ISBN: 978-607-00-2083-4

Propuesta metodológica para evaluaciones fitosanitarias de árboles

Luz Elena Claudio García[1]

[1] Departamento de Ciencias Ambientales. División de Ciencias Biológicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México
Correo-e: lclaudio@cucba.udg.mx

Introducción

Según la FAO, sólo los Estados Unidos y Canadá han intentado conjuntamente evaluar de manera constante las pérdidas ocasionadas en sus montes por los fitopatógenos. Algunos países europeos han tratado de medir cuantitativamente las pérdidas debidas a determinadas enfermedades, a propósito de los daños causados por *Fomes annosus* en las piceae en Noruega. No obstante, incluso en los Estados Unidos, donde las estimaciones han sido más completas y amplias, la cifra de 140 millones de m^3 de pérdida total anual es de exactitud discutible. La cifra de 30 millones de m^3 para las pérdidas anuales en Canadá es evidentemente más moderada, porque sólo se tuvieron en cuenta la mortalidad completa y las pérdidas por podredumbre del duramen. En resumen, aun las mejores estimaciones de las consecuencias de las enfermedades forestales dejan bastante que desear en cuanto a exactitud y su amplitud de evaluación.

La evaluación de los daños por los fitopatógenos, son esenciales para que el manejo se asienten en fundamentos sólidos, ya que la falta de esta información ha conducido a la adopción de medidas de dudosa justificación; por consiguiente, consideramos que dichas evaluaciones, son factores clave, pues permite hacer inventarios netos más exactos de las pérdidas directas e indirectas causadas por las enfermedades, muestran la verdadera gravedad y evolución de las enfermedades y por consiguiente los lugares donde es más necesaria la prevención de estas enfermedades, los focos de infección o el control contra las mismas; a demás señalan los puntos en que es necesaria una mayor investigación científica que produzcan conocimientos e información a considerar en los planes de manejo.

Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo proponer una metodología general para realizar evaluaciones sanitaria en árboles con la finalidad que permitan por un lado hacer inventarios de daños netos más exactos, orientar y hacer más efectivos los programas de control y combate; y por otro lado que coadyuve a percibir más exactamente los niveles de mortandad, de los daños, que permita la prevención, descubrimiento, extinción y erradicación de los fitopatógenos.

Materiales y Métodos

Para lograr el diseño de la metodología primero se investigaron los métodos que hasta el momento se utilizaron para realizar el monitoreo de daños en bosques y selvas. Posteriormente se visitaron diferentes áreas protegidas para estandarizar el método a diseñar y por último el método diseñado se aplicó en el área de protección de flora y fauna "La Primavera".

Resultados

Los procedimientos básicos utilizados contra las enfermedades forestales en los Estados Unidos y Canadá y otros países pueden reducirse a los cinco siguientes: prevención, descubrimiento, extinción y erradicación. La presente metodología esta enfocada en la prevención y el descubrimiento oportuno, así como a los diversos factores de daños bióticos (insectos nocivos, fitopatógenos, fanerógamas parásitas, etc.) y abióticos (contaminantes ambientales, deficiencias nutrimentales, exceso o escases de humedad, luz, incendios, etc.). Es importante que se defina los objetivos de la evaluación, es decir, cuál es la necesidad de realizarla, qué problemas de administración, monitoreo y manejo ayudará, en el caso de áreas protegidas qué componentes o subcomponentes de manejo apoyará por ejemplo, conservación e investigación, si se incluirán todas las zonas de manejo o sólo las prioritarias como las de protección, las de uso restringido, las de recuperación; así mismo definir los criterios para la selección de las especies vegetales a evaluar (por su valor económico, importancia ecológica, social o cultural, paisajística, etc.) los recursos humanos y infraestructura para realizarla, las vías y modos de acceso, etc., y toda la información necesaria para la realización financiera y técnica de la evaluación.

