

**Evaluación Del Daño Por *Retinia Arizonensis* (Heinrich) (Lepidoptera: Tortricidae),
Parámetros Estructurales Y Regeneración Natural En *Pinus Nelsonii* (Shaw) Y *P.*
Cembroides (Zucc.) En Miquihuana, Tamaulipas, México**
**Damage evaluation of (Lepidoptera: Tortricidae) (Heinrich), structural parameters
and natural regeneration in *Pinus nelsonii* (Shaw) and *P. cembroides* (Zucc.) in
Miquihuana, Tamaulipas**

Irineo Fernando-Luis^{1,2}

Gerardo Sánchez-Ramos^{1,3}

José Guadalupe Martínez-Ávalos¹

Pedro Reyes-Castillo³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología Aplicada, Cuernavaca, Morelos, México.

²Universidad Nacionalista México Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

³Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, México<gsanchez@uat.edu.mx>.

RESUMEN:

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la intensidad del daño de *Retinia arizonensis* y su posible relación con algunos parámetros estructurales: diámetro de tallo, altura y cobertura, así como con la regeneración natural de los pinos piñoneros *Pinus cembroides* y *P. nelsonii*. Para su evaluación se ubicaron sitios de 2,500 m² de cada especie; en *P. cembroides* se contabilizaron 136 individuos de los cuales 135 presentaron un daño promedio de 10.5% (± 8.1 D.E.) en brotes terminales. En *P. nelsonii* de un total de 47 individuos encontrados, 46 exhibieron daños por *R. arizonensis*, con un promedio de 4.8% (± 4.5 D.E.), ca 2 veces menos que en *P. cembroides*. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (H- χ^2) del porcentaje de daño de *R. arizonensis* entre las especies, se observó marcada diferencia significativa ($p < 0.001$). Referente a la estructura, *P. cembroides* presentó los siguientes valores promedio: diámetro del tallo = 10.7 cm (± 8.0 D.E.),

altura = 2.9 m (± 1.0 D.E.) y cobertura = 3.0 m² (± 1.8 D.E.). En relación a *P. nelsonii*, los valores promedio fueron: diámetro del tallo = 10.7 cm (± 4.3), altura = 3.6 m (± 0.8) y cobertura = 4.2 m² (± 1.8), estas variables mostraron una amplia diferencia estadística ($p < 0.001$). Al medir la asociación del daño por *R. arizonensis* con las variables estructurales, *P. cembroides* mostró correlación positiva marginal con las variables altura, diámetro y cobertura con $r^2 = 0.12$, 0.16 y 0.18, respectivamente ($p < 0.001$). Sin embargo, *P. nelsonii* no manifestó correlación significativa entre el daño por *R. arizonensis* con los parámetros estructurales. La influencia conjunta de las tres variables estructurales (correlación múltiple r^2) en el daño de *R. arizonensis*, quedó mayormente explicada en *P. cembroides* con valor de r^2 de 0.19 como altamente significativa ($p < 0.001$). Para *P. nelsonii* la influencia de las variables estructurales sobre el porcentaje de daño de *R. arizonensis* no fue significativa ($p = 0.128$). La regeneración presentó una participación porcentual (con respecto a los adultos) de 20.6% para *P. cembroides* y de 42.5% para *P. nelsonii*, con altura promedio de 13.9 cm (± 12.6) y 28.4 cm (± 20.0) en *P. cembroides* y *P. nelsonii*, respectivamente.

Palabras clave: *Retinia arizonensis*, *P. cembroides* y *P. nelsonii*, estructura y regeneración natural.

ABSTRACT:

The present study aims to determine the damage intensity of the pinyon pitch nodule moth, *Retinia arizonensis* and their possible relationship to some structural parameters: stem diameter, height and coverage, as well as the natural regeneration of *Pinus cembroides* and *P. nelsonii*. For their evaluation, sites with 2,500 m² of each species were located. A total of 136 individuals of *P. cembroides* were recorded, with an average damage of 10.5% (± 8.1 SD) in the terminal buds. In *P. nelsonii*, a total of 47 individuals were found, 46 exhibited damage from *R. arizonensis*, averaging 4.8% (± 4.5 SD), twice less than *P. cembroides*. We used the Kruskal-Wallis (H- χ^2) to assess the damage of *R. arizonensis* between species, marked significant difference ($p < 0.001$) was observed. Relating to the structure, *P. cembroides* showed the following mean values: stem diameter = 10.7 cm (± 8.0 SD), height = 2.9 m (± 1.0 SD) and coverage = 3.0 m² (± 1.8 SD). With respect to *P. nelsonii*, these were: stem diameter = 10.7 cm (± 4.3), height = 3.6 m (± 0.8) and coverage m² = 4.2 (± 1.8), these variables showed wide statistical differences ($p < 0.001$). When measuring the association of *R. arizonensis* damage, with the structural variables, *P. cembroides* showed a positive marginal correlation with the variables height, diameter and covering with $r^2 = 0.12$, 0.16 and 0.18, respectively ($p < 0.001$). However, *P. nelsonii* expressed non-significant correlations among *R. arizonensis* damage with the structural parameters. The combined influence of the three structural variables (multiple correlation r^2) of *R. arizonensis* damage, was mostly explained in *P. cembroides* with r^2 value of 0.19 highly significant ($p < 0.001$). In relation to *P. nelsonii*, the structural variables influenced on damage percentage of *R. arizonensis* were not significant ($p = 0.128$). Natural regeneration showed percentage participation (relative to adult trees) of 20.6% for *P. cembroides* and

42.5% for *P. nelsonii* with mean height of 13.9 cm (± 12.6) and 28.4 cm (± 20.0) in *P. cembroides* and *P. nelsonii*, respectively.

