

La Ciudadela de Teotihuacan, colonizada y dañada por *Nicotiana glauca*.

Formas de erradicación

La zona arqueológica de Teotihuacan se caracteriza por sus monumentales basamentos piramidales del Sol, la Luna, la Calzada de los Muertos, la Ciudadela, además de templos, palacios y plazas. Se ubica geográficamente en el valle del mismo nombre en el Estado de México, a 51 km al NE de la ciudad de México, entre los meridianos 98° 49' y 98° 56' longitud W y entre los paralelos 19° 38' y 19° 45' latitud N, a una altitud promedio de 2294 msnm. El clima es seco o árido (BS1), con promedios anuales de 559.6 mm de precipitación pluvial y una temperatura de 14.8°C con dos épocas del año bien marcadas de secas y lluvias.¹

La zona arqueológica está colonizada por 252 especies de plantas vasculares, representadas por hierbas anuales, bianuales, hierbas perennes, arbustos y árboles, por ejemplo *Nicotiana glauca* Graham, colonizador de fisuras y grietas de mampostería y pisos. De ese total 35 especies son pioneras de las fisuras en la mampostería con mantenimiento constante; 94 spp. de los monumentos no restaurados representados por llanos y montículos, y 123 especies son oportunistas de las actividades antropológicas realizadas, como son las exploraciones arqueológicas, mantenimiento esporádico de estructuras y la introducción de materiales de construcción requeridos para la restauración.²

La mampostería de las estructuras arquitectónicas, antes del establecimiento de las plantas, tiene daños evidenciados por fisuras y sólo algunas grietas horizontales y verticales en muros y pisos. Las primeras de 0 a 10 por m² superficiales y profundas con problemas de humedad, situación aprovechada por las hierbas pioneras anuales, hierbas perennes, arbustos y árboles. A dichos daños se suma la pérdida de adhesión de los morteros y su remoción ocasionada por las corrientes superficiales del agua de lluvia,

* Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, INAH.

¹ E. García, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, México, Instituto de Geografía-UNAM, 1981.

² P. Torres, "Flora fanerogámica de la zona arqueológica de Teotihuacan, Estado de México", en *Revista Polibotánica*, México, IPN, núm. 12, diciembre de 2001, pp. 57-83.

más los repetidos deshierbes de 3 a 4 por año; actividad manual realizada con el auxilio de herramientas como las picoletas, con las que se intenta sacar de raíz las plantas, lo cual no es posible debido a su enraizamiento tan profundo. Tales son los casos de la variedades *Cynodon dactylon*, *Oxalis corniculata*, *Reseda luteola*, *Sphaeralcea angustifolia*, *Nama undulatum*, *Coniza canadensis* y *Pennicetum vellosum*, que con esa práctica manual de deshierbe se estimula el desarrollo vegetativo de nuevos vástagos radiculares, que dañan las argamasas de las juntas de las piedras, incrementando las dimensiones de las fisuras y con ello los problemas de humedad que favorecen la germinación de semillas de plantas vasculares, las cuales fijan sus raíces en los materiales de relleno de pisos y muros.

La suma de los daños naturales en las argamasas de la mampostería, más los ocasionados con herramientas durante los deshierbes, forman los micro sitios estables para la germinación de semillas y sobrevivencia de las 252 especies de plantas vasculares colonizadoras de las estructuras de la zona.³

Sitio de estudio

La Ciudadela es uno de los grandes conjuntos arquitectónicos urbanísticos, compuesto de un cuadrángulo de 400 m por lado, formado exteriormente por cuatro elevadas plataformas sobre las que se encuentran simétricamente distribuidas 15 pirámides pequeñas. Interiormente compuesta por tres plataformas: norte, sur y oriente, protegidas cada una por un muro de contención de mampuesto. Una gran explanada, dos templos: nuevo y viejo de Quetzalcóatl. Dos enormes conjuntos habitacionales de cuartos y patios situados uno al Norte y el otro al Sur, con una superficie aproximada en construcciones de 8 200 m², cada uno con innumerables vestigios de pisos estucados y muros con pintura mural.

