

Estrategias de mitigación del ataque del gorgojo descortezador de Pino en Honduras Periodo 2014 - 2016

Antonio Benjamín Carías Arias
Juan Antonio Barrios
Vicente Espino
Rafael Oscar Oqueli

Resumen

El estudio se enmarcó en el “Plan de Acción Para el Control de la Plaga del Gorgojo de Pino” el cual tiene como fin el control efectivo de la plaga a nivel nacional, con la participación de todos los actores del sector forestal el cual, a su vez, el Plan estaba enmarcado en la Emergencia Forestal Nacional declarada por el Gobierno de Honduras a través del Acuerdo Ejecutivo 051-2015. Parte fundamental del Plan fue la integración de los actores del sector forestal, áreas protegidas y vida silvestre y las acciones de control y monitoreo que eran dos de los aspectos torales de la ejecución de la unidad sumado a esto se tenía la gestión de los recursos financieros para las actividades de control y monitoreo, implementación de estrategias de comunicación, capacitación y divulgación de todo lo concerniente a la afectación por la plaga del gorgojo. Inicialmente se trabajó en una etapa diagnostico preliminar que permitió conocer el estado de los componentes en el Instituto de Conservación Forestal (ICF), las capacidades que tenían los diferentes actores para afrontar la crisis de la plaga y la capacidad humana instalada. Teniendo todo esto claro se procedió a la elaboración de metodologías e instrumentos los cuales normarían, la generación de información. Ya en marcha las acciones se hicieron análisis más profundos de las experiencias en campo, evaluandolas prácticas y experiencias de los actores, métodos y equipos de trabajo que dieron buenos resultados.

Palabras Clave: Bosque de Pino, Control, Gorgojo descortezador, Honduras, Monitoreo.

Abstract

The study was framed in the “Plan of Action for the Control of the Pine Beetle Plague” which aims at the effective control of the pest at national level, with the active participation of all actors in the forest sector which, in turn, the Plan was framed in the National Forest Emergency declared by the Government of Honduras through the Executive Agreement 051-2015. A key part of the Plan was the integration of actors in the forestry sector, protected areas and wildlife and the control and monitoring actions that were two of the main aspects of the implementation of the unit, plus the management of financial resources for control and monitoring activities, implementation of communication strategies, training and dissemination of everything concerning the impact of the pest. Initially, a preliminary diagnostic phase was carried out to identify the state of the components in the Institute of Forest Conservation ICF, the capacities of the different actors to deal with the plague crisis and the installed human capacity. Having all this clear, we proceeded to the elaboration of methodologies and instruments which would regulate, the generation of information. Already in progress the actions were made deeper analyzes of the experiences in the field, evaluating practices and experiences of the actors, methods and teams of work that gave good results.

Keywords: Pine forest, Control, Bark beetle, Honduras, Monitoring.

Antonio Benjamín Carías Arias, (antonio.carias@unah.edu.hn), Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Facultad de Ciencias Espaciales Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica.

Juan Antonio Barrios, (jbarrios2001@yahoo.com), Instituto de Conservación Forestal, Tegucigalpa, Honduras.

Vicente Espino, (vicent9@hotmail.com), Instituto de Conservación Forestal, Tegucigalpa, Honduras.

Rafael Oscar Oqueli, (rafael_oqueli@yahoo.com), Instituto de Conservación Forestal, Tegucigalpa, Honduras.

Fecha de Recepción: 4 de mayo de 2017, fecha de aprobación: 14 de agosto de 2017.

INTRODUCCIÓN

Durante varios períodos, en los últimos 50 años, en algunas zonas del país, el ataque de la plaga del “Gorgojo del Pino” ha venido incrementando su presencia en nuestros bosques, causando daños que han generado enormes pérdidas económicas y ambientales especialmente en el departamento de Olancho en donde comenzó a tener sus manifestaciones a mediados del año 2013, volviéndose más crítica la problemática en el año 2014 detectándose más de 600 brotes activos, distribuidos mayoritariamente en nueve (9) municipios del departamento de Olancho como: Gualaco, Guata, Jano, Esquipulas del Norte, La Unión, San Esteban, Salamá, Silca y Mangulile entre otros. También parte de los departamentos de Yoro, Comayagua, La Paz, Intibucá, Francisco Morazán, Santa Bárbara y El Paraíso, afectando hasta el momento a nivel nacional un área aproximada de 10,000 hectáreas sin exclusión de tenencia (nacional, ejidal y privado) incluyendo bosques productores y protectores (microcuencas y áreas protegidas), las cuales serán las prioritarias en la estrategia de control y monitoreo.