Key words: *Retinia arizonensis*, *P. cembroides*, *P. nelsonii*, structure and natural regeneration.

Recibido: 20/10/2014

aceptado: 14/07/2015

INTRODUCCIÓN

Las tres especies de pinos piñoneros presentes en Tamaulipas, se distribuyen en un gradiente altitudinal que oscila de ~1,150 a 2,700 m snm es de amplia distribución, en numerosos cerros y mesetas de la Sierra Madre Oriental, desde el estado de Puebla hasta los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, México, incluso se extiende hasta la frontera sur de los Estados Unidos de América. Se distribuye en forma discreta y ocupa un área de ca 140,000 hectáreas en Tamaulipas (91% del área total reportada para los bosques piñoneros), ocupando en esta zona el piso altitudinal de ~1,700 a 2,100 m snm en un gradiente Norte-Sur, donde es más común a medida que desciende.

Por otra parte, *Pinus* está catalogada como especie en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana y como vulnerable según criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; su distribución se restringe en los estados del noreste de México como sigue Adams, et-al. (2009).

Las poblaciones de los pinos piñoneros están expuestas a una serie de factores negativos, tanto de origen natural, como antrópico, tales como: i) incendios, ii) desmontes para la agricultura, iii) sobrepastoreo, iv) plagas y enfermedades, entre otros, provocando fragilidad y susceptibilidad al ataque de insectos así como a la fragmentación y disminución constante de la superficie boscosa Cibrián & Méndez (1987). Posterior a la perturbación y en etapas de sucesión temprana, la diversidad de especies de árboles disminuye con relación a los bosques antiguos, lo que conlleva hacia una pérdida de los recursos disponibles para el suelo.

- Curabitur pharetra arcu in diam bibendum molestie.
- Maecenas id eros tincidunt, venenatis purus at, convallis dolor.
- Praesent ac nunc commodo, faucibus eros efficitur, ultricies nunc.
- Curabitur in orci id lorem porttitor gravida.

- Integer placerat mi vel tellus convallis viverra.

Las plagas y enfermedades han mermado grandes superficies de bosques de pino y encino en Tamaulipas (Cranshaw, 2006). Los insectos herbívoros (principalmente larvas de Lepidoptera) pueden considerarse como uno de los grupos de mayor representatividad e impacto en las comunidades ya que constituyen ca 90% de los defoliadores de bosques; dentro de este Orden, la familia Tortricidae se ubica entre las cuatro primeras en abundancia y diversidad. Se estima que la intensidad y la ocurrencia del daño dependen de varios factores inherentes del hospedante, tales como el diámetro del tallo (Jactel et al. 1996), la edad, la condición del vigor/estrés y la presencia de compuestos volátiles químicos atrayentes o defensivos. Estos compuestos, son producidos principalmente en las flores, pero también se encuentran en los frutos, tallos, hojas y raíces. Los árboles de mayor dimensión, son más fáciles de ser detectados por los herbívoros que los más pequeños, según “per se size hypothesis” y la Teoría En Tamaulipas, aun cuando existen datos sobre la distribución potencial de *Retinia arizonensis* para la región de Miquihuana, no hay registros en la literatura especializada sobre el nivel daño que causa *R. arizonensis* sobre pinos piñoneros. Sin embargo, durante el periodo septiembre-noviembre del año 2012, se presentaron daños de *R. arizonensis* sobre los brotes terminales de las dos especies piñoneras. Generando con ello, la necesidad de conocer la dinámica de la interacción ecológica planta-herbívoro y el efecto que la herbivoría causa sobre los pinos piñoneros así como Franklin & Van Pelt (2004).

Retinia arizonensis es una palomilla Lepidoptera de la familia Tortricidae, cuyo daño consiste en barrenar brotes y conos. El adulto deposita de 1 a 3 huevecillos en la base de las brácteas aciculares del brote en crecimiento, al emerger la larva se alimenta del cambium formando galerías (sin daño aparente). El daño se observa a principios de otoño, cuando las ramillas mueren y dan una apariencia de bandera roja. Las larvas son de rojizo-amarillento con cabeza bien desarrollada. Durante el invierno se forma una cámara de resina donde entra en diapausa, reiniciando su actividad en primavera. La pupación ocurre a finales de abril a junio, en una bolsa de seda en la parte más alta de la masa de resina para facilitar la emergencia del adulto. Se presenta una generación por año dice Harper (1977). El adulto es pequeño, sus alas anteriores miden de 15 a 20 mm con franjas irregulares de colores grises y café claro, con tonos iridiscentes; las anteriores son café grisáceo muy oscuro (Flores & Martínez 1987).

