



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

raximhai@uaim.edu.mx

Universidad Autónoma Indígena de México
México

Solares-Arenas, Fortunato; Jasso Mata, Jesús; Vargas-Hernández, Jesús; Soto-Hernández, Marcos R.; Rodríguez-Franco, Carlos

Capacidad de regeneración en grosor y lateral en corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlect.) en el Estado de Morelos

Ra Ximhai, vol. 2, núm. 2, mayo-agosto, 2006, pp. 481-495

Universidad Autónoma Indígena de México
El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46120210>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2006

CAPACIDAD DE REGENERACIÓN EN GROSOR Y LATERAL EN CORTEZA DE CUACHALALATE (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) EN EL ESTADO DE MORELOS

Fortunato Solares Arenas, Jesús Jasso Mata Jesús, Jesús Vargas, Hernández, Marcos R.
Soto Hernández y Carlos Rodríguez Franco
Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 481-495



CAPACIDAD DE REGENERACIÓN EN GROSOR Y LATERAL EN CORTEZA DE CUACHALALATE (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) EN EL ESTADO DE MORELOS

REGENERATION CAPACITY IN LATERAL THICKNESS AND IN CRUST OF CUACHALALATE (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex- Schlecht.) IN THE MORELOS STATE

Fortunato Solares-Arenas¹; Jesús Jasso-Mata²; Jesús Vargas-Hernández²; Marcos R. Soto-Hernández³ y Carlos Rodríguez-Franco⁴.

¹Investigador del INIFAP en el Departamento de Conservación y Manejo Forestal. Correo electrónico: gomeztj@colpos.mx. ²Programa Forestal. Colegio de Postgraduados. Programa Forestal Colegio de Postruados. Correo electrónico: jejama@colpos.mx. ³Profesor Investigador. Programa de Botánica. Colegio de Postgraduados. Correo electrónico: sotoh@yahoo.com.mx. ⁴Director Regional del Área Forestal Zona Sur-INIFAP.

RESUMEN

La corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht), es utilizada con gran intensidad en varias partes del país para curar más de treinta enfermedades. En el Edo. de Morelos, se realiza el descortezamiento sin control, desconociéndose hasta el momento los efectos fisiológicos sobre el árbol y si la nueva corteza presenta la misma eficiencia medicinal. En este estudio se determinó si existe efecto del diámetro en la capacidad de regeneración en grosor y lateral de corteza así como el efecto de tres magnitudes de daño al cambium vascular en la velocidad de regeneración lateral de corteza.

Palabras clave: Corteza, regeneración, cambium.

SUMMARY

The bark of cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex schlecht.), is extensively used, in some regions of the country in the treatment of more than thirty diseases. In Morelos state, decortication is done without control, and it is not know to this moment the physiologic effects on the tree and if the new bark presents the same curative effects. In this study it was determined if there are any effect on the stem's diameter in the regeneration capacity in thickness and lateral growth of the bark; as well as the effect to magnitudes of damage to vascular cambium on the speed of lateral regeneration of bark.

Key words: Bark, regeneration, cambium.

INTRODUCCIÓN

El cuachalalate es una especie que ocupa el octavo lugar en importancia, de cuatrocientas especies útiles registradas en el uso tradicional en el estado de Morelos (Boyás *et al.*, 1988). Su corteza es utilizada para curar más de treinta enfermedades diferentes y a pesar de que se consume en otras partes del País, su aprovechamiento se concentra en el estado de Morelos y parte del Estado de Guerrero.

En el estado de Morelos, se comercializa alrededor de 500 g mensuales de corteza equivalente a 15,000 nuevos pesos (Soberanes y Boyás, 1991). Sin embargo, debido a que el descortezamiento que realizan los campesinos es muy intenso y en muchas ocasiones destruyen tejidos conductores como el floema y cambium vascular, es posible que este tipo de destrucción afecte el desarrollo fisiológico del árbol, reduciendo o inhibiendo su capacidad de regeneración de la corteza que pudiera ser utilizada en un segundo aprovechamiento.