La metodología diseñada se divide en las siguientes cinco etapas: 1.- La caracterización del área a evaluar, integrada por la ubicación geográfica del área, las características abióticas, bióticas (incluye la exploración de los factores de disturbio o de daños de la vegetación) que tendrá la extensión necesaria para tener un profundo conocimiento de la misma; 2.- El establecimiento de las zonas de muestreo; 3.- La evaluación fitosanitaria propiamente dicha que se compone de una evaluación del estado general, la evaluación de la copa, el fuste y la raíz; 4.- El diagnóstico en el laboratorio de los factores o agentes causantes de los daños; y 5.- El análisis estadístico de la evaluación.

1. <u>Caracterización del área a evaluar</u>

Su fin es conocer en la medida posible, las características abióticas, bióticas y sociales los cuales pueden ser mermados por el impacto de los daños. Para la obtención de la caracterización, se recaba la información bibliográfica existente y en el caso de áreas no estudiadas, o caracterizadas, se investiga directamente en campo, entre los profesionales involucrados en su estudio, habitantes de la zona, ayuntamientos, y dónde se tenga injerencia o conocimiento de dicha área. Hay que considerar que evaluar áreas poco y/o no estudiadas, tiene costos más elevados, ya que se necesita más tiempo para realizarla, mayor número de salidas al campo, infraestructura, recursos humanos, materiales y herramientas que las ya caracterizadas, por lo que hay que considerarlo en el presupuesto,

diseño y planeación de la evaluación. La **caracterización de los factores de daños** es primordial que al realizar la caracterización de los elementos bióticos, se considere la observación de todos los factores de daño que estén presentes en los árboles del área a evaluar, detectando tanto los de origen biológico (insectos nocivos, fitopatógenos, fanerógamas parásitas, etc.) así como los de origen no biológico (contaminantes ambientales, deficiencias nutrimentales, exceso o escases de humedad, luz, incendios, etc.) e inclusive los factores sociales como el sobrepastoreo, turismo, y todo aquello que influya en declinación vegetal; también se incluye la identificación de las especies de plantas dañadas y si es posible la zonificación de incidencia, niveles de gravedad y los impactos ambientales causados por dichos daños. La caracterización de los daños se realiza a través de una exploración preliminar de los mismos, y dicha información ayuda en la calibración de las escalas que se usarán tanto en la evaluación general sanitaria del arbolado, como en la evaluación de la copa, fuste y sistema radical del mismo, así como para tener una idea clara de los perfiles profesionales que deben contar los involucrados en la ejecución técnica de la evaluación.

La exploración se divide en bibliográfica y de campo. **La bibliográfica**: (informes de investigación, tesis, monografías, artículos científicos, en las bibliotecas de las Universidades locales o institutos de investigación, foros de difusión de las mismas o de los ayuntamientos) con el fin contar con antecedentes para planear nuestros primeros recorridos preliminares en el campo. **La exploración de campo**: debe estar asistida por especialistas o técnicos según las necesidades de la evaluación (patólogos y entomólogos forestales) estén familiarizados tanto con las especies vegetales a evaluar, como con la detección de signos y síntomas de los daños. Es importante desde estos primeros recorridos definir cómo es visualmente una planta sana, enferma y muerta. Durante los recorridos preliminares se revisa minuciosamente las estructuras anatómicas de los árboles (las flores, frutos, semillas, hojas, brotes, yemas, ramas, fuste y raíz) para detectar signos y síntomas de las afectaciones. La revisión de los árboles comienza por el ápice, ya que es común encontrar ejemplares con muerte apical a causa de los insectos, las enfermedades o las deficiencias de nitrógeno que puede restringirse a esa parte del árbol o extenderse al resto del mismo. Se prosigue con la revisión cuidadosa de las hojas o las acículas, verificando su lozanía y color natural de las mismas, detectando protuberancias, cuerpos fructíferos de hongos, ablandamientos por bacterias, manchas foliares, cenicillas, enrollamientos u orificios de las mismas que puede albergar insectos, degeneración del crecimiento como “escobas de brujas”, ramas muertas, defoliación prematura y todos aquellos síntomas y signos que nos ayuden al diagnóstico. Posteriormente revisamos el fuste, empezando por la corteza, pues cada especie tiene un patrón específico de corteza y los cambios o alteraciones al mismo pueden ser motivados por la reacción del árbol a la presencia de una infección; de igual manera verificar la presencia de aserrín encima o debajo de la corteza, así como galerías u orificios en la misma, lo que puede significar presencia de insectos. Enseguida escrutamos a todo lo largo el fuste y la base del mismo para detectar la presencia de orificios y galerías que nos indiquen presencia de insectos; tumoraciones, deformidades, cánceres, rajaduras, exudaciones de resina anormales que nos indiquen gomosis y todos aquellos signos y síntomas de daños. En cuanto a las raíces puede hacerse una inspección indirectas de su estado de salud a través de observaciones a la base del fuste, de la copa y extrayendo raíces de árboles jóvenes con sospecha de daños.