Las tres plataformas interiores: norte, sur y oriente, miden aproximadamente 6.80 m de

ancho, delimitadas de los conjuntos habitacionales por un muro de mampostería de contención con aproximadamente 40 cm de espesor, 3.20 a 3.35 m de altura por 67 a 150 m de largo. Dicho espacio está relleno de materiales colocados en un total de ocho capas en el siguiente orden: I aplanado (piso I); II. tepetate; III. aplanado (piso II); IV. tierra gris; V aplanado (piso III); VI. tierra café con gravilla; VII. adobes y VIII. tepetate natural representadas en perfil oriente de la plataforma norte.⁴

Ecología de los tabaquillos en la Ciudadela

Los tabaquillos son plantas invasoras y colonizadoras de fisuras y grietas de la mampostería en los muros de contención de las tres plataformas internas, vestigios de muros y pisos de los conjuntos habitacionales: norte y sur.

Las fisuras son hendiduras longitudinales en las argamasas de las uniones de las piedras y aplanados anti-

⁴ R. Cabrera, I. Rodríguez y N. Morelos (coords.), *Teotihuacan, 1980-1982. Nuevas interpretaciones*, México, INAH (Científica, Serie Arqueología), 1991.

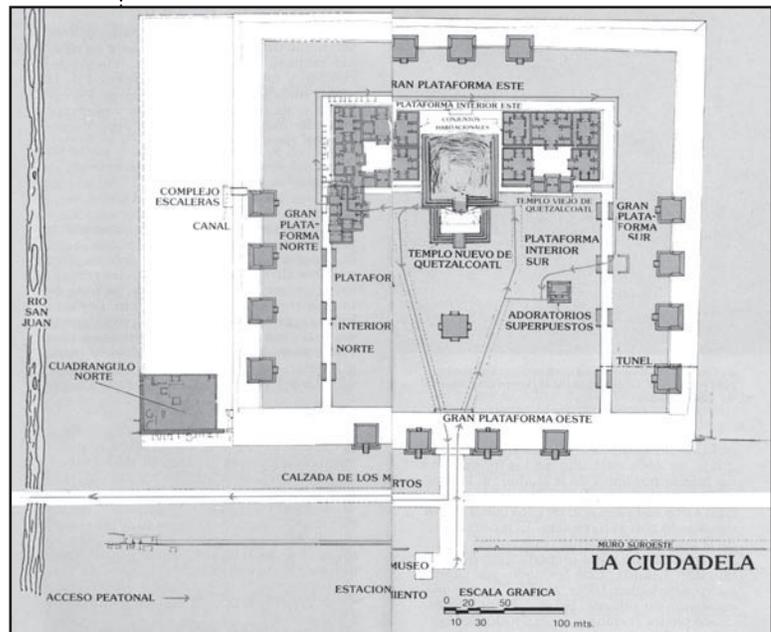


Figura 1. Plano de la Ciudadela, tomado de *Arqueología Mexicana*, Editorial Raíces, vol. XI, núm. 64, noviembre-diciembre de 2003.

³ *Idem.*

guos de los muros, miden de 1 a 5 mm de ancho por la profundidad o grosor de la argamasa de las uniones de las piedras. Las fisuras son asimismo pequeñas separaciones existentes entre piedra y argamasa; producto de la desecación y contracción de las argamasas aplicadas y la pérdida de adhesividad de los materiales en los aplanados antiguos de los muros

Las grietas son aberturas que abarcan el espesor de la mampostería y del piso asociadas con fracturas de los materiales. Son producto posiblemente del asentamiento diferencial de los materiales de relleno de las plataformas y piso.

Los tabaquillos invaden y colonizan fisuras y grietas (micro-sitios), vía semilla dispersada por el viento, la lluvia y las abejas en el sitio. Prosperan en los micro-sitios vía semilla y por brotes vegetativos del tocón (parte del tallo unido a la raíz), generado de los individuos vegetales cortados constantemente a ras de mampostería y piso por el personal del deshierbe de la zona. El corte de los tabaquillos generalmente lo hacen cuando los individuos vegetales son adultos con floración inicial o terminal, o con frutos inmaduros y maduros que contienen semillas. Durante su desarrollo, los tabaquillos producen daños agresivos y deterioros destructivos en las estructuras, problemática que necesariamente implica gastos para la compra de materiales y pago de mano de obra calificada para restaurar la mampostería destruida. En casos extremos, se opta por arrancar de raíz los tocones vivos de tabaquillos con muchos tallos y restaurar la parte afectada de mampostería.