En virtud de lo anterior, el presente trabajo pretende evaluar la capacidad de regeneración en grosor de corteza, así como regeneración lateral ante diferentes magnitudes de daño al cambium vascular de árboles de diferentes diámetros.

Por lo anteriormente expuesto ya no se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Determinar la “tasa de regeneración”, en grosor, de la corteza de árboles de diferente tamaño en diámetro del tronco.
- b) Evaluar el efecto de diferentes niveles de daño al “cambium vascular” sobre el crecimiento lateral de la corteza, en árboles con diferentes diámetros del tronco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El trabajo se llevó a cabo a tres km al NW de la comunidad de Barranca Honda, Municipio de Tlaltizapán, Mor. El sitio experimental quedó específicamente ubicado en la altitud de

1,350 msnm, una pendiente de 35% y una exposición sureste, comprende alrededor de 1 Ha dentro de la unidad ecológica * 1.3.6.10.7 que es una de las dos más representativas de la entidad con 49,250 Ha, de acuerdo con el mapa reportado por Boyás (1991).

Selección de árboles.

La selección de árboles se hizo midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP) y ubicándolos en su correspondiente clase diamétrica, como se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de los árboles estudiados por clase diamétrica.

CLASE DIAMÉTRICA (cm)	No. DE ÁRBOL	SEXO
1 (5.1 - 10.0)	1	F
	2	M
	3	M
	4	F
	5	M
	6	M
2 (10.1 - 15.0)	7	F
	8	F
	12	M
	13	M
	14	M
	15	F
3 (15.1 - 20.0)	9	M
	10	MN
	11	M
	16	M
	20	M
4 (> 20.0)	17	F
	18	M
	19	M

* F= femenino (33.3%), M= masculino (66.7%)

* 1. Clima cálido subhúmedo 3. sierra 6. roca caliza 10. suelo de rendzina 7. vegetación de selva baja caducifolia.

Diseño experimental

El experimento consideró el efecto de dos factores. Por un lado se incluyó el tamaño de los árboles, agrupados en las cuatro categorías diamétricas, y por el otro se consideró el nivel de daño ocasionado al cambium vascular en tres tratamientos de descortezado. Estos tres niveles de daño se aplicaron simultáneamente en cada uno de los árboles.

Tratamientos de descortezado

Para observar el crecimiento en grosor de la corteza, el primer descortezamiento se realizó durante la primera mitad del mes de enero de 1994. Se descortezó en todos los árboles una longitud similar de 70 cm, abarcando todo el perímetro del fuste, con ayuda de un machete y un martillo. En este proceso se trató de obtener un descortezamiento lo más homogéneo posible, a una profundidad de 4 a 6 mm de grosor en promedio, sin alcanzar dañar el cambium vascular. Sobre una parte de la superficie descortezada se aplicaron en todos los árboles de cada clase diamétrica (CD) tres distintos tratamientos. Los tres tratamientos consistieron en extraer placas de corteza dejando expuesto el xilema en un área de 20 cm de longitud y de una anchura variable. Las anchuras consideradas en los tres niveles de daño fueron:

1.3 cm, 2.6 cm y 3.8 cm

Medición de variables de respuesta en campo.

Crecimiento lateral

El crecimiento lateral de la nueva corteza se midió en la dirección paralela a la periferia del fuste, como una respuesta del árbol a tratar de cubrir la herida realizada. Esta variable se midió incrustando al centro y límite por los dos lados verticales de la herida un alfiler, para marcar con exactitud el inicio del crecimiento lateral en los tres tratamientos. La medición

se realizó con vernier digital en períodos aproximados de treinta días, sumando el crecimiento generado en los dos lados de la herida.

Crecimiento en grosor

Esta variable se refiere a la regeneración de corteza en forma perpendicular al eje del fuste para recuperar el grosor original. Para la medición de esta variable, en una cara de la superficie descortezada se clavaron cinco alfileres entomológicos de 34 mm de longitud, distribuyéndolos a lo largo de la superficie. De esta forma, al crecer en grosor la nueva corteza, el alfiler fue cubierto progresivamente. Así, al medir la diferencia en la longitud exterior del alfiler entre dos fechas de medición, se pudo estimar el crecimiento en grosor de la corteza ocurrido durante ese período.