Ante esta problemática en el mes de septiembre del año 2014 a solicitud del Instituto de Conservación Forestal (ICF), el Comité Nacional de Protección Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (CONAPROFOR), aprobó la declaratoria de emergencia forestal en zonas de riesgo y peligro de plagas en los departamentos de Olancho y Yoro (Acuerdo CONAPROFOR 001-2014 fundamentado en el Decreto No.98-2007 y a la ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos).

Para entender la problemática es considerable tener presente la sucesión histórica de los ataques de gorgojo sucedidos en el país. Esto se ha evidenciado en los inicios de la década de los años sesenta (1962-1965) y luego en el 2001-2004 sucedió en Gualaco, departamento de Olancho, en el cual se perdieron grandes áreas de bosques productivos, dejando millonarias pérdidas y fuerte impacto ecológico en la zona, incrementando, además, el riesgo de incendios forestales de gran intensidad.

En atención a lo anterior y con el objetivo de realizar un control inmediato y efectivo en las áreas afectadas por el gorgojo del pino a nivel nacional se publicó en el Diario Oficial La Gaceta el Decreto Ejecutivo aprobado en Consejo de Ministros PCM-051-2015 para declarar la emergencia Forestal en varios departamentos de Honduras por la Plaga del Gorgojo de Pino ya que debido al cambio climático la propagación fue favorecida y la infestación se propagó a nivel nacional de forma agresiva provocando pérdidas millonarias en las áreas boscosas a nivel nacional.

Este PCM-051-2015 tenía asignado fondos con un monto de 225 millones de Lempiras con los que se ejecutaron acciones de detección, monitoreo, capacitación, divulgación, equipamiento y control de plagas a partir del mes de agosto al mes de diciembre del año 2015.

Históricamente las áreas infestadas por el gorgojo han sido registradas como cíclicas ya que los primeros eventos registrados datan de los años 1962-65, 1980-85, 1998-2003 y el de 2013-2016, evidentemente esto trae un patrón de comportamiento con el clima ya que lo que es cíclico es el clima (Easterbrook 2016). A pesar que en el año 2015 fue el año con las más altas temperaturas registradas en años anteriores (NOAA National Centers for Environmental Information 2015) la plaga aprovechó este estado de estrés hídrico de los bosques para avanzar en su ataque.

Todo lo anterior implica que para tener un efectivo control de plagas forestales se debe de desarrollar un sistema de alerta temprana que determine cuales áreas son susceptibles y establecer un rango de riesgos aplicados al bosque (Fettig *et al.* 2007).

METODOLOGÍA

La metodología por desarrollar se enfocó en un estudio cuantitativo mixto, a través de un diseño no experimental transeccional utilizando imágenes satelitales de diferentes sensores, información tomada en campo y en avión.

La extensión del análisis abarcó todo el territorio nacional y para medir la intensidad del ataque del gorgojo fue necesario el análisis de aproximadamente 200 imágenes LandSat 8. Muchos métodos de detección fueron puestos a prueba en esta experiencia. Se trabajó con tres sensores satelitales LandSat 8, Sentinel-2, y ASTER, se clasificaban a escala 1:50,000 y se supervisaba a escalas de 1:10,000 todo el territorio nacional cada 16 días, se realizaron vuelos aéreos sobre los lugares críticos infestados y se trabajó con cuadrillas en campo haciendo inspecciones locales en el bosque y llenando reportes digitales georreferenciados mediante teléfonos celulares para determinar alertas y niveles de avance de la plaga; los métodos de monitoreo fueron los más sofisticados a la fecha.

Para mitigar el daño se utilizaron métodos tradicionales como los Mecanismos de Cortar y Dejar los cuales causan el menor daño posible al bosque y a su ecosistema.