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. La investigación se desarrolló durante Septiembre del 2012 en el Municipio de Miquihuana, Tamaulipas, situado en la región norte de la Sierra Madre Oriental entre los paralelos 23° 47' y 23° 24' de latitud Norte y los meridianos 99° 58' y 99° 35' de longitud Oeste, con una altitud entre 1,300 y 3,600 m snm (Jacobi & Cranshaw, 2009). El uso potencial del suelo y la vegetación está representado por: agricultura 8.4%, zona urbana 0.2%, bosque 62.4%, matorral 27% y pastizal 2% (INEGI 2009). Los suelos son relativamente homogéneos y pobres en materia orgánica (6.5%) con profundidad <50 cm y pH entre 6.88.0 (Brasil, 1996).

Un aspecto elemental de los bosques es la estructura, la cual incluye la variedad de disposiciones o arreglos individuales (vertical y horizontal) y espaciales. En lo individual, se consideran registros de diversos tamaños y condiciones de árboles y tallos. En lo espacial, se refiere a la disposición de estos individuos, es decir, si están uniformemente espaciados o agrupados. Estas características estructurales de los bosques, cada vez son más reconocidas y estudiadas por teóricos y prácticos, ya que es un conocimiento básico para el desarrollo adecuado de planes de manejo, para mantener la sanidad e implementar medidas, para reducir la susceptibilidad a los incendios, entre otras aplicaciones. En Miquihuana, se han realizado algunos trabajos sobre este aspecto, pero se carece de estudios concernientes a la asociación de los herbívoros con respecto a la estructura de estas especies, mismos que permitirán reconocer las características ecológicas y adaptativas de ambos interactuantes (SEDUMA, 2013).

El presente estudio, tuvo como objetivo central determinar la intensidad del daño de *Retinia arizonensis* y su posible relación con tres parámetros estructurales (diámetro de tallo, altura y cobertura), así como con la regeneración natural de *P. cembroides* y *P. nelsonii*, en la región piñonera de Miquihuana, Tamaulipas. Una aplicación práctica de estos resultados, es prevenir la expansión de daños en ambas especies, para advertir a las autoridades fitosanitarias del municipio y del estado sobre el mantenimiento del ecosistema, en términos del funcionamiento y la sanidad.

El bosque piñonero se encuentra en un clima Bsohwx, seco semicálido, con una precipitación promedio anual de 362.6 mm. Esta zona se caracteriza por la presencia de temperaturas extremas, la máxima llega a alcanzar los 41 °C en el mes de mayo y la mínima de -5 °C durante el periodo diciembre-febrero. La vegetación asociada al bosque piñonero es el matorral rosetófilo con dominancia de los elementos: *Juniperus flaccida* Schlechtendal, *J. monosperma* (Engelm.) Sarg. (Cupresaceae); *Dasyllirion texanum* Scheele, *Agave lecheguilla* Torr. (Agavaceae); *Rhus pachyrrachis*

Hemsl., *R. virens* Lindh. ex A. Gray. (Anacardiaceae); *Tillandsia recurvata* (L.) (Bromeliaceae); *Opuntia stenopetala* Engelm., *O. rastrera* F.A.C.Weber, *O. tunicata* (Lehm.) F.M.Knuth, *Thelocactus conothelos* Backeb, *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto, *Ferocactus hamatacanthus* (Muehlenpf.) y *Acacia berlandieri* Benth. (Fabaceae).

Muestreo. Se establecieron dos sitios con daño aparente de *R. arizonensis* (Pc: *Pinus cembroides* y Pn: *Pinus nelsonii*), cada uno comprendió un total de cuatro cuadrantes de 25×25 m ($2,500 \text{ m}^2$, en total $5,000 \text{ m}^2$), localizados en el paralelo $23^\circ 32'$ de latitud Norte y el meridiano $99^\circ 48'$ de longitud Oeste; con una altitud entre 1,860 y 1,981 m snm. El muestreo realizado fue subjetivo, ya que se consideró a partir de la presencia de *R. arizonensis* en *P. cembroides* y *P. nelsonii* en la mencionada región, y que significara $>10\%$ de la superficie de daño, para ambas especies.

Daño por *Retinia arizonensis*. Se realizó un recorrido en cada uno de los cuadrantes, cuantificando el daño visualmente (% de daño/árbol), utilizando una retícula óptica transparente (acetato cuadriculado de 28×21 cm, con cuadrícula de 1 cm^2), se observaron las copas de los árboles desde una distancia de 5 m con cuatro puntos de observación (puntos cardinales), cubriendo la totalidad de cada cuadrante y de cada especie. A cada individuo se le asignó el porcentaje de daño (promedio de las cuatro lecturas), de acuerdo a la cubierta porcentual de la retícula con yemas terminales y ramillas dañadas por el insecto (metodología tomada y modificada para el presente proyecto) (Box 1). Adicionalmente, el porcentaje de daño se agrupó en siete clases (véase Tabla 2).

Box 1. De Humanis corporis fabrica libri septem, or the Fabrica, and others.

De humani corporis fabrica libri septem, the Fabrica, 1st edition, came to light in 1543, by the printer Johannes Oporinus, from Basel. It is one of the most influential books on human anatomy, and considered one of the great scientific and artistic oeuvre of mankind. The Fabrica is illustrated with detailed illustrations, printed with woodcut engravings, in Venice, with the identity of the artist is uncertain. Possibly the contribution was of one of the artists, the Flemish Van Kalcar, and possibly of others, of the atelier of master Titian, and some of the plates are credited to Vesalius. It is constituted by 7 books, comprising all systems of the human body.