Es importante realizar la inspección de las estructuras mencionadas de una manera minuciosa y completa con la ayuda de una lupa; posteriormente agrupamos los factores de daños de acuerdo a la parte de la planta dañada y tendremos un panorama general de los factores que causan daños a los árboles del área natural que nos ayudará a calibrar las escalas que utilizaremos en la evaluación.

2. Establecimiento de las zonas de los sitios de muestreo

Una vez obtenida la caracterización del área a evaluar, se procede con el establecimiento de las zonas de muestreo, que se recomienda que sean permanentes con el fin de conocer la dinámica de las enfermedades en el transcurso de un tiempo determinado, los daños por sustancias tóxicas atmosféricas, el avance de fanerógamas parásitas, ciclos de vida de insectos, etc., así como el impacto de los factores de daños en la eficiencia de crecimiento, cobertura vegetal, regeneración natural, producción de semillas, erosión, disminución de la eficiencia de crecimiento, decremento de biomasa foliar, entre otros estudios importantes para el manejo del área. Hay que considerar en el muestreo, que el desarrollo de factores de daños a la vegetación, tiene una naturaleza multifactoral ya que involucran una serie de factores endógenos (susceptibilidad de la especie al agente causal del daño, tiempo de exposición al mismo, etc.) y exógenos (condiciones edáficas, nutrimentales, variedad microclimática, etc.) que causan una estrecha dependencia ecológica entre ellos y las plantas, se recomienda un diseño de tipo factorial, con los niveles y repeticiones necesarias y adecuadas según los objetivos de la evaluación fitosanitaria, financiamiento, recursos humanos e infraestructura particular de cada caso. Deben tomarse en cuenta para la elección de los sitios de muestreo, todos y/o los más importantes factores ambientales, climáticos y de ser necesario sociales, que pueden están correlacionados con la disposición de daños por causas biológicas (enfermedades, plagas, plantas fanerógamas parásitas etc.) como no biológicas (contaminantes atmosféricos, deficiencias nutrimentales, exceso o falta de humedad, etc.) como pueden ser: la topografía, los tipos de suelo, la altitud, la vegetación y su composición, la exposición solar, la dirección de los vientos, temperatura, la precipitación pluvial, fuentes de contaminación, sobrepastoreo, incendios forestales, niveles de erosión, etc. Sin embargo, cada uno de los factores electos debe estar técnicamente justificado pues hay que considerar el número de factores está directamente relacionado con el número de sitios a muestrear, y a mayor cantidad de factores, aumenta el costo de la evaluación. Una manera de abatir costos sin perjudicar la certeza de la evaluación es conjuntarse con otros estudios como por ejemplo de regeneración natural, de erosión, cobertura vegetal, sucesión forestal, efectos de los incendios y sobrepastoreo, daños por ecoturismo, etc. Los niveles de dichos factores también dependerán del grado de profundidad de la evaluación, del financiamiento que exista, el tiempo requerido para obtención de resultados, el equipo, herramienta y recursos humanos especializados para la toma de datos y análisis de la información.