En razón de los efectos señalados, este trabajo se plantea como objetivos: determinar las causas de origen y presencia de los tabaquillos; cuantificar la cantidad de los mismos establecidos en el sitio de estudio durante un año; registrar la cantidad de tallos desarrollados en los tocones de los individuos cortados o despalmados a ras de mampostería; describir y cuantificar el daño o deterioro de las estructuras; establecer una posible correlación de daños de la mampostería —entre los tabaquillos de crecimiento vía semilla con los tabaquillos desarrollados por vástagos vegetativos de



Figura 2. Tabaquillos adultos colonizadores de grietas en muros y pisos del conjunto habitacional.

los tocones—, y calcular los costos que implica cubrir las fisuras con mortero, la restauración de la mampostería dañada y poder llevar a cabo su erradicación mediante la correcta aplicación de medidas preventivas y curativas.

Descripción botánica y ecología del arbusto o árbol conocido comúnmente con los nombres de tabaquillo, grano de oro, hierba del zopilote, tabaco silvestre, gigante, cornetón, maraquiama, mostaza montés, levántate Don Juan, tocote, tabaco amarillo, tronadora de España, virginio, tabaco cimarrón, gretaño, hierba del gigante, tabaco, palo virgen, me-he-kak (lengua chontal, Oaxaca), tzinyacua (purépecha), xiutecuitlanextli (náhuatl). La descripción se hace con base en Rzedowski y Rzedowski,⁵ y refiere un árbol nativo de Sudamérica, poco ramificado, de vida corta, perteneciente a la familia Solanaceae, con tamaño de 1.5 a 6 m de altura, raíz leñosa, pivotante o típica de un eje central del que se desprenden ramificaciones, expansivas, agresivas y destructoras de estructuras arquitectónicas, con tallo desprovisto de pelos, de color verde claro, con matiz ligeramente azulado. Su follaje es de color verde-cenizo, con hojas cordado-ovadas, elípticas o lanceoladas, lámina de 3 a 25 cm. de largo, generalmente dos veces

⁵ J. Rzedowski y Graciela C. de Rzedowski (eds.), *Flora fanerogámica del Valle de México, Dicotyledonae (Euphorbiaceae- Compositae)*, México, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN/ Instituto de Ecología, 1985, vol. II.

más larga que el peciolo, por 1 a 8 cm de ancho, ápice agudo, base obtusa sin pelos. Su inflorescencia es de panículas cortas, con pedicelos de 3 a 10 mm de largo. Su flores tienen cáliz de 5 a 15 mm de largo; corola en forma de trompeta de 30 a 40 mm de largo por 4 a 7 mm de ancho, generalmente amarilla sin pelos, o escasamente pubescente; limbo casi circular de 3 a 7 mm de diámetro, verde en el botón, más tarde verdoso o amarillo; estambres subyúgales, que se extienden casi hasta el borde superior del tubo de la corola; filamentos sin pelos, doblados inmediatamente arriba de su inserción en el tubo de la corola. Las flores son muy apetecidas y visitadas constantemente por abejas y el árbol florece todo el año. Su fruto es una cápsula de 7 a 15 mm de largo, elipsoide; semillas más o menos angulares, lateralmente comprimidas de aproximadamente 0.5 mm de largo de color café, con superficie reticulada, las cuales son dispersadas por el viento, la lluvia y las abejas.

Distribución del tabaquillo. En México se le localiza invadiendo y colonizando las estructuras arquitectónicas de las zonas arqueológicas, monumentos históricos y construcciones modernas abandonadas. Es común observarles en las orillas de autopistas, carreteras, caminos y traspatios de comunidades urbanas y rurales. En la zona arqueológica de Teotihuacan es invasor y colonizador de todas las estructuras externas de los monumentos restaurados, llanos, montículos, orillas del río San Juan, Jardín Botánico, áreas verdes, cerca metálica perimetral, escombros depositados sobre los vestigios arqueológicos y muros y techumbres de las construcciones modernas del área administrativa. Su distribución es amplia, se encuentra en casi todas las zonas arqueológicas y monumentos históricos.