The Fabrica, 2nd edition, released in 1555, dedicated to Charles V, is considered more sumptuous than the 1st one. There are also corrections, decrease of redundancies, as well as inclusion of physiological experiments, by means of nervous section, e.g., section of the recurrent nerve, with consequent laryngeal paralysis.

De Humanis corporis fabrica librorum Epitome, the Epitome, printed in 1543, was intended by Vesalius to be a very brief descriptive book, being a remarkable condensation of the 1st edition of the main book. It has 6 chapters, the 5th concerned with "The brain and the nervous system".

These oeuvres constitute a milestone in the study of human anatomy and neuroscience.

However his work was not limited to these publications, including, among others:

Paraphrasis in nonum librum Rhazae, 1st Vesalius' book, with Paraphrase of the ninth book by the most famous Arab physician Rhazes [addressed] to King Almansor, deals with treatment of diseases affecting the various parts of the body, with several editions, between 1537 and 1592.

Densidad y estructura. En cada parcela se levantó un censo de *P. cembroides* y *P. nelsonii*, considerando a los individuos con diámetros ≥ 2 cm y con una altura de 80 cm sobre el ras del suelo. Paralelo al conteo de plantas, se midió el diámetro de tallo, la altura de planta y la cobertura. El diámetro se midió con una forcípula Haglöff, para la altura se consideraron las plantas < 2 m (medidas directamente con un flexómetro Stanley), las de altura superior fueron medidas con un clinómetro electrónico Haglöff. La cobertura, se midió con un densiómetro cóncavo de acuerdo a Mostacedo. Además, los diámetros del tallo se agruparon en clases, utilizando la fórmula anterior.

Asociación de variables estructurales con el porcentaje de daño por *Retinia arizonensis*. Una vez evaluado el porcentaje de daño por *R. arizonensis* y las variables diámetro, altura y cobertura, se determinó el grado de asociación de las tres variables estructurales (en forma individual), utilizando el porcentaje de daño de *R. arizonensis*, a través del coeficiente de determinación (r^2), ψ y la influencia conjunta de las tres variables estructurales con el daño de *R. arizonensis* mediante una correlación múltiple (r^2). Ambas determinaciones se realizaron con el Software STATISTICA version 6.

Regeneración: Para evaluar la regeneración natural, se determinó el reclutamiento de plántulas en cada uno de los cuadrantes por sitio, donde se evaluó el número y altura de las plántulas. Para determinar posibles diferencias entre cuadrantes, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis ($H\text{-Chi}^2$ y $\hat{R} + \check{Y}$) con el programa estadístico PAST versión 2.15.

RESULTADOS

Daño por *Retinia arizonensis*. De *Pinus cembroides* se registraron un total de 136 plantas, de las cuales 135 presentaron algún porcentaje de daño por *R. arizonensis*. De *P. nelsonii* se contabilizaron 47 plantas, de las que 46 exhibieron cierta proporción de daño de *R. arizonensis*.

- a. Nunc suscipit dui eget suscipit pellentesque;
- b. Nam fringilla urna quis sollicitudin tristique;
- c. Vivamus eget diam quis mi sodales bibendum.

Pinus cembroides presentó un daño promedio por *Retinia arizonensis* en brotes terminales de 10.5% (± 8.1 D.E.). En relación a *P. nelsonii*, el porcentaje de daño promedio fue de 4.8% (± 4.5), esto es, ca 2 veces menos que *P. cembroides* (Tabla 1). Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis ($H\text{-Chi}^2$) del porcentaje de ataque de *R. arizonensis* entre *P. cembroides* y *P. nelsonii*, se observó marcada diferencia significativa ($p < 0.001$). De igual manera, al aplicar la misma prueba entre los cuadrantes de cada especie, tanto *P. cembroides* como *P. nelsonii* mostraron diferencias significativas ($p < 0.001$ y $P = 0.016$, respectivamente), lo cual indica que el daño de *R. arizonensis* difieren entre los cuadrantes de cada especie y entre especies (Tabla 1).

Tabla 1 - Daño causado por *Retinia arizonensis* en *Pinus cembroides* y *P. nelsonii* (promedio, máximo y mínimo) en Miquihuana, Tamaulipas.

	P. cembroides	P. nelsonii
No. de inds. (n)	135	46
Promedio (% \pm 1 D.E.)	10.6 (± 8.1)	4.8 (± 4.5)
% Daño Máximo	40	20
% Daño Mínimo	1	1
Rango	1-40	1-20
Ámbito	39	19
Kruskal-Wallis	227.5	
($H\text{-}\chi^2$)	$p < 0.001$	

DE = Desviación estándar, Máx y Mín = valor máximo y mínimo.

Respecto al promedio del daño porcentual por *R. arizonensis*, en *P. cembroides* fue ca 2 veces más que en *P. nelsonii* pero el número de plantas en *P. cembroides* se distribuye en todas las categorías de daño, siendo mayor en la clase 1 con 57 plantas, seguido de la clase 2 con 41 plantas y la clase 3 con 15 plantas que, en su conjunto, representa ca 83% del total de plantas y agrupa niveles de daño de 1 al 17.7% por este insecto; el resto de las plantas se integra en las clases 4, 5, 6 y 7 con daño que oscila entre 18% a 40%. En *P. nelsonii* el comportamiento del daño por *R. arizonensis* fue distinto, ya que la mayoría de los individuos presentaron un

daño mínimo (clase 1:1-6.6%) con ca 83% y el resto de las plantas (17%) se ubicaron en las clases 2, 3 y 4 con daños que oscilan entre 6.6-23.3; no se encontraron plantas con daños superiores al 23.3% (Tabla 2).