El **establecimiento de los sitios de muestreo** en el campo se realiza con la ayuda de las herramientas disponibles como mapas, brújulas y GPS y ubicar dentro de éstos, los sitios de muestreo. En dichas zonas se ubican al azar los sitios de muestreo que se recomienda que sean al menos tres y cada uno de ellos tomará como repetición. Cada

uno de los sitio se delimita en el campo con una extensión circular de 1,000 m². Sin embargo si se tratase de la evaluación de daños en bosques de galería por ejemplo, necesariamente se necesitaría utilizar sitios lineales o por franjas y no por superficie circular.

Posteriormente se realiza el **Levantamiento cartográfico de los árboles:** se recomienda en áreas protegidas y bosques urbanos que los árboles a evaluar sean de carácter permanente, con el fin de contar con un sistema de monitoreo para evaluarlos a través del tiempo y conocer la evolución y dinámica de las enfermedades y/o insectos, regeneración natural, mortandad, sucesión vegetal y el espacio de crecimiento. El mapa de los árboles se hace después de numerar y marcar cada árbol incluyendo todos los que se encuentren en el sitio aún los muertos. La planimetría de los árboles se puede revisar a intervalos de un año para incorporar los árboles nuevos y detectar nuevos árboles muertos. Para la identificación de los árboles se identifican con números arábigos progresivos. Se recomienda utilizar desde geoposesionador geográfico portátil (GPS) o el método del acimut para hacer la planimetría de los árboles.

La **identificación taxonómica de los árboles s**e realiza hasta la especie y si no es posible la identificación taxonómica del individuo censado, se procede a realizar una colecta botánica siguiendo el protocolo para ese fin, para posteriormente identificarlo con la ayuda de un especialista.

3. Evaluación fitosanitaria de los árboles

La evaluación fitosanitaria se recomienda realizarla en tres partes: primero definir el número de muestreos por año; segundo, con la información de la evaluación preliminar de reconocimiento, calibrar la(s) escala(s) a usar según el tipo de daños observados a partir de cada caso; y tercero, aplicar la escalas en la evaluación fitosanitaria.

Definir el **número de muestreos** y épocas del año para realizarlo no es empresa fácil ya que ambos (árboles y agentes dañinos) están influenciados como ya se comentó por factores endógenos y exógenos; por lo que se recomienda para los daños de origen biológico se considere para definir la época y número de muestreos los ciclos biológicos de los huéspedes; sin embargo, se recomiendan dos momentos de evaluación en el año: uno al inicio de la época de crecimiento (primavera) y otra al final del crecimiento anual (otoño). Al inicio de la temporada de crecimiento para conocer el punto de partida de los daños y hacia el término de la temporada de crecimiento, una vez que la mayor parte de los fitopatógenos cesaron de crecer y causar sus daños visibles, pero antes de que la coloración otoñal o pérdida del follaje interfiera con las observaciones de daños visibles. Para los de origen no biológico, considerar por ejemplo las fuentes de contaminación, y para ambos, los factores ambientales (dirección de los vientos, época de lluvia, temperaturas, entre otros y las etapas fenológicas de las especies que sufren los daños. De igual manera, el número de muestreo está condicionado al financiamiento, infraestructura y recursos humanos disponibles para la ejecución de la evaluación.

La **calibración de las escalas a usar** es un punto es fundamental para la

evaluación sanitaria pues de él depende la calidad y veracidad de la misma. Hay que aclarar que cada área natural presenta diferentes características bióticas, abióticas y factores de daños, por lo que es imposible que existan escalas universales útiles para evaluar todas las áreas existentes a raja tablas, pues sería un error de apreciación metodológica; es decir a cada área natural le corresponden escalas específicas adaptadas a sus características propias, por lo que el método aquí diseñado, sólo nos proporciona los criterios y la forma de calibración que sirven para ajustar las escalas a las necesidades inherentes de cada área natural específica.