De manera adicional se colocaron dos alfileres en un área del tronco sin descortezar, cercana al área descortezada, para comparar la velocidad de crecimiento en grosor, entre corteza original y corteza regenerada, y determinar si el descortezado estimula o inhibe el proceso de acumulación de la corteza.

Se obtuvieron cincuenta y cuatro observaciones en cada fecha de medición, aplicándoseles un análisis de varianza, tanto para el crecimiento en grosor como para el crecimiento lateral por mes, época de estío (febrero-mayo), época de lluvia (junio-septiembre) y crecimiento total al final del período de estudio.

Análisis de datos.

Los datos de crecimiento en grosor y lateral de la corteza fueron capturados por separado para cada fecha de medición, para su análisis con el paquete estadístico SAS. El análisis estadístico con base en los siguientes modelos:

$$\text{Crecimiento lateral: } Y_{ijk} = M + CD_i + T_j + CD_i * T_j + E_{ij}$$

Donde:

V_{ijk} = Valor de la observación en el k-ésimo árbol de la i-ésima categoría diamétrica y j-ésimo tratamiento.

M = Valor promedio del crecimiento lateral de corteza en la población.

CD_i = Efecto de la i-ésima categoría diamétrica.

T_j = Efecto del j-ésimo tratamiento (nivel de daño al cambium).

$CD_i * T_j$ = Efecto de la interacción de la i-ésima CD_i con el j-ésimo tratamiento T_j .

E_{ijk} = Error aleatorio.

$$\text{Crecimiento en grosor: } Y_{ij} = M + CD_i + TC_j + E_{ij}$$

Donde:

V_{ijk} = Valor de la observación en el k-ésimo árbol de la i-ésima categoría y j-ésimo corteza.

M = Valor promedio del crecimiento en grosor de corteza en la población.

CD_i = Efecto de la i-ésima categoría diamétrica.

TC_j = Efecto de tipo de corteza.

E_{ijk} = Error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características morfológicas de la corteza.

Crecimiento en grosor de la corteza.

A pesar de que la regeneración de corteza se dio en forma homogénea en toda la zona descortezada, se observó que después de treinta días de efectuado el descortezamiento, los valores registrados para todos los árboles estaban por abajo del valor inicial, es decir, la corteza se había contraído, siendo esto más acentuado en el área descortezada que en la corteza original.

Es posible que los valores registrados durante el mes de febrero se deban a una deshidratación del árbol al perder una parte de su corteza protectora. Este fenómeno debió acentuarse, ya que las temperaturas medias mensuales de 1994 estuvieron 7°C arriba de las temperaturas medias mensuales de los últimos 13 años. Esta aseveración se apoya en resultados encontrados en otras especies de clima templado, como *Pinus resinosa* y

Fraxinus americana que disminuyeron su diámetro del fuste después de una fuerte sequía (Kozlowski, 1982). Por otra parte, es posible que la presencia de la resina sobre la superficie descortezada al solidificarse ayudara a disminuir posteriormente la deshidratación y permitiera una recuperación en la regeneración de la corteza.

Al registrar la respuesta del crecimiento en grosor tanto de la corteza regenerada como de la corteza original para los árboles de cada clase diamétrica, aparentemente los valores promedio mensuales indican diferencias entre sí (Cuadro 2). Sin embargo, el análisis de varianza aplicado a tal información, indicó que no existen diferencias significativas entre clases diamétricas en ninguno de los meses de estudio, pero sí entre tipos de corteza durante los meses de junio a septiembre, (Cuadro 3). Por lo que se deduce que la velocidad de regeneración de corteza podría ser la misma para las distintas clases diamétricas de los árboles que constituyen la población estudiada. Esto confirma que el diámetro no influye en la respuesta del crecimiento en grosor por efecto del descortezamiento, y que más bien este comportamiento similar entre clases diamétricas podría obedecer al efecto de los factores ambientales como temperatura y precipitación y en cierta medida a factores intrínsecos de la especie, ya que el coeficiente de variación fue relativamente bajo en toda la población. Por otra parte, parece ser que las diferentes profundidades de descortezado para cada clase diamétrica no influyó en la capacidad de regeneración. Lo que podría coincidir con lo que reporta Fahn (1985), en el sentido de que el felógeno se origina a diferentes profundidades de la corteza y éste regenera a las capas celulares que se descortezaron. Estos resultados son similares a los encontrados por Solares (1992) en un ensayo preliminar cuando compara dos clases diamétricas (14-18 y 19-22 cm), en la unidad ecológica 1.3.1.5.7 durante doce meses de estudio.