RESULTADOS

Con el objetivo de compartir la experiencia del proceso llevado a cabo por parte del Instituto de Conservación Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre y los diferentes socios involucrados se describe a continuación el protocolo de actuación en control, monitoreo y detección el cual consta de las siguientes fases.

Es importante enfatizar que estas fases funcionan como un sistema el cual una depende de la otra ya que la observación en la primera fase se logra desde el espacio exterior, desde el satélite, pasando a la fase dos que es la observación desde el aire mediante aeronave (avión, helicóptero y dron) utilizando Sistemas de Posicionamiento Satelital y tabletas digitalizadoras las cuales registran puntos para terminar en campo con cuadrillas las cuales hacen inspección directa al árbol y determinando la alerta final; las fases son las siguientes:

Fase I. Detección Satelital

Una de las grandes ventajas de usar imágenes satelitales para detectar la fase 3 del ataque del gorgojo el cual tiene una coloración roja en los árboles, es la gran cantidad de área que abarca cada escena, lo que implica una gran cantidad de territorio observado (The Pacific Forestry Centre 2004).

Una de las consideraciones más importantes al trabajar con imágenes satelitales es la resolución espacial o el tamaño del pixel ya que los rangos de trabajo dependen exclusivamente de ello y puede variar de 30mts a varios kilómetros dependiendo del sensor. Todos los sensores que se utilizaron en el incidente fueron de uso libre lo que implica que son imágenes gratuitas, disponibles para cualquier usuario.

El primer satélite utilizado fue el satélite LandSat 8 y se descargaron todas las imágenes del año 2014 – 2015 ya que la mayoría presentaba gran nubosidad, a las imágenes se les aplicaba una normalización radiométrica para comparar la reflectividad entre las diferentes imágenes; se utilizaron diversos métodos para identificar las zonas dañadas por el insecto, se comenzó utilizando la metodología CLAS lite desarrollada por el Carnegie Institution for Science, este programa se destaca por su detección en degradación forestal y ese fue prácticamente el problema, que no solo detectaba las áreas dañadas por la plaga sino que todo lo que implicaba un sufrimiento vegetal, es por ello que los cálculos del NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) y GNDVI que es una variante del NDVI que en su defecto no usa la banda roja sino la verde (Kemerer *et al.* 2007),

no dieron resultados óptimos para extraer el área plagada ya que presentaban mucha variabilidad. El procedimiento se fue encaminando desde la clasificación supervisada, no supervisada, componentes principales, algoritmos prediseñados a la extracción por elemento.

El primer paso consistía en descargar las escenas que cubren todo el país desde el sitio <https://earthexplorer.usgs.gov/>, luego se le aplican correcciones radiométricas a las cuales el técnico tras hacer un recorrido por la misma, determina en que lugares encuentra coloración roja en bosque de pino y procede a realizar la extracción del elemento o (*feature extract*), es importante aclarar que el bosque cuando sufre de incendios forestales también tiene el mismo comportamiento radiométrico de la afectación del gorgojo ya que esa sintomatología o coloración rojiza se debe a la deshidratación del árbol, estos incendios forestales se discriminaron hasta el año 2016 ya que en un inicio se incluían en el análisis para tener el peor escenario posible, estos incendios forestales se discriminaban con los térmicos infrarrojos y con las alertas o puntos de calor MODIS, así como vemos en las siguientes figuras.



Figura 1. Configuración espectro visible.



Figura 2. Configuración espectro infrarrojo térmico.

La zona marcada con el círculo en la Figura 1 muestra un lugar dañado por el gorgojo, a la misma imagen en la Figura 2 se le aplicaron dos procedimientos:

- Combinación de bandas con los infrarrojos térmico, con el cual se detecta en color magenta lugares de altas temperaturas lo que implica zonas con incendios forestales.
- Utilización de puntos de calor del sensor MODIS.

Estos dos procedimientos se utilizaron para descartar a los incendios forestales de las áreas plagadas.

Lo que vemos en las Figuras 3 y 4 es un ejemplo de la extracción del elemento como proceso cartográfico para cuantificar las áreas dañadas.