Tabla 2 - Número de plantas por clases de daño por *Retinia arizonensis* en *Pinus cembroides* y *P. nelsonii* en Miquihuana, Tamaulipas.

			Pinus cembroides		Pinus nelsonii	
Clase	Rango (%)	CC	No. de árboles	FR%	No. de árboles	FR%
1	1.0-6.6	3.8	57	0.42	38	0.83
2	6.6-12.1	9.4	41	0.30	4	0.06
3	12.1-17.7	14.9	15	0.11	4	0.09
4	17.7-23.3	20.5	8	0.06	1	0.02
5	23.3-28.9	26.1	6	0.04	0	0.00
6	28.9-34.4	31.6	6	0.04	0	0.00
7	34.4-40.00	37.2	2	0.02	0	0.00
Totales			135	1.00	46	1.00

CC = centro de clase, Fr = Frecuencia relativa.

Densidad y estructura. El arbolado adulto de *Pinus cembroides* agrupó un total de 136 individuos, en tanto que para *P. nelsonii* fueron 47 individuos.

Referente a la estructura, *P. cembroides* presentó los siguientes valores promedio (± 1 D.E.): diámetro de tallo de 10.7 cm (± 8.0), altura de 2.9 m (± 1.0) y cobertura de 3.0 m² (± 1.8). En relación a *P. nelsonii*, estos valores fueron: diámetro de 10.7 cm (± 4.3), altura de 3.6 m (± 0.8) y cobertura 4.2 m² (± 1.8).

(1)

$$F_1(\{W_{js}\}, \lambda) = \dots = F_n(\{W_{js}\}, \lambda) = 0$$

Al compararse los promedios del diámetro y la altura en las dos especies, se aprecian valores muy cercanos, siendo marginalmente superiores para *P. nelsonii*. Sin embargo, para la variable cobertura *P. nelsonii* resultó ca 1.5 veces mayor a *P. cembroides*. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (H-Chi²) sobre las variables estructurales de las dos especies, se obtuvo una amplia diferencia estadística ($p < 0.001$), incluso dentro de cada especie, excepto para la variable cobertura de *P. cembroides* que fue de $p = 0.133$; el resto de las variables presentaron diferencias significativas (Tabla 3).

Tabla 3 - Promedio máximo y mínimo de las variables estructurales de *Pinus cembroides* y *P. nelsonii* en Miquihuana, Tamaulipas.

Characteristics	Total sample (n = 59)	No tranexamic acid (group A) (n = 30)	Tranexamic acid (group B) (n = 29)
Gender			
Feminine	36.0 (61.0)	18.0 (60.0)	18.0 (62.1)
Masculine	23.0 (39.0)	12.0 (40.0)	11.0 (37.9)
Age (years old)	68.0	68.5	68.0
Median (Interquartile interval)	(65.0 - 75.0)	(65.0 - 75.0)	(64.0 - 75.0)
BMI	27.0	26.5	27.0
Median (Interquartile interval)	(25.0 - 28.0)	(24.0 - 29.0)	(25.0 - 28.0)

n = número de individuos, Máx y Mín = valor máximo y mínimo.

El Tabla 3 y la Figura 1 presentan los promedios, desviaciones estándar, el rango, así como los valores máximos y mínimos de los parámetros estructurales. Es notable, que el ámbito del diámetro de tallo de *P. cembroides* es superior a *P. nelsonii*, ya que se distribuye en las siete categorías, caso contrario ocurrió en *P. nelsonii* donde los diámetros se concentran en las primeras cuatro clases.

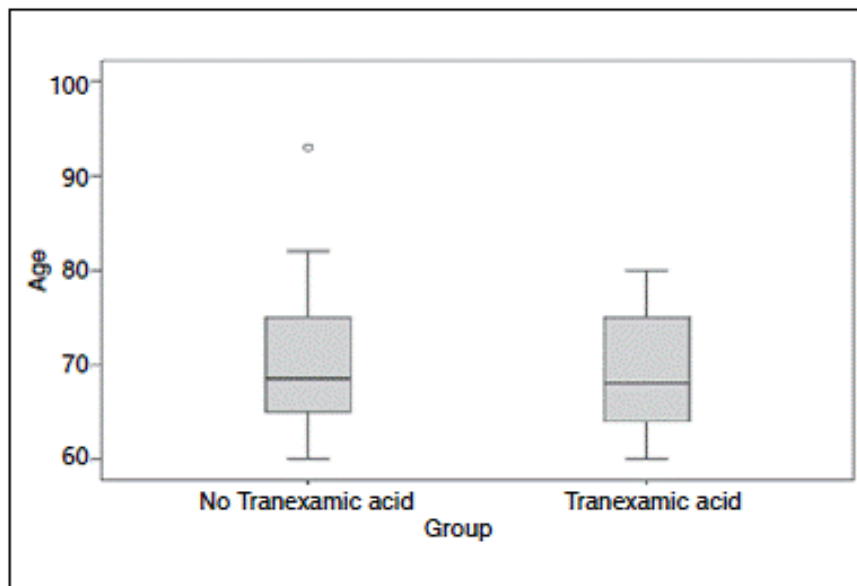


Figura 1 - Promedios y desviación estándar de las variables estructurales: diámetro de tallo (D), altura (h) y cobertura (Cob) de *Pinus cembroides* y *P. nelsonii* de Miquihuana, Tamaulipas.