Este mismo comportamiento se detectó al analizar los datos por época seca y de lluvia y también para los valores promedio de crecimiento acumulado de enero a septiembre. Aunque para estos últimos dieran la impresión de que los árboles con diámetros de 15 a 20 cm. tienen un valor promedio menor al resto de los árboles en las otras clases diamétricas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio del crecimiento en grosor de corteza para el área descortezada y la corteza original, en árboles de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) de diferente clase diamétrica en el Estado de Morelos.

CLASE DIAMÉTRICA		INCREMENTO MEDIO MENSUAL (mm)							CRECIMIENTO TOTAL
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	
1	A	0.46	0.11	0.08	0.48	0.21	0.23	0.19	1.76
	B	0.32	0.26	0.08	1.55	0.73	0.85	0.57	4.45
2	A	0.50	0.58	0.11	0.41	0.03	0.04	0.11	1.78
	B	0.77	0.20	0.36	1.24	0.72	0.52	0.49	4.31
3	A	0.51	0.37	0.11	0.43	0.04	0.04	0.15	1.65
	B	0.36	0.16	0.21	0.82	0.58	0.75	0.39	3.27
4	A	0.33	0.03	0.05	0.07	0.03	0.04	0.23	0.78
	B	0.92	0.44	0.02	1.47	0.85	1.15	0.06	4.91
Med ia	A	0.45	0.27	0.08	0.34	0.07	0.08	0.17	1.49
Med ia	B	0.86	0.26	0.16	1.27	1.11	0.81	0.37	4.24

A= Corteza original B= Área descortezada

Al no existir diferencias estadísticas significativas en el crecimiento absoluto del grosor de corteza regenerada, el crecimiento promedio durante los ocho meses de regeneración de corteza para cualquier árbol es de 4.24 mm (Cuadro 3) lo que equivale al 69.3% del promedio total de descortezamiento, que fue de 6.11 mm (Cuadro 4).

Cuadro 3. Análisis de varianza del crecimiento en grosor de corteza para clase diamétrica y tipo de corteza en cuachalalate (*Amphipterigium adstringens* Schiede ex Schlecht).

FUENTE DE VARIACIÓN	MESES							CRECIMIENTO TOTAL
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	
Clase	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Diamétrica (CD)								
Tipo de Corteza (TC)	NS	NS	NS	**	**	**	**	**
CD x TC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Cuadro 4. Valores promedio de descortezamiento en grosor y porcentaje de regeneración de corteza por clase diamétrica en cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

CLASE DIAMÉTRICA	CORTEZA COMPLEATA (mm)	GROSOR DE DESCORTEZAMIENTO (mm)	CRECIMIENTO EN GROSOR (mm)	REGENERACIÓN DE CORTEZA %
1	10.93	4.46	4.45	99.6
2	15.58	5.18	4.31	83.2
3	18.67	7.53	3.27	43.4
4	20.32	<u>7.29</u>	<u>4.91</u>	<u>67.3</u>
PROMEDIO		6.11	4.24	69.3

Considerando que el promedio de crecimiento mensual por época es de 0.34 mm para el período de estío y de 0.80 mm para el período de lluvias (Cuadro 5), es posible calcular con mayor exactitud el tiempo de recuperación que requiere un árbol para poder volverse a descortezar si se supone que los valores de velocidad de regeneración de corteza encontrados en cada período no se modifican al hacer los aprovechamientos en diferentes épocas del año. Por ejemplo, si descortezamos los 10 mm antes de la época de lluvias (mayo), teóricamente se requiere alrededor de dieciséis meses como mínimo para su recuperación. Es decir, $4 \times 0.80 + 8 \times 0.34 + 4 \times 0.80 = 9.12$ mm (Cuadro 5), dato que está muy cerca de los 10 mm estipulados como indicador para que un árbol se hubiera recuperado en dieciséis meses. Por otro lado, si descortezamos los 10 mm de corteza antes de la época de secas (octubre), tendríamos $8 \times 0.34 + 4 \times 0.80 + 8 \times 0.34 + 4 \times 0.80$ mm = 11.92 mm. Esto indica que, teóricamente, se requerirían alrededor de veinticuatro meses para que un árbol recupere un poco más de 10 mm de corteza después de haberse descortezado poco antes de la época de secas.

