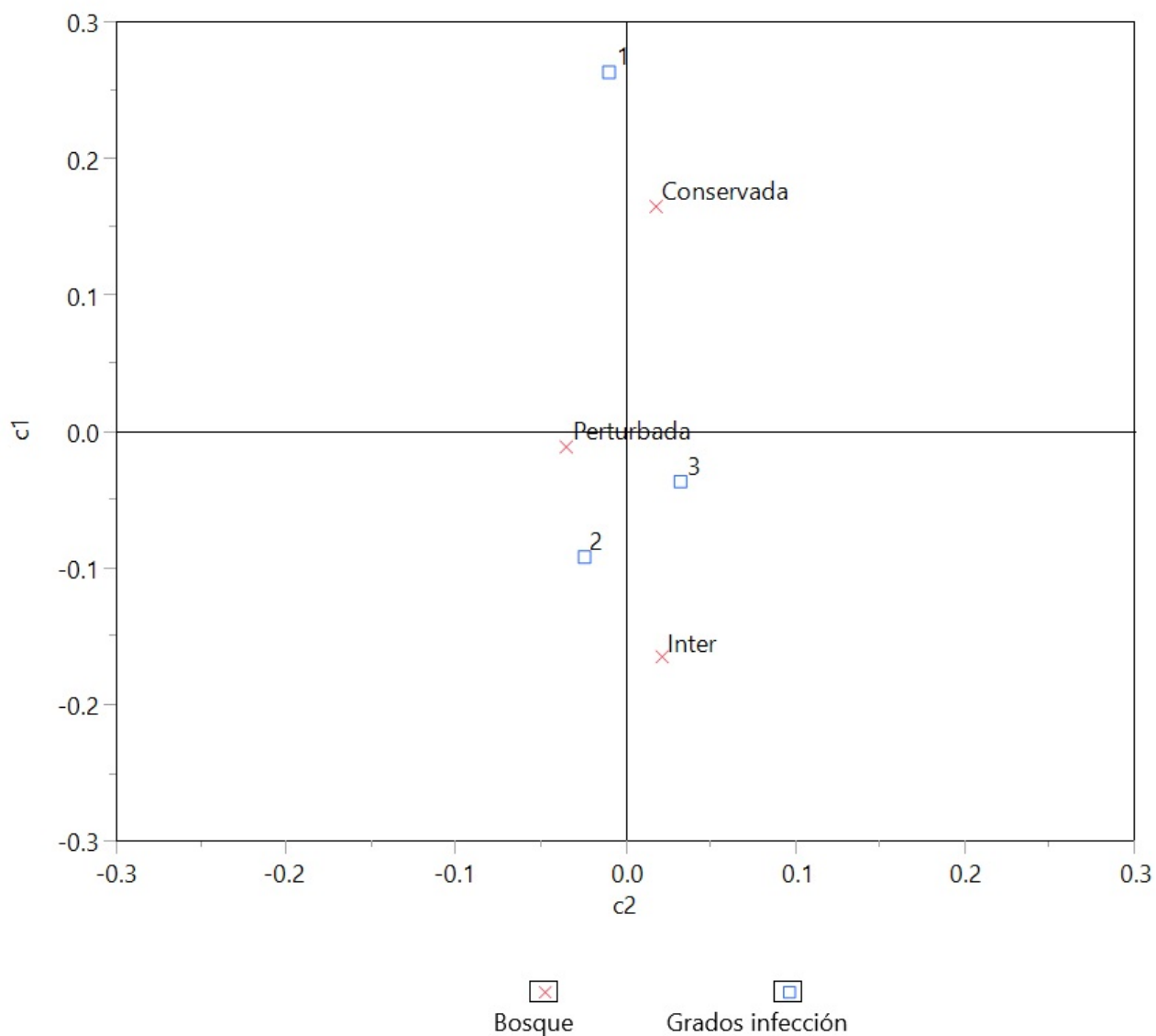
En la Figura 6, las observaciones se representan como puntos, la media con el símbolo +, la elipse que está alrededor de la media corresponde al nivel de confianza (95 %), si las elipses no se cruzan, entonces los grupos difieren significativamente; la segunda elipse contiene aproximadamente 50 % de las observaciones y asume normalidad. El gráfico indicó una buena clasificación de los individuos en cada una de las categorías.