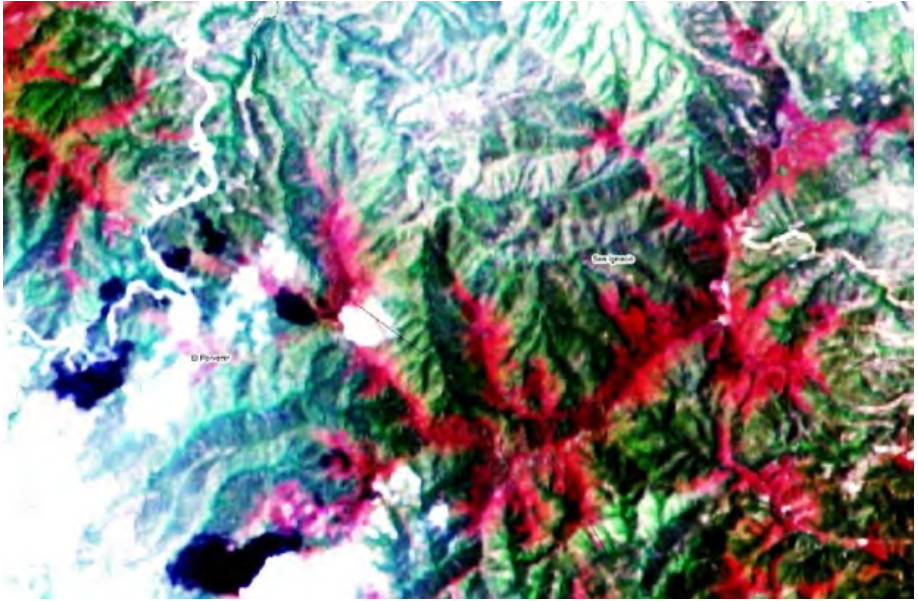


Figura 3. Área afectada por la plaga.

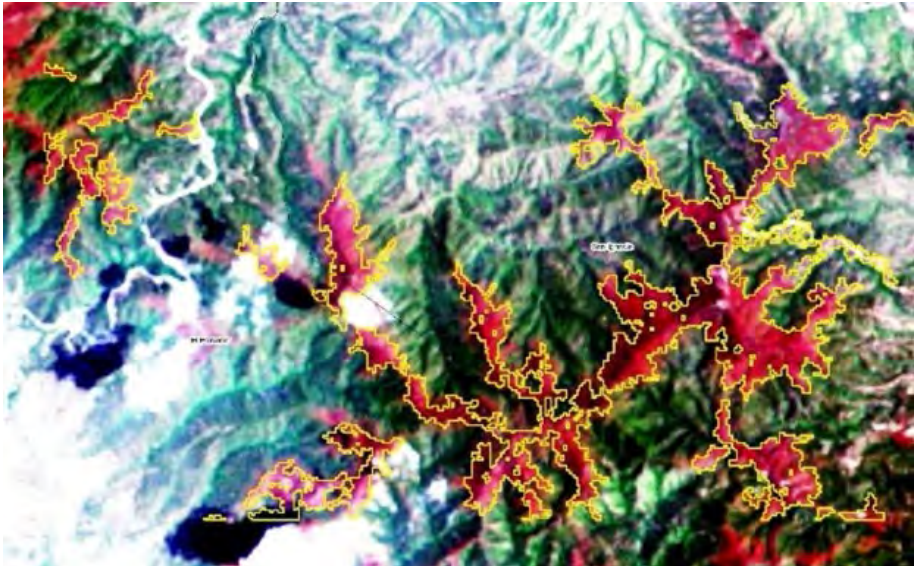


Figura 4. Área con extracción del elemento.

La escala en la que se hacía la extracción era a 1: 50,000 y se supervisaba a 1:10,000 ya que los equipos con los que contaba la institución no rendían lo suficiente para realizar en tiempo y forma una clasificación a mejor detalle.

Para el año 2016 se integraron dos nuevos satélites, el Sentine-2 y el ASTER con los cuales se siguió trabajando con las mismas metodologías mencionadas en los párrafos anteriores.

La Clave fundamental para