Usos. El cocimiento de las ramas con hojas tiernas al 2% se usa para baños calmantes de hemorroides. Las hojas frescas machacadas se entibian y se aplican para desinflamar granos de la piel; frescas en cataplasma se usan para calmar dolores reumáticos, y colocadas sobre las sienas para calmar dolores de cabeza. A las hojas frescas se les quita manualmente la epidermis cerosa y se ponen sobre la espalda y pecho para calmar la fiebre en los niños. Las ramas con inflorescencia y hojas en cocimiento aplican para el control de insectos plaga en hortalizas y flores.

Metodología

Durante los meses de abril-noviembre se llevaron a cabo en la zona de estudio revisiones semanales en pisos y mampostería, con objeto de detectar y registrar la cantidad de tabaquillos establecidos por semillas en las fisuras y grietas (micro-sitios). Para conocer los deterioros de las estructuras ocasionados por la raíz durante su desarrollo, se seleccionaron y marcaron 32 individuos fijos en la mampostería; de éstos 22 prosperan vía semilla y 10 por brotes vegetativos del tocón de los tabaquillos, cortados con anterioridad al desarrollo del presente estudio. Se realizaron dos mediciones durante un año: la primera en la época de secas en el mes de abril, con el inicio del crecimiento, y la segunda en la época de lluvias con la producción de semillas maduras en el mes de noviembre en estado adulto. Durante estas dos temporadas, en los 22 tabaquillos se midieron el ancho, largo de las fisuras, grosor del tallo y altura de los individuos. En los 10 tocones de tabaquillos se registraron el grosor de los tocones a ras de mampostería, la cantidad de tallos desarrollados, la altura de los tallos, el ancho y largo de las grietas, el área de mampostería destruida por las raíces, clasificando en dos tipos de daños: agresivos (sin rompimiento de mampostería) y destructivos (mampostería fracturada), incluyendo los costos de mantenimiento o restauración de la área dañada. Para recomendar un método idóneo de control y erradicación, se eligieron en el piso del conjunto habitacional norte 30 individuos establecidos vía semilla, en estado de plántula de 10 cm. de altura y 30 tocones con tres tallos jóvenes de la misma altura.

Resultados

Las fisuras y grietas de mampostería (aplanados antiguos de muros y pisos estucados) permiten la llegada y el establecimiento de los tabaquillos, pues en ellas se albergan las semillas dispersadas por el viento y la lluvia, favoreciendo de esta forma la colonización y permanencia de la planta invasora.⁶ Los deterioros

⁶ J.P. Grime, *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos*

provocados generalmente se presentan de 0 a 10 por m², superficiales y profundos, con problemas de acumulación de polvo y humedad. A dichos daños se agrega la pérdida de adhesión de los morteros y su remoción ocasionada por las corrientes superficiales del agua de lluvia.

Las afecciones de mampostería y pisos aumentan el contenido de humedad, favorecen la llegada de semillas, así como el establecimiento y sobrevivencia de los tabaquillos, con lo que se incrementa el deterioro de los materiales.⁷ Dichos deterioros forman micro-sitios estables para la germinación y sobrevivencia de los tabaquillos, adaptados para prosperar bajo condiciones seminaturales.⁸

Los micro-sitios presentan ciertas características ecológicas favorables al contar con iluminación natural y cierta humedad duradera,⁹ y al permanecer los deterioros en forma vertical u horizontal, contribuyen a mejorar la acumulación de materiales arrastrados por el viento y la lluvia, permitiendo la entrada de semillas que más tarde germinarán y penetrarán con sus raíces las estructuras de mampostería,¹⁰ para fijarse, absorber el agua y nutrientes de los materiales de relleno.¹¹ El establecimiento está relacionado con la germinación

que controlan la vegetación, México, Limusa, 1982; A.G. van der Valk, *Establishment, Colonization and Persistence. Population and Community*, Londres, Chapman & Hall / University Press (Biology Series, 11), 1992, pp. 61-102.