La evaluación fitosanitaria se comienza primero con una evaluación general del estado sanitario del arbolado y en la calibración de las escalas para este fin, se recomienda incluir todos los daños localizados y dividirlos en biológicos (enfermedades fúngicas, bacterianas, virales, insectos, plantas parásitas, etc.) y no biológicos (disturbios fisiológicos por metales pesados, contaminantes atmosféricos, etc.) que se considere que su presencia en el área está afectando por mínimo que sea a la vegetación a evaluar, ya que proporcionara un mayor conocimiento de la incidencia de dichos daños. Posteriormente se divide la evaluación fitosanitaria considerando la división anatómica natural de los árboles: la copa, el fuste y la raíz. A cada parte anatómica, le corresponde el diseño de una escala diferente para evaluar cada uno los factores que causan los daños; posteriormente se diseña una escala para cuantificar los niveles de dichos daños por cada uno de los factores de daños por cada parte anatómica. Todas las escalas se calibran con la información de los recorridos preliminares de campo hechos en la caracterización del área. Una vez calibradas las escalas se realiza en el campo la evaluación de todos y cada uno de los individuos censados en los sitios de muestreo de la siguiente forma: primera se evalúa su estado sanitario general y posteriormente el área foliar, el fuste y la raíz.

4. Diagnóstico e identificación de los factores de daños en el laboratorio

Como ya fue mencionado, la vegetación puede ser afectada por una diversidad de factores que pueden causar su declinación, al alterar las funciones fisiológicas normales de las plantas; dichas alteraciones normalmente dejan secuelas o evidencias en forma de signos y síntomas; la aparición de éstos depende de la sensibilidad de la planta, tiempo de exposición y agresividad del agente causal del daño, entre otros factores como los climáticos, por lo que en muchas ocasiones, a través dichos síntomas y signos, podemos realizar el diagnóstico del agente causal y el balance de los daños ocasionados por éste a las plantas. Por lo anterior, la identificación del agente causal de los daños comienza en el campo, a la misma vez que se realiza la colectar del material vegetal a procesar para este fin, tanto en los recorridos preliminares, como en la evaluación general, donde se clarifican las técnicas de diagnóstico a utilizar en el laboratorio, así como los perfiles técnicos del personal para ejecutarlas con el fin de concluir un diagnóstico confiable y completar la evaluación sanitaria.

La **colecta del material vegetal para el diagnóstico en el laboratorio** depende del factor causal del daño, la parte afectada de la planta y la técnica a usar para el diagnóstico. Sin embargo al momento de la colecta del material vegetal hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones: cuando se trata de identificar un agente biológico

que se aloja en el interior de la planta; se toma muestras de todas las partes aéreas que presentan síntomas y signos o en las cuales sea factible encontrar al fitopatógeno. Las partes como hojas, ramas delgadas, flores y raicillas, se deben trasladar en una prensa botánica para su herborización y tenerlas en buenas condiciones para cortes histológicos, asilamientos y siembras en medios de cultivo; los frutos, semillas, flores carnosas, ramas gruesas y raíces se trasportan en bolsas de papel; se debe evitar el trasporte del material en bolsas de plástico, ya que se forma un microclima dentro de la bolsa plástica, que favorece el crecimiento de microorganismos saprófitos que dificulta la identificación del fitopatógeno. En el caso de las plantas parásitas se sigue el protocolo de colecta para su identificación como cualquier otra planta. Los insectos se colectan según sus estadios de desarrollo y época de ataque a las plantas; los criterios y formas de colecta se encuentran ampliamente explicados en cualquier libro general de entomología. Por último, no hay que olvidar que la colecta de material es para identificar agentes biológicos, por lo que el tiempo de traslado del campo al laboratorio debe ser lo mas corto posible y el material colectado se debe procesar de inmediato por la técnica electa, ya que no admite mucho tiempo de almacenaje, aunque una vez procesado con técnicas de conservación con objetivos de consulta e investigación, puede durar muchos años.

En el caso de la colecta de material vegetal con daños por factores no bióticos de igual forma se colectan las partes afectadas como se describió para daños bióticos. Es muy probable que para que ambos diagnósticos se completen con análisis de suelo, agua entre otras.