Si bien, *P. cembroides* contiene individuos de todas las categorías diamétricas de tallo (Figura 1), el número de plantas se concentra en las clases 1 y 2, presentando un 45% y 28% respectivamente, que comprende tallos de 2 a 12.6 cm de diámetro; el otro porcentaje lo integran las clases 3, 4, 5, 6 y 7 con diámetros de tallo de 12.6 cm a 39.0 cm. Respecto a *P. nelsonii*, su población se agrupa en las primeras cuatro clases, siendo las clases 2 y 3 las más altas, representando un 49% y 25%, respectivamente, e integrando diámetros de 7.3 cm a 17.9 cm. El resto de los individuos, se agrupan en las clases 1 y 4 con un 19% y 6%, respectivamente, presentando diámetros de tallo de 2 a 7.3 cm para la clase 1, y 17.9 a 23.1 cm para la cuarta clase.

Asociación de las variables estructurales con el daño porcentual de *Retinia arizonensis*: *Pinus cembroides* mostró una correlación positiva marginal con las variables altura, diámetro y cobertura de tallo, presentando valores de r^2 0.12, 0.16 y 0.18, respectivamente ($p < 0.001$). Sin embargo, *P. nelsonii* no manifestó una correlación significativa entre el daño por *R. arizonensis* y los parámetros estructurales, obteniendo valores de $\sim r^2$ 0.05 y ~ 0.03 de las variables diámetro de tallo y cobertura, respectivamente.

Respecto a la influencia conjunta de las tres variables estructurales (correlación múltiple = r^2) para cada especie sobre el daño de *R. arizonensis* quedó mayormente explicada en *P. cembroides* con valor de $r^2 = 0.19$ siendo altamente significativa ($p < 0.001$) y, para *P. nelsonii* la influencia de las variables estructurales sobre el porcentaje de daño de *R. arizonensis* no fue significativo ($p = 0.128$) con valor de $r^2 = 0.12$.

Regeneración de plántulas: Se contabilizaron 28 plántulas de *Pinus cembroides* y 20 de *P. nelsonii*, siendo la participación porcentual (con respecto a los adultos), de 20.6% para *P. cembroides* y 42.5% para *P. nelsonii*. Las plántulas de *P. cembroides* presentaron una altura promedio de 13.9 cm (± 12.6). En *P. nelsonii*, la altura promedio fue de 28.4 cm (± 20.0). Las alturas máximas fueron de 70 cm y 75 cm en *P. cembroides* y *P. nelsonii*, respectivamente, y las mínimas de 5 cm en *P. cembroides* y 10 cm en *P. nelsonii*. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis ($H\text{-Chi}^2$) sobre la variable altura de plántulas, se encontró marcada diferencia significativa ($p < 0.001$) entre ambas especies. Similarmente, dentro de cada especie se encontraron diferencias significativas = $p < 0.001$ (Tabla 4).

Tabla 4 - Análisis estadístico de la variable altura de las plántulas de *Pinus cembroides* y *Pinus nelsonii* de Miquihuana, Tamaulipas.

Estadístico	<i>P. cembroides</i>	<i>P. nelsonii</i>
No. de Individuos	28	20
Promedio (cm \pm 1 D.E.)	13.9 (± 12.6)	28.4 (± 20.0)

Altura Máxima	70	75
Altura Mínima	5	10
Rango	5-70	10-75
Ámbito	65	65
Kruskal-Wallis	71.26	
(H-x ²)	p < 0.001	

DISCUSIÓN

Daño por *Retinia arizonensis*: De los 137 individuos registrados de *P. cembroides* ca 99% presentaron diferentes niveles de daño por *R. arizonensis*. Para *P. nelsonii* el comportamiento del daño es similar a *P. cembroides*, debido a que del total de individuos (47), sólo uno se encontró en estado sano y ca 98% mostró algún nivel de daño. Aun cuando las dos especies mostraron daño por *R. arizonensis*, para *P. cembroides* el arbolado dañado (83%) se concentró en las primeras tres categorías (de 1 a 17.7%). Para *P. nelsonii* este mismo porcentaje de daño (83%) se agrupó en la categoría 1 (de 1 a 6.6%) (Tablas 1 y 2).

Resultados obtenidos por otros investigadores, sobre el daño que este insecto causa sobre las especies piñoneras muestran lo siguiente: i) los bosques piñoneros (*P. cembroides*) de Saltillo, Coahuila, México, presentaron ~80% de daño, causando una mortalidad de ca 50% (Flores & Morales 1985), ii) en la misma región, los ataques severos y consecutivos de *R. arizonensis* adicionales a otros agentes nocivos (e.g. plagas, sequías) causaron la muerte del 36% de las plantas bajo un sistema de plantación comercial (Domínguez 2003), iii) otro hallazgo sobre el detrimento que esta palomilla causa sobre *P. cembroides*, es el registrado en Cardonal, Hidalgo, donde 55.6% de las ramillas terminales de los piñoneros presentaron mortalidad (Morales 2013). Estos resultados son contrastantes con los obtenidos en el presente estudio, donde los niveles de daño fueron desde 1.2 hasta 42 veces más, respecto a los sitios mencionados.

“Con tu frente en mi frente,
con tu boca en mi boca,
atados nuestros cuerpos
al amor que nos quema,
deja que el viento pase
sin que pueda llevarme.”

Pablo Neruda

Densidad y estructura: La densidad encontrada para *Pinus cembroides* fue de 136 individuos (ca 3 veces más respecto a *P. nelsonii* con 47), esta especie mostró una marcada uniformidad en todas las categorías diamétricas de los tallos. En contraste con *P. nelsonii*, la distribución diamétrica se ubicó en las primeras cuatro clases, exhibiendo menores valores de rango, ámbito y desviación estándar (Tablas 3 y 4).

De acuerdo a las clases diamétricas, en las dos especies se consideran bosques jóvenes ya que concentran su población en las primeras clases diamétricas, presentando forma de “J invertida” en *P. cembroides* (Figura 1). Estas discrepancias categóricas, observadas principalmente en *P. nelsonii*, posiblemente se deban a la presencia de factores adversos como las sequías y la colecta excesiva de semillas; resultados similares fueron obtenidos en *P. nelsonii*, *P. cembroides* y *P. pinceana* $\sum_{i \in S} \pi_i = 1$. Igualmente, en las categorías diamétricas >23.1 cm, *P. nelsonii* está ausente, éste es un factor ecológico que en el futuro podría limitar su regeneración y, por lo tanto, la deriva genética, afectando la adaptación y el éxito de la especie. Este aspecto se constata con la nominación de *P. nelsonii* como especie en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT2010 y como vulnerable según criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En contraposición, *P. cembroides* que, aún cuando el porcentaje de plantas es bajo (8.1%) en esta categoría, mantiene árboles en todas las categorías diamétricas, lo cual fundamenta y expresa que la adaptación al medio está regida por una sucesión multigeneracional, donde la posibilidad del éxito reproductivo está garantizado y la especie no presenta riesgos mediatos de supresión ecológica (Tabla 4 y

Figura 1)
$$P\{K_r \geq X + S(r)\} \leq \frac{E[K_r]}{X + S(r)} .$$

Asociación del daño por *Retinia arizonensis* con las variables estructurales. Respecto a la influencia de las variables dasométricas sobre el daño por *R. arizonensis*, a través de la determinación (r^2), en *P. cembroides* fue significativo ($p < 0.001$) con una correlación positiva marginal con las variables altura, diámetro de tallo y cobertura, presentando valores de 0.12, 0.16 y 0.18, respectivamente. En *P. nelsonii* la influencia de las variables estructurales sobre el daño no fue significativa, sin embargo, esta especie presentó ligera influencia en el diámetro de tallo y la cobertura. En el efecto combinado de las tres variables estructurales sobre el porcentaje de daño por *R. arizonensis* en *P. cembroides* mediante la regresión múltiple (r^2) se obtuvo un valor de 0.19, siendo altamente significativa ($p < 0.001$), lo cual indica que ca 20% de la varianza en el daño de *R. arizonensis* es dependiente de las características estructurales de estos bosques. Por su parte, en *P. nelsonii* la influencia de las variables estructurales sobre el porcentaje de daño de *R. arizonensis* no fue significativa ($p = 0.128$) con valor de r^2 correlación múltiple de 0.12. Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren

de lo obtenido por quien encontró que al aumentar el diámetro de *P. cembroides* disminuía el ataque por *Retinia* y que el mayor daño observado fue en árboles con diámetros ≤ 4.0 cm. En la presente investigación, los valores máximos de daño encontrados en *P. cembroides* ocurrieron en individuos con tallos de 20 cm y con 3-3.5 m de altura; el individuo con menor daño medía 2.5 cm de diámetro y 1.80 m de altura. En *P. nelsonii* el individuo que presentó mayor daño por *R. arizonensis* (20% del follaje), exhibió un diámetro de tallo de 14 cm y 4 m de altura, en tanto que el árbol con menor daño presentó diámetro de tallo de ~8 a 12 cm con altura y de ~3 a 4 m. Lo anterior puede deberse a que el estudio se realizó en una plantación con factores controlados como la edad, distancia entre plantas y riego. El presente estudio se realizó bajo condiciones naturales, donde se involucran otras variables diferenciales, tales como la edad de planta, competencia intra e interespecífica y el microclima, entre otros. El mayor daño encontrado en *P. cembroides* (ca 2 veces mayor) puede deberse -entre otras causas- a que esta especie presenta mayor densidad, lo cual incrementa la posibilidad de la interacción planta-insecto, lo que queda de manifiesto con lo expuesto por Feeny. Así mismo, la expresión de mayor cobertura (mayor fronda) de esta especie respecto a *P. nelsonii*, ha sido documentada anteriormente para bosques.

Regeneración. El éxito de cualquier especie está basado en la regeneración natural, la que se mide por la capacidad reproductiva (producción media de semillas), que depende de la correcta polinización, amarre de frutos y la dispersión de semillas. Posteriormente, la predación pre- y postdispersión, viabilidad de la semilla, germinación, crecimiento de las plántulas y el crecimiento vegetativo hasta alcanzar la etapa juvenil. Todas estas fases requieren de una serie de factores ambientales, clima y suelo que garanticen el éxito reproductivo. Respecto a este tema, que la regeneración natural constituye uno de los problemas torales para la sucesión de las especies piñoneras. En el presente estudio se encontraron 28 plántulas de *Pinus cembroides* y 20 de *P. nelsonii* en los sitios de estudio. La proporción de plántulas/adultos fue de 20.6 y 42.6%, respectivamente, para estas especies. Estudios anteriores sobre esta variable en la misma zona de estudio fueron realizados por donde la regeneración porcentual con respecto a los adultos fue de 49.6% para *P. cembroides* y 63.4% para *P. nelsonii*. La óptima regeneración observada para ambas especies, puede deberse entre otros factores al buen contenido de materia orgánica (10.3% en el sitio con *P. cembroides* y 8.6% en el sitio con *P. nelsonii*), con lo que se clasifican como suelos ricos lo que mejora la captación de humedad que es uno de los requisitos básicos para la germinación.

Pinus nelsonii presenta una estructura vertical y horizontal poco compacta, con ramificación más abierta y una densidad de plantas adultas menor. Por otra parte *P. cembroides*, al mostrarse con una estructura densa y copiosa, aumenta la competencia por luz y nutrientes que también son elementales en la germinación. Además, algunos autores mencionan que el incremento de la temperatura por el cambio climático mejora la

regeneración natural, sobre todo en las regiones frías. Sin embargo, estos resultados son supuestos ya que estas plántulas pueden ser afectadas por las sequías, la competencia por agua y nutrientes, así como daños por el pastoreo como lo señalan en *Pinus pinea* (L).

Es indudable la necesidad de complementar los resultados sobre el daño de *Retinia arizonensis*, así como los factores que favorecen el ataque de pinos piñoneros en la región de Miquihuana, debido a que el porcentaje de plantas (ca 99% en *P. cembroides* y ca 98% en *P. nelsonii*) con daños de diversa magnitud, supera a lo reportado por otros investigadores. Así mismo, aun cuando los daños no provocan la muerte inmediata de las plantas, retardan el crecimiento vegetativo y en consecuencia, afectan la producción de conillos y conos, reduciendo por ende la producción de semillas, lo que en el futuro afectará la regeneración natural de estos pinos piñoneros.

AGRADECIMIENTOS

Al Conacyt, por la Beca otorgada al primer autor (IFL) para realizar estudios de Doctorado. Al Comité de Tesis Doctoral del Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas: Gerardo Sánchez-Ramos (Director de Tesis y Asesor), José Guadalupe Martínez-Ávalos (Coasesor), Humberto Suzán-Azpiri (Coasesor) y José Villanueva-Díaz (Coasesor). Al “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” (CNPq-302528/2011-3) y “Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo” (FAPESP-2011/50680-2).

LITERATURA CITADA

Adams, H. D., Guardiola-Claramonte, M., Barrón-Gafford, G. A., Villegas, J. C., Breshears, D. D., Zoug, C. B., Troch, P. A. & Huxman, T. E. The Brazilian Electoral Panel Studies (BEPS): Brazilian Public Opinion in the 2010 Presidential Elections. Technical Note No. IDB-TN-508, Inter-American Development Bank, Department of Research and Chief Economist, 2009.

Cibrián, T. D. & Méndez, T. “Euro SDR network on Digital camera calibration”. *Final Report*, Institute of Photogrammetry, University of Stuttgart, 1987.

Cranshaw, W. S., Leatherman, D. A., Jacobi, W. R. & Mannix, L. Estratégias eleitorais e eleições para Câmara dos Deputados no Brasil em 2006, no prelo, 2006

Flores, A. J. & Martínez, R. S. 1987. Professores de ensino superior: características de qualidade. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo .

Franklin, J. F. & Van Pelt, R. *Em defesa da liberdade: libertos e livres de cor nos tribunais do Antigo Regime português (Mariana e Lisboa, 1720-1819)*. (2004). Tese de doutorado, Departamento de História, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

Harper, J. L. Interpretation of nominal compounds: combining domain-independent and domain-specific information. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL LINGUISTICS (COLING), 16., 1977, Stroudsburg. Proceedings... Stroudsburg: Association of Computational Linguistics, 1977. v.1, p.364-369.

Jacobi, W. R. & Cranshaw W. S. A temática 'saúde' na concepção de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental: questões concernentes a metodologias e aprendizagem. In: IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul - IX ANPED SUL, 2012a, Caxias do Sul. Anais...Caxias do Sul: UCS, 2009. p. 1e-14e

Brasil, Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. (1996, 23 de dezembro). Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Diário Oficial da União, seção 1 1996

Jactel, H., Menassieu, P., Raise, G. & Burban, C. (1996). A saúde e a doença mental segundo a fenomenologia existencial. *Revista da Associação Brasileira de Daseinsanalyse*, São Paulo, 16, 98-114

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA). 2013. Combaten Incendio en Miquihuana. Comunicado de prensa 0378-abril 27, 2013. Disponible en: <http://tamaulipas.gob.mx/2013/04/abaten-incendio-en-zona-de-miquihuana/>

Conflicto de Interés:

Los autores declaran no tener conflicto de interés para este estudio.

Contribuciones:

Los autores contribuyeron igualmente.

Soporte:

Esta investigación fue apoyada por la Universitat de Teherán de Ciencias Médicas y Servicios de Salud.