Gráfico canónico



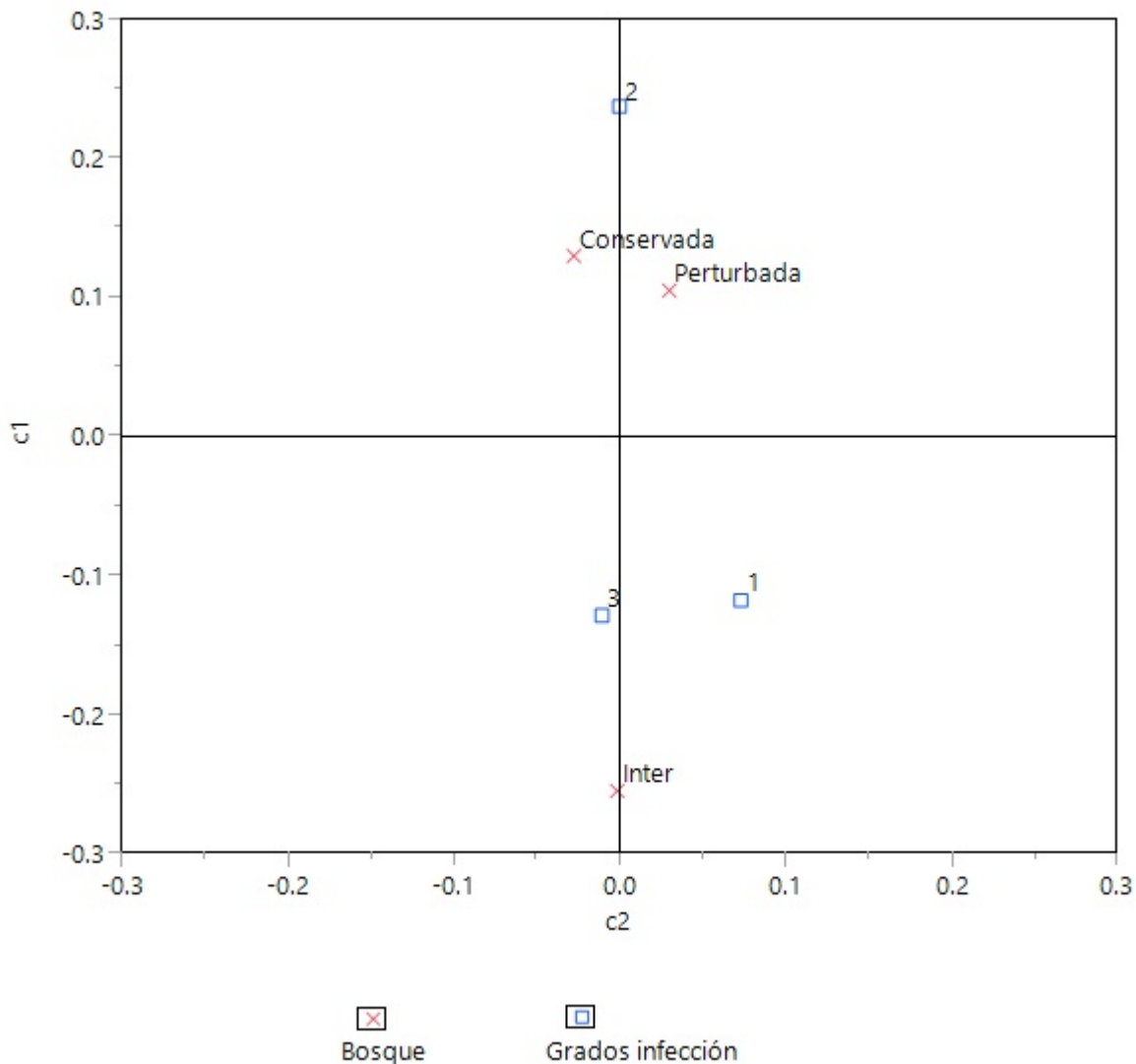
**Figura 6.** Asociación entre variables: grados de infección y clasificaciones otorgadas.