El **diagnostico en el laboratorio** cuando se trata de daños por causados por eucariontes como las plantas parásitas insectos, nematodos, hongos, la identificación se fundamente básicamente en sus características morfológicas y se cuenta con diferentes técnicas de identificación específicas encaminadas en observar dichos rasgos morfológicos, ampliamente explicadas en los libros de consulta especializada; en el caso de los procariontes debido a su pobreza morfológica que no ayuda a establecer criterios basados en ella, es necesario contar con técnicas basadas en su riqueza metabólica y demás rasgos fisiológicos, por lo que se cuenta con la sintomatología, tinción de Gram, pruebas bioquímicas, serológicas, medios selectivos, homología, porcentajes de guanina y citocinina, etc. Actualmente tanto para eucariontes y procariontes existen o se están refinando técnicas basadas en pruebas moleculares para su identificación.

En el caso de daños por factores no biológicos como temperatura, sequía, contaminantes (derivados del carbono, azufre y nitrógeno, así como al ozono, partículas y aerosoles), deficiencias nutrimentales entre otros, se presentan diversos síntomas que nos ayudan al diagnóstico como marchitamiento, amarillamiento, arralamiento, el desarrollo de hojas pequeñas, crecimiento limitado de las raíces y un crecimiento lento. Sin embargo, es difícil el determinar si la condición de la planta se debe a una causa abiótica basándose solamente en síntomas. En la mayoría de los casos un diagnostico apropiado de las enfermedades abióticas requiere un examen exhaustivo del área, un conocimiento de las condiciones climáticas presentes y pasadas, un conocimiento profundo de la biología de las especies en cuestión, un conocimiento del manejo del área y una serie de pruebas de laboratorio, para así determinar las posibles causas. Así mismo, son

necesarios análisis colaterales de suelo como cantidad de materia orgánica, pH, salinidad, elementos mayores y menores, entre otros para un mejor diagnóstico.

5. Análisis estadístico de los datos

Una vez realiza la etapa de campo y laboratorio, se procede a formar la base de datos con la información organizándola en las variables necesarias por ejemplo: número de parcela, número de árbol, número de repetición, especie y genero del árbol o arbusto, factor de daños, nivel o extensión del daño. Posteriormente, se obtiene el análisis de frecuencias para cada una de estas variables por especie y por género. Si es necesario pueden realizarse correlaciones con variables de edad, diámetro, altura y tamaño de copa del árbol, así como de regeneración natural, producción de semillas, cobertura vegetal, etc.

Realizadas las cinco fases de la evaluación se realiza un reporte técnico para presentar los resultados obtenidos y realizar las recomendaciones pertinentes derivadas de la evaluación, para que ésta sirva a los propósitos definidos.

Conclusiones

El método se puede utilizar para evaluar los daños causados en árboles que se ubican en bosques urbanos, áreas protegidas, plantaciones y montes dedicados al aprovechamiento forestal; en rodales puros o mezclados, coetáneos e incoetáneos; en latifoliadas o coníferas, perenes o caducifolias; así mismo puede aplicarse a especies de árboles sustentadas en diversos ecosistemas. Puede adaptarse parte de la metodología a la evaluación de arbustos.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad de Guadalajara y a la Universidad de la Habana, debido a que este trabajo es parte del tema de tesis llamado “Evaluación Fitopatológica de Pinos y Encinos del Área Protegida “La Primavera”, Jalisco, México” para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas en la Universidad de la Habana, Cuba.

Bibliografía Consultada

Bidwell R.G.S. 1990. Fisiología Vegetal. Editorial AGT Editor. México. 784p.

Binkley, D. 1993. Nutrición Forestal. Editorial UTEHA. México. 340 p.

Claudio-García L. E y V. T. Víctor. 1990. Metodología para la formación de un herbario fitopatológico. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. 193 p.

Claudio-García L. E. 1999. Enfermedades foliares en *Pinus* spp y *Quercus* spp del área natural protegida Bosque La Primavera, Jalisco, México. Revista de Fitopatología. Vol. 34. No 4. Lima Perú.

Semarnat. 2002. Programa Nacional de Sanidad Forestal. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México.

Spurr; G.F. y B.V, Barnes. 1982. Ecología Forestal. México.