Considerando no la información relativa al incremento de la corteza original al de la regenerada como dos procesos distintos, se observó que existen diferencias en dicho incremento durante todos los meses de evaluación. La corteza regenerada presentó los mayores valores de incremento durante todo el período de estudio. Sin embargo, dichas diferencias solamente resultaron ser estadísticamente significativas durante la época de lluvias, que corresponde a los meses de junio a septiembre (Cuadro 6). Al analizar por separado los resultados agrupados para la época seca (marzo, abril y mayo) y la época de

lluvias (junio, julio, agosto y septiembre), se observó el mismo comportamiento (Cuadro 6). Si se analiza la amplitud de la época seca (octubre-mayo) y el momento del descortezamiento (enero), se puede inferir que la no significancia en la diferencia de crecimiento entre los dos tipos de corteza durante esta época de estío, puede deberse a la estacionalidad del cambium vascular, esto es, a su inactividad durante la época seca asociada al estado vegetativo del árbol, aunado a la escasez de fotosintatos en los tejidos de almacenamiento y quizás, a la ausencia de follaje durante ese período. Asimismo, las diferencias significativas observadas durante la época de lluvias, en que los crecimientos de la corteza regenerada fueron mayores, pueden deberse a la reactivación del cambium vascular y a una mayor actividad metabólica de los árboles durante este período del año, lo que permite proveer una mayor cantidad de fotosintatos hacia las zonas averiadas por el descortezamiento como una prioridad dentro de la actividad fisiológica del árbol, cuando éste ya tiene follaje nuevamente.

Cuadro 5. Crecimiento total de corteza regenerada por época seca y de lluvia para cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

TIPO DE CORTEZA	EPOCA DE SECAS		EPOCA DE LLUVIAS		TOTAL
Original	a 0.27*	0.81	a 0.16	0.68	a 1.49
Regenerada	a 0.34	1.04	b 0.180	3.20	b 4.24

*/ Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes: Prueba de Tukey.

Cuadro 6. Comparación de medias mensuales de crecimiento en grosor entre corteza original y corteza regenerada en cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

TIPO DE CORTEZA	MESES						
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept
Corteza Original	0.559	0.302	0.203	1.264	0.698	0.787	0.426
Regenerada	a*	a	a	b	b	b	b
Corteza Original	0.443	0.247	0.096	0.388	0.086	0.099	0.167
	a	a	a	a	a	a	a

*./- Medias en una columna con la misma letra no son significativamente diferentes:

Prueba de Tukey.

Crecimiento lateral

Al realizarse el análisis de varianza para el crecimiento lateral, sólo se detectaron diferencias estadísticas significativamente entre clases diamétricas durante los meses de febrero y mayo. Mientras que entre tratamientos se detectaron diferencias estadísticas significativas en los meses de marzo, junio, julio, agosto y septiembre (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza del crecimiento lateral mensual de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

FUENTE DE VARIACIÓN	MESES							
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Clase Diamétrica (CD)	**	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS
Tratamientos (T)	NS	*	NS	NS	**	**	**	**
CD x T	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
* Significativo al 0.05%		**Significativo al 0.01%						

Al aplicar la prueba de Tukey en la comparación de medias entre clases diamétricas, resultó que en febrero los árboles de 15 a 20 cm de diámetro tuvieron un 42.07% más en la respuesta de crecimiento al inicio del proceso de regeneración que los árboles de 5 a 10 cm de diámetro, pero un 62.96% menos que los árboles de 10-15 cm de diámetro en el mes de mayo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias para el crecimiento lateral de la corteza entre clases diamétricas del árbol de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht) en diferentes meses.