⁷ T. Stambolov y J.R.J. van Asperen de Boer, *El deterioro y la conservación de materiales porosos de construcción de monumentos*, México, UNAM, 1984.

⁸ J.P. Grime, *Plant Strategies and Vegetation Processes*, Scheffield, John Wiley & Sons / University of Scheffield, 1979; O.L. Gilbert, *The Ecology of Urban Habitats*, Cambridge, Chapman & Hall / Cambridge University Press, 1980; P.J. Grubb, *Some Generalizing Ideas About Colonization and Succession in Green Plants and Fungi*, Londres/Oxford/Edimburgo, Blackwell Scientific Publications, 1987, pp. 81-91; David S. Gill y P.L. Marks, "Tree and Shrub Seeding Colonization of Old Fields in Central New York", en *Ecological Monographs*, vol. 61, núm. 2, junio de 1991, pp. 183-205; L. van der Pijl, *Principles of Dispersal in Higher Plants*, Berlín, Springer, 1972; O. Eriksson y J. Ehrlén, "Seed and Microsite Limitation of Recruitment in Plant Populations", en *Oecologia*, vol. 91, núm. 3, 1992, pp. 360-364.

⁹ J.P. Grime, *op. cit.*; J. Kigel y G. Galili, *Seed Development and Germination*, Nueva York, Marcel Dekker, 1995, pp. 645-649.

¹⁰ O.L. Gilbert, *op. cit.*

¹¹ Cliff Tandy, *Paisaje urbano*, Madrid, Blume, 1982.

continúa de las semillas depositadas por el viento y la lluvia en los micro-sitios de la mampostería.¹²

Tabaquillos establecidos en la Ciudadela

La mampostería y pisos de la Ciudadela están colonizados por 412 tabaquillos anclados con sus raíces, en las grietas y fisuras. Del total, 357 individuos se establecieron vía semilla en el piso, 55 prosperaron de brotes vegetativos del tocón vivo de tabaquillos antiguos, fijados en los materiales de relleno de las plataformas internas.

Deterioros de los materiales arqueológicos por tabaquillo

Los tabaquillos maduros producen dos tipos de daño: agresivo y destructivo. El primero se evidencia por un incremento en el tamaño de las fisuras y grietas, ocasionado por la expansión de las raíces de los tabaquillos adultos establecidos vía semilla. El segundo daño está representado por levantamientos, rompimientos y desprendimiento de los materiales ocasionados por los tabaquillos establecidos por vástagos vegetativos de los tocones, situación que implica necesariamente trabajos de mantenimiento que van desde el despalme o corte de los tabaquillos adultos, la reposición de mortero faltante en las fisuras y grietas, hasta la restauración del muro, lograda con el desmontaje del mampuesto. Esos trabajos pueden implicar también la remoción del material de relleno para la eliminación de raíces, así como la reposición de dicho material y finalmente el montaje de la mampostería con nuevos morteros hechos de una mezcla de 2 tantos de gravilla de tezontle o cascajo, 1 de arena de río, 2 de cal de piedra apagada y 0.5 de cemento blanco.

Del total de tabaquillos, 22 se establecieron vía semilla durante la época de secas, y son pioneros de los deterioros de la mampostería caracterizados por un daño severo representado por fisuras de 0.5 - 2.5 cm en lo ancho, por 3 a 60 cm de largo. Durante este perio-

¹² J.E. Keeley, "Seed Production, Seed Population in Soil, and Seedling Production After Fire for Two Congenere Pairs of Sprouting and Nonsprouting Chaparral Shrubs", en *Ecology*, núm. 58, 1977, pp. 820-829.

TABAQUILLOS ESTABLECIDOS VÍA SEMILLA	ÉPOCA DE SECAS (tabaquillos juveniles)			ÉPOCA DE LLUVIAS (tabaquillos adultos)		
	FISURAS DE LA MAMPOSTERÍA ancho x largo (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DEL TALLO (m)	FISURAS DE LA MAMPOSTERÍA ancho x largo (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DEL TALLO (m)
1	2 X 10	2	1.44	4 X 30	4	4.10
2	1 X 15	1	0.14	3 X 45	3	2.80
3	0.5 X 30	0.5	0.13	4 X 60	4	4.30
4	1 X 40	1	0.25	3 X 65	3	3.15
5	1 X 20	1	0.60	5 X 75	5	4.39
6	1 X 28	1	0.58	3 X 58	3	3.90
7	1.5 X 25	1.5	0.85	4 X 50	4	2.95
8	1 X 16	1	0.35	3 X 30	3	2.30
9	1 X 20	1	0.28	3 X 60	3	2.95
10	1 X 15	1	0.44	2.5 X 40	2.5	2.15
11	0.5 X 12	0.5	0.35	3 X 25	3	2.30
12	2 X 18	2	0.72	2 X 18	2	2.15
13	2 X 45	2	1.50	2 X 45	2	3.55
14	2 X 50	2	1.60	8 X 85	8	3.95
15	2.5 X 12	2.5	1.20	5 X 48	5	3.80
16	2 X 15	2	2.50	3 X 25	3	3.10
17	2.5 X 35	2.5	1.70	3.5 X 45	3.5	3.65
18	2 X 21	2	1.10	7 X 70	7	4.90
19	2 X 32	2	2.20	8 X 81	8	3.98
20	1.5 X 27	1.5	0.50	4 X 45	4	3.50
21	1.5 X 20	1.5	0.83	4 X 40	4	3.65
22	2 X 12	2	0.60	3 X 35	3	4.12

Cuadro 1. Los tallos de tabaquillos juveniles en época de secas tienen grosores de 0.5 a 2.5 cm y alturas de 0.13 a 2.50 m, con fisuras de 0.5 a 2.5 cm de ancho, por 10 a 50 cm de largo. En la época de lluvias aumentan de grosor, de 2.5 a 8 cm y altura en los tallos de 2.15 a 4.90 m. Las fisuras de 2 a 8 cm de ancho, por 18 a 85 cm de largo.

do de crecimiento inicial, los tabaquillos no modifican el tamaño de las fisuras al desarrollar un solo tallo con grosores de 0.5 - 2.5 cm, y alturas de 0.13 a 2.50 m. En la época de lluvias los tabaquillos establecidos vía semilla son individuos adultos con un incremento en las dimensiones de las fisuras, que van de 2.5 a 8 cm. de ancho, por 60 a 81 cm de largo, con grosor del tallo de 3 a 8 cm, y altura de 2.15 a 4.90 m (cuadro 1).

Los 10 tabaquillos cortados a ras de superficie en mampostería, tienen tocones con grosores de 5 a 10 cm, 2 a 6 tallos con grosores en las épocas de secas y lluvias de 2 a 7 cm; altura de 0.6 a 5.95 m con una mampostería fracturada de 0.1 a 1.9 y 0.2 a 1.9 m³ (cuadro 2).

El desarrollo de los 10 individuos durante la época de secas produce un deterioro destructivo en mampostería de 5.33 m³, y durante las lluvias se incrementa a 8.80 m³ (cuadro 2). Es importante destacar que la poda de tabaquillos a ras de mampostería coadyuva al desarrollo de muchos tallos del tocón, y la suma de los grosores y alturas de estos dan como resultado un daño muy severo, representado por la separación y pérdida de los morteros en las uniones de las piedras y desprendimiento de alguna de estas. Su problemática implica necesariamente la restauración, y para esto se requiere de la realización de varios trabajos como el desmontaje de piedras, remoción de las raíces con materiales de relleno, reposición de estos y montaje de los materiales de construcción (piedras unidas con morteros). Estos trabajos tienen un costo aproximado de \$ 250 por m³, incluyendo mano de obra y la compra de materiales como gravilla de tezontle, arena de río, cal de piedra apagada o de saco y cemento blanco.

Discusión de resultados

Con base en los resultados obtenidos se encontró que los tabaquillos se establecen por semilla y vástago durante todo el año. Es importante resaltar que los establecidos por vástago son producto del despalme o corte a ras de mampostería, y son los que producen deterioros muy agresivos en los materiales caracterizados por una mampostería fracturada con implicaciones de restauración de muros, a diferencia de los tabaquillos esta-

blecidos vía semilla, que no producen rompimiento y sólo requieren de un control químico estrictamente cuidadoso y taponeo del sitio de anclaje con argamasa. Se detectó una estrecha correlación existente entre el tamaño de los tabaquillos y los daños de mampostería. A menor tamaño menor daño, y a mayor tamaño mayor es el daño producido en la mampostería, durante las dos épocas del año: secas y lluvias. Durante este periodo los vástagos juveniles y adultos producen los daños muy agresivos, mejor representados y más importantes en la época de lluvias debido a la pérdida de fisuras sustituidas por un rompimiento y desprendimiento de los materiales. Este problema implica necesariamente la restauración de los muros de contención de las plataformas internas, con un impacto en los costos de mantenimiento que normalmente se duplican o triplican para las partes media e inferior, debido a la remoción de los materiales adjuntos al área dañada, en comparación con los individuos establecidos vía semilla, que son de menor tamaño en estado juvenil y no modifican el tamaño de las fisuras. En cambio los adultos son de tamaño mayor y por tanto producen un daño agresivo de poca consideración, representado por un aumento en el tamaño de las fisuras, las cuales son reparables mediante trabajos menores de albañilería con la reposición de mortero. Dichas diferencias se resumen a continuación en el cuadro 3.

Conclusiones y recomendaciones

Los tabaquillos adultos establecidos vía semilla y por vástagos producen daños: agresivos y muy agresivos en la mampostería, lo que implica necesariamente un incremento en los costos del mantenimiento de los monumentos. Por lo tanto, para lograr la erradicación del tabaquillo en las estructuras, se requiere llevar a la práctica dos tipos de medidas: una preventiva y la otra curativa. La primera consiste en realizar revisiones mensuales de las estructuras para detectar en los micrositios la primera fase de establecimiento de plántulas tabaquillos vía semilla, caracterizada por tener una raíz primaria adherida a la semilla y no en los materiales; en este estado las plántulas tienen una altura entre 5 y 10 cm y se les puede desprender manualmente y taponear con

Tabaquillos	Grosor de los tocones (cm)	Cantidad de Tallos por tocones	Grosor de los tallos(cm) en las dos épocas del año		Altura de los tallos (m) en las dos épocas del año.		Mampostería fracturada (cm ³) en las dos épocas del año.	
			SECAS juveniles	LLUVIAS adultos	SECAS juveniles	LLUVIAS Adultos	SECAS	LLUVIAS
1	8	1	1	2	0.65	1.70	0.5	0.9
		2	2	3	1.05	3.20		
		3	2	3	1.15	2.15		
		4	1	2	0.90	1.55		
		5	1	2	1.0	2.0		
		6	2	4	1.05	3.90		
2	7	1	2.5	3	2.40	2.75	0.55	0.77
		2	3.0	5	2.90	3.60		
		3	2.5	4	2.40	3.40		
		4	3.5	6	2.65	4.70		
3	10	1	3	5	1.80	3.75	1.2	1.9
		2	3	5	1.80	3.75		
		3	3	5	1.80	3.75		
		4	3	5	1.80	3.75		
		5	3	5	1.80	3.75		
		6	1.5	3	0.70	1.80		
4	7	1	3	7	2.60	5.95	0.13	0.25
		2	3	6	2.10	5.60		
		3	3	5	2.40	5.25		
5	10	1	2	4	0.80	2.80	1	1.6
		2	1.5	2.5	0.70	2.20		
		3	1.5	3.0	0.70	1.90		
6	5	1	2.5	3.0	2.20	2.70	0.21	0.38
		2	3.0	4.0	2.45	2.75		
7	6	1	2	4	1.70	3.50	0.1	0.55
		2	1.5	3	1.20	2.90		
8	9	1	1	3	1.70	3.0	0.7	1.1
		2	2.5	4	2.50	3.60		
		3	1.5	3	2.47	3.20		
		4	2	4	2.57	3.95		
9	5	1	3	5	2.60	4.70	0.12	0.25
		2	2	4	2.10	4.30		
10	8	1	3	4	1.90	3.80	0.82	1.1
		2	4	5	1.60	4.0		
		3	2	3	1.80	2.70		
		4	2	3	1.74	2.90		
		5	3	5	1.85	4.20		

Cuadro 2. Los tocones de *Nicotiana glauca* con grosores de 5 a 10 cm en 10 individuos durante las dos épocas del año: secas (crecimiento inicial) y lluvias (fase adulta), desarrollan de 2 a 6 tallos con grosores de 1 a 7 cm y alturas de 0.65 a 5.95 m. Sus raíces producen rompimiento de los materiales representado superficialmente por áreas fracturadas de 0.1 a 1.9 m³.

CARACTERÍSTICAS	TABAQUILLOS ESTABLECIDOS			
	SECAS		LLUVIAS	
TEMPORADAS				
VÍAS	semilla	vástagos	semilla	vástagos
TABAQUILLOS	juveniles	juveniles	adultos	adultos
TALLOS	1	2 - 6	1	2 - 6
GROSOR DE LOS TALLOS	0.5 - 2.5	1 - 3.5	2 - 8	2 - 7
ALTURA DE LOS TALLOS	0.13 - 2.50	0.65 - 2.90	2.15 - 4.90	1.55 - 5.95
FISURAS DE MAMPOSTERÍA (ancho)	0.5 - 2.5	pérdida	2 - 8	pérdida
FISURAS DE MAMPOSTERÍA (largo)	10 - 50	pérdida	18 - 81	pérdida
MAMPOSTERÍA FRACTURADA	sin fracturas	0.1 - 1.2 m ³	sin fracturas	0.25 - 1.9 m ³
DAÑOS	agresivo	muy agresivo	agresivo	muy agresivo
MANTENIMIENTO	reposición de mortero faltante en fisuras	restauración del muro	reposición de mortero faltante en fisuras	restauración del muro
COSTO APROXIMADO	\$ 20.00/ m ²	\$ 200.00/ m ³	\$ 50.00/ m ²	\$ 200.00/ m ³

Cuadro 3. Características según los tabaquillos establecidos.



Figura 3. Deterioro muy agresivo del muro de contención de la plataforma interior sur, caracterizado por una grieta grande horizontal, un levantamiento de abajo hacia arriba con fracturación del mampuesto, producto del efecto expansivo de las raíces de tabaquillo adulto establecido por vástagos vegetativos, lo que implica necesariamente la eliminación del arbusto, seguida de trabajos menores de albañilería para restaurar el muro.

argamasa los sitios de anclaje representados por fisuras, grietas, fracturas y faltantes de morteros en las uniones de las piedras. La segunda medida es de tipo curativa, y se recurre a ella por el abandono del mantenimiento en que se dejan las estructuras hasta por un año, como es el caso de la Ciudadela de Teotihuacan, invadida por tabaquillos evidenciados por individuos adultos, desa-

rollados vías semilla y vástagos en producción de flores, frutos y semillas.

La erradicación de tabaquillos adultos se logra únicamente mediante la aplicación de químicos, que en este caso puede ser el herbicida selectivo de Tardón 101 de acción radicular, fabricado y recomendado por Dow Química Mexicana, para el control de arbustos de hojas anchas. En este caso el personal capacitado del deshierbe de la zona debe diluir un litro del herbicida en 50 litros de agua y aplicarlo de dos maneras: la primera una sola vez por aspersion del follaje con el auxilio de un aspersor manual (fumigador *sprayer*) de capacidad de 1.2 litros, y la segunda mediante el corte de los tabaquillos a ras de la mampostería, con el posterior taponeo del tocón, con una compresa de algodón saturada de herbicida asperjado y cubierta con plástico, acción que se repetirá durante tres días consecutivos, para esperar un tiempo de 15 a 20 días en que se deberán desprender las partes leñosas muertas, con la remoción de materiales, para posteriormente restaurar el mampuesto del muro de contención. Con base en el presente estudio, reiteramos, no es recomendable despalmar o cortar los tabaquillos adultos a ras de mampostería, debido a que esta práctica incrementa los deterioros de los materiales, evidenciados por un deterioro muy agresivo ocasionado por expansión de fisuras o grietas.