El segundo análisis de correspondencia agrupó tipos de bosque y grados de infección, en el cual la asociación entre las variables resultó significativa, esto de acuerdo con la prueba de independencia basada en el estadístico  $\chi^2$  ( $\chi^2$   $p < 0.001$ ); de tal forma que, los bosques perturbado e intermedio están asociados a los grados más altos de infección, en contraste al grado sano que se asocia al sitio conservado, que se mantiene distante de los anteriores (Figura 7).



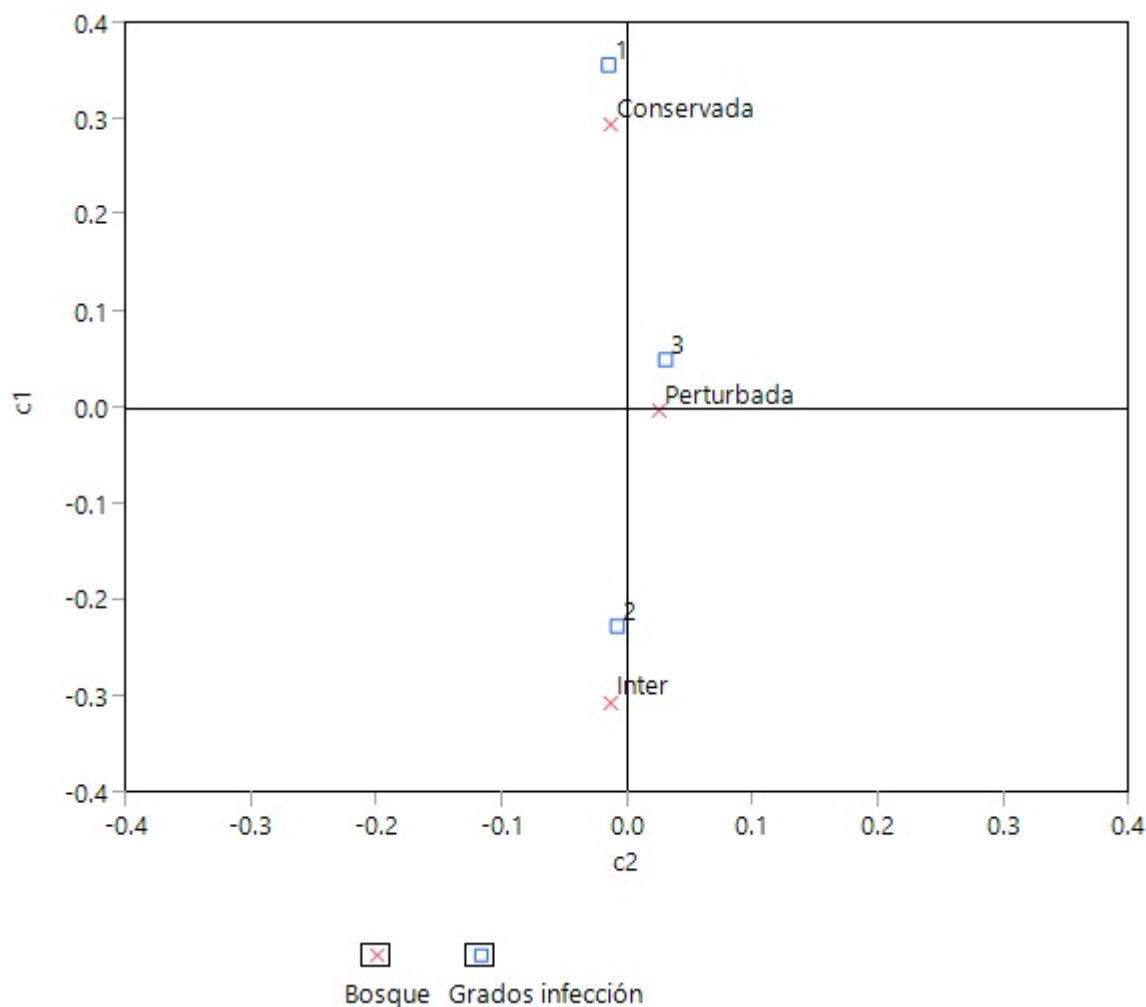
**Figura 7.** Análisis de correspondencia mostrando la relación entre los tipos de bosque y los grados de infección.

Posteriormente, se realizó un análisis de correspondencia añadiendo la temporalidad; en el caso de la época de secas se observó que los bosques conservado y perturbado se asocian a la clasificación regular, en contraste con el sitio intermedio, el cual tuvo mayor asociación con la clasificación enferma ( $\chi^2 p < 0.001$ ) (Figura 8).



**Figura 8.** Análisis de correspondencia de la temporada de secas entre los tipos de bosque y los grados de infección.





En la temporada de lluvias, los bosques intermedio y perturbado mostraron asociaciones con el grado regular y enfermo, respectivamente; mientras que, el conservado se asoció con el grado sano, lo que hace muy evidente la asociación entre los grados de infección y los distintos tipos de bosques ( $\chi^2 p < 0.001$ ) (Figura 9).





**Figura 9.** Análisis de correspondencia de la temporada de lluvias entre tipos de bosque y grados de infección.

El análisis de las muestras de hojas indicó que el principal patógeno en *Quercus obtusata* fueron los insectos agallícolas pertenecientes a la familia Cynipidae, de los géneros *Andricus* y *Kinseyella*. Adicionalmente, se identificaron otras especies de insectos y artrópodos, los cuales reutilizan las agallas secas como refugio, y se clasificaron de acuerdo con lo propuesto por Pujade-Villar (2013) (Cuadro 2). Con base en los resultados, el bosque intermedio fue el que presentó mayor cantidad de herbivoría, virus y agallas, evidencias que son más frecuentes en la temporada de secas.

**Cuadro 2.** Insectos patógenos, oportunistas y arácnidos encontrados en las muestras de hojas de *Quercus obtusata* Bonpl.

Tipo de organismo	Familia género o especie	Imagen	Tipo de interacción	Bosque
Insecto agallícola	<i>Kinseyella</i> sp.		Parasitismo	Bosque conservado, intermedio y perturbado
Insecto agallícolas	<i>Andricus</i> sp.		Parasitismo	Bosque intermedio y perturbado
Insectos defoliadores	<i>Tortrix viridana</i> Linnaeus, 1758		Parasitismo	Bosque perturbado
Insectos defoliadores	<i>Acraga coa</i> Schaus, 1892		Parasitismo	Bosque perturbado



Arácnido	Araneae		Comensalismo	Bosque conservado, intermedio y perturbado
Insectos oportunistas	Formicidae		Comensalismo	Bosque conservado, intermedio y perturbado

Los insectos agallícolas (Cynipidae) registrados tienen la capacidad de inducir la formación de agallas, así como la formación de larvas (Pujade-Villar, 2013). Aunque las especies de cinípidos no presentan una interacción negativa con sus huéspedes, Pujade-Villar (2013) menciona que una explosión poblacional de estos insectos puede ser potencialmente dañina, como es el caso del género *Andricus*, el cual tiene la capacidad de causar daños en las ramas de distintos taxones de *Quercus*; y en algunos casos, provocan la muerte del encino (Pujade-Villar, 2013). En contraste, Hoover (2004) señala que los insectos inductores de agallas causan poco o nulo efecto en la salud del árbol. Sin embargo, hay estudios que revelan fatídicos efectos de las agallas en encinares, como es el caso de *Q. laurina* Bonpl. y *Q. affinis* M.Martens & Galeotti en el estado de Hidalgo, los cuales están siendo atacados por *Andricus quercuslaurinus* Melika & Pujade-Villar lo que ha ocasionado un cambio en el ecosistema, pues otras especies de encinos y pinos están desplazando a ambos taxones (Pujade-Villar, 2013).

Los análisis estadísticos evidenciaron una dominancia del grado de infección enfermo para todos los tipos de bosque. No obstante, con el análisis de correspondencia se

mostró una mayor asociación entre los bosques intermedio y perturbado, en contraste al conservado; lo cual refleja que los bosques que han tenido algún tipo de perturbación son más vulnerables al ataque de organismos patógenos. Como señalan Romo *et al.* (2007), la declinación de los encinos no se debe a un solo agente patógeno, si no que distintos factores influyen en el deterioro de la salud de los árboles, lo que los hace susceptibles al ataque de agentes patógenos u oportunistas. De estos, sobresalen los insectos agallícolas, los cuales pueden desarrollarse en diferentes partes del árbol, tales como tronco, hojas o ramas (Pujade-Villar *et al.*, 2010). Pujade-Villar (2013) define a las agallas como estructuras anormales de partes de tejidos u órganos de plantas que se producen por la actividad de un organismo inductor, y que, a su vez, se consideran un cáncer vegetal.

Claudio-García y Jaime-Granados (2005) explican que las enfermedades foliares como las manchas dañan el sistema fotosintético causando una reducción en la fotosíntesis y un aumento en la tasa de respiración; en consecuencia, se presenta inanición de las sustancias de reserva, disminución en el crecimiento que provoca la muerte. También, es posible observar un daño en la difusión de CO<sub>2</sub> y en la apertura estomática; por lo que, los individuos incrementan el consumo de agua y ello genera estrés hídrico en la planta. El estrés hídrico y las bajas temperaturas se consideran factores que aumentan la declinación y muerte de los encinos (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007), dicho fenómeno puede originarse en la temporada de secas; por ello, hubo un mayor número de individuos con grados de infección regular y enfermo, en comparación con la temporada de lluvias.

Existen pocos estudios sobre la ecología y los agentes asociados a la declinación de *Quercus obtusata*, lo cual es preocupante ya que es una especie endémica de México y de crecimiento lento; por lo tanto, debería de ser prioridad generar conocimiento científico de los aspectos ecológicos que ayuden a su conservación.

## **Conclusiones**

La temporalidad y estacionalidad es un factor importante en la determinación de los grados de infección, ya que la mayoría de los individuos con algún nivel de daño se presentan en la temporada de secas y prácticamente en todos los tipos de bosque.

En cuanto a los agentes patógenos, principalmente, corresponden a insectos agallícolas, los cuales de acuerdo con la literatura pueden no tener alguna afectación grave en las poblaciones de encinos. Sin embargo, la falta de un control adecuado ocasiona pérdidas forestales importantes.

El manejo y conservación del BMM debe ser prioritario, debido a su escasa distribución en el país y a su alto grado de vulnerabilidad y amenaza, en las poblaciones de *Quercus obtusata* en el municipio de Xicotepec, Puebla.

Este estudio aporta elementos para emprender líneas de investigación en el tema fitosanitario del bosque mesófilo de montaña, resalta la importancia de desarrollar e impulsar estrategias y acciones de mitigación en esos ecosistemas.

## **Agradecimientos**

Se agradece todo el apoyo brindado por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Lerma, para el desarrollo del estudio, producto del servicio social que forma parte del proyecto de investigación "Ecología, manejo y conservación del bosque mesófilo de montaña en Puebla". Al C. Elías Aparicio Monroy, por su hospitalidad y las facilidades otorgadas para el trabajo de campo dentro del rancho "Las Cañadas". Al M. en C. Uriel Barrera por su ayuda en campo y con la identificación del género de los insectos gallícolas, así como al Ing. Oscar Trejo y al Dr. Eduardo Jiménez por las facilidades otorgadas para la identificación de ejemplares en el Laboratorio de Análisis y Referencia en Sanidad Forestal de Semarnat.

## **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## **Contribución por autor**

Karina Ortega-Rivera, Noé Flores-Hernández, Heliot Zarza: muestreo de campo, análisis de datos y elaboración del manuscrito; Cuauhtémoc Chávez: análisis de datos y revisión del manuscrito.

## **Referencias**

- Alvarado-Rosales, D., L. d. L., Saavedra-Romero, A. Almaraz-Sánchez, B. Tlapal-Bolaños, O. Trejo-Ramírez, J. M. Davidson y D. Quiroz-Reygadas. 2007. Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (*Quercus*, Fagaceae) en el Centro-Oeste de México. *Polibotánica* 23: 1-21.
- Claudio-García, L. E. y R. Jaime-Granados. 2005. Evaluación de enfermedades y plagas en pinos y encinos del Bosque "La Primavera", Jalisco. *In: Foro de Investigación y Conservación del Bosque la Primavera*. Zapopan, JAL., México. pp- 16-17.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2018. Programas Específicos de Intervención Institucional. México, D.F., México. pp. 6-7.
- Comisión Nacional del Agua- Sistema Meteorológico Nacional (Conagua-SMN). 2010. Red de Estaciones Climatológicas. México. Comisión Nacional del Agua y Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica> (10 de marzo de 2019).
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2010. ArcGIS Desktop. Release 10. Redlands, CA USA. n/p.

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2016. Panorama Agroalimentario: Café 2016. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. México, D.F., México. 37 p.

González-Espinosa, M., J. A. Meave, N. Ramírez-Marcial, T. Toledo-Aceves, F. G. Lorea-Hernández y G. Ibarra-Manríquez. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* 21: 36-52.

Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa. 2014. Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 352 p.

Hoover, G. 2004. Agallas en el Roble. <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/es/es-galls-on-oak> (15 de diciembre de 2018).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (Inegi). 2015. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1:250 000. Serie V (Continuo Nacional). Inegi. Aguascalientes, Ags., México. <https://www.inegi.org.mx/temas/mapas/usosuelo/> (10 de marzo de 2019).

SAS Institute. 2018. SAS JMP<sup>®</sup>. Version 12.0. SAS Institute Inc. Cary, NC USA. n/p.

Juárez-Medina, A. K. 2013. Diversidad alfa y beta de tres bosques mesófilos de montaña de México ubicados en diferentes provincias biogeográficas. Maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México, D.F., México. 58 p.

Pujade-Villar, J. 2013. Las agallas de los encinos: un ecosistema en miniatura que hace posible estudios multidisciplinarios. *Entomología Mexicana* 21(1): 2-22.

Pujade-Villar, J., S. Romero-Rangel, C. Chagoyán-García, A. Equihua-Martínez, E. G. Estrada-Venegas and G. Melika. 2010. A new genus of oak gallwasps, *Kinseyella*

Pujade-Villar y Melika, with a description of a new species from México (Hymenoptera: Cynipidae: *Cynipini*). *Zootaxa* 2335(1):16-28.

Romo D., B., R. Velásquez V., M. E. Siqueiros D., G. Sánchez M., M. de la Cerda L., M., O. Moreno R. y E. Pérez M. B. 2007. Organismos con efecto potencial en el declinamiento de encinos de la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia* 15(39):11-18.

Ruiz, J., M. Riverol, V. Tamaríz y R. Castelán. 2005. Zonificación agroecológica de la Sierra Norte de Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Pue., México. 188 p.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35:25-44.

Sosa-Ramírez, J., O. Moreno-Rico, G. Sánchez-Martínez, M. E. Siqueiros-Delgado y V. Díaz-Nuñez. 2011. Ecología y fitosanidad de los encinos (*Quercus* spp). en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques* 17: 49-63

Valencia-A., S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 33-53.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia [Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial \(CC BY-NC 4.0 Internacional\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.