CLASE DIAMÉTRICA	CRECIMIENTO LATERAL Y DE LA CORTEZA (mm)							
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
(5-10)	*3.40	2.78	2.85	3.11	4.68	5.44	5.93	4.91
(10.1-15)	3.74	3.17	3.01	*3.96	6.16	7.88	9.56	2.98
15.1-20)	*5.00	3.56	3.32	*2.43	5.47	8.93	9.17	2.94
(> 20)	4.47	3.63	3.87	3.77	5.71	8.87	9.19	4.03

*/- Estadísticamente diferentes al 0.05%

Al agrupar los datos por época de estío (febrero-mayo) y época de lluvias (junio-septiembre), sólo se detectaron diferencias estadísticas entre las clases diamétricas 4 y 1

durante la época de estío, acusando una diferencia total acumulada de 3.21 mm al final del estudio (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores promedio del crecimiento lateral por época y mensual total para cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

CLASE DIAMÉTRICA	CRECIMIENTO POR PERIODO (mm)				PROMEDIO MENSUAL
	ÉPOCA DE SEQUÍA TOTAL	PROMEDIO	ÉPOCA DE LLUVIA TOTAL	PROMEDIO	
1	12.14	3.03	20.96	5.24	4.14
2	13.88	3.47	26.58	6.64	5.43
3	14.31	3.57	26.51	6.49	5.03
4	15.34	3.83	27.80	6.95	5.39
PROMEDIO	13.91	3.47	25.46	6.33	4.99

Aunque no se detectaron diferencias estadísticas entre clases diamétricas, se puede señalar, con base en los datos del cuadro 9, que en promedio el crecimiento lateral de la corteza durante la época de lluvias fue más de un 70% mayor que durante la época de sequía. Tomando en cuenta este dato, es posible que al realizar una herida de 30 mm de ancho antes de la época de lluvias (febrero) en un árbol de cualquier diámetro estudiado en este trabajo, se requeriría de un mínimo de seis meses para su recuperación total, ya que al finalizar este período se tendría $3 \times 3.47 + 3 \times 6.33 = 29.40$ mm. Por el contrario, si se hiciera después de la época de lluvias, se tendría que $8 \times 3.66 \text{ mm} = 29.28 \text{ mm}$ y por lo tanto se necesitaría de 8 a 9 meses para su recuperación total.

Con respecto a los niveles de daño ocasionados al cambium, las diferencias estadísticas significativas detectadas durante el mes de marzo, se deben a que el tratamiento 2 (6 cm) presenta un 47.47% más de crecimiento que el tratamiento 1 (3 cm), mientras que durante los meses de junio a septiembre el tratamiento 3 (8 cm) presentó un 63.10, 125.96, 130.52 y 262.50% más que el tratamiento 1, respectivamente. Sin embargo, para este último valor debe tomarse en cuenta que nueve árboles del tratamiento 1 ya habían alcanzado el 100% de regeneración por, lo que el valor registrado de 1.20 mm corresponde al avance del resto de los árboles y por lo mismo resulta un valor muy bajo. Al finalizar los ocho meses de regeneración lateral, el tratamiento 3 presentó un 43.06% (21.05 mm) más que el

tratamiento 1 y un 5.76% (2.82 mm) que el tratamiento 2. Mientras que el tratamiento 2 presentó un 39.57% (18.23 mm) que el tratamiento 1 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Valores mensuales promedio de crecimiento lateral de corteza en los diferentes tratamientos de daño al cambium aplicados en árboles de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht).

MESES	1 (3 cm)	TRATAMIENTO 2(6 cm)	3 (8 cm)
Feb	4.35a	4.10a	4.20a
Mar	2.97a	4.38b	3.80b
Abr	3.19a	3.90a	3.71a
May	2.85a	3.19a	3.78a
Jun	4.31a	5.76ab	7.03b
Jul	4.66a	9.00b	10.53b
Ago	4.98a	10.29b	11.48b
Sep	1.20a	5.44b	4.35b
Total	27.83	46.06	48.88

/.- Medias con la misma letra en cada línea no son significativamente diferentes.

Esto parece indicar que a mayor anchura del daño ocasionado al cambium, la velocidad de recuperación es mayor.

CONCLUSIONES

La capacidad de regeneración en grosor de la corteza fue similar en las cuatro clases diamétricas estudiadas, por lo que aparentemente el diámetro del árbol no influye en este proceso.

Durante el período de estudio la velocidad promedio mensual de crecimiento en grosor en la zona descortezada fue 185.71% más que el crecimiento en grosor de la corteza original, con 0.60 mm y 0.21 mm respectivamente.

El diámetro del árbol tampoco influyó sobre la capacidad de regeneración lateral de corteza, cuando el descortezamiento se realizó hasta xilema.

La magnitud del daño al cambium vascular influyó favorablemente en la velocidad de regeneración lateral de la corteza obteniéndose una mayor tasa de crecimiento cuando la anchura del daño fue de 8 cm con respecto a los tratamientos donde la anchura del daño fue de 6 ó 3 cm.

La mayor velocidad de crecimiento en la regeneración de corteza tanto en grosor como en forma lateral se presentó durante los meses de lluvia (junio-septiembre), con un 207.69% (2.16 mm) y 83.03% (11.55 mm) más que durante la temporada de estío, respectivamente.

El tiempo estimado para que los árboles se recuperen totalmente de un descortezamiento en grosor de 10 mm varía de dieciséis a veinticuatro meses. Mientras que en la regeneración lateral en un descortezamiento hasta xilema con una anchura de 30 mm, el tiempo estimado para su recuperación total varía de seis a nueve meses, dependiendo de la época en que se realice el descortezamiento.

LITERATURA CITADA

- Boyás D., J.C. 1991. **Regionalización ecológica del Estado de Morelos**. In: Primeras Jornadas de Investigación en el Estado de Morelos. (Medardo T.U., editor). UAEM. Cuernavaca, Morelos. 318 p.
- Boyás D., J.C., F. Solares A., J.M. Javelly, M.M. Linares y M.A. Cervantes. 1988. **Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos**. INIFAP - SARH. Zacatepec, Morelos. Informe Técnico. 333 p.
- Fahn, A. 1985. **Plant Anatomy**. Pergamon Press. Third Edition. Oxford, England. 544 p.
- Kozlowski, T.T. 1982. **Water supply and tree growth**. Part I: Water deficits. Forestry Abstracts. 43(2):1-38.
- Soberanes C., N.E. y J.C. Boyás D. 1991. **Distribución, abundancia, condiciones ecológicas y etnobotánicas del cuachalalate *Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht, en el Estado de Morelos**. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biológicas. UAEM, Cuernavaca, Mor. 72 p.

Solares A., F. 1992. **Avances del estudio sobre el efecto del descortezamiento en la capacidad de regeneración de corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) en el Estado de Morelos.** Memoria. INIFAP-SARH. Campo experimental de Zacatepec. Publicación especial 7. pp:91-98.

Fortunato Solares Arenas. Maestría en Ciencias por el Colegio de Postgraduados en el Programa Forestal. Licenciado en Biología por el Instituto Politécnico Nacional. **Investigador del INIFAP en el Departamento de Conservación y Manejo Forestal.**

Jesús Jasso Mata. Doctorado en Ciencias Forestales por la Universidad de Yale. Maestría en Ciencias Forestales por la Universidad de Yale. Ingeniero Agrónomo especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-CONACYT-México.**

J. Jesús Vargas Hernández. Doctorado en Ciencias Forestales por la Universidad Estatal de Oregon. Maestría en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-CONACYT-México.**

Marcos R. Soto Hernández. Doctorado en Química Orgánica por la Universidad de Wales, Inglaterra. Maestría en Ciencias en Farmacia (síntesis de fármacos) por la Universidad Nacional Autónoma de México. Licenciado en químico farmacéutico por la Universidad Nacional Autónoma de México. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores-CONACYT-México.**

Carlos Rodríguez-Franco. Doctorado en Ciencias Forestales por la Universidad de Yale. Maestría en Ciencias por el Colegio de Postgraduados en el Programa Forestal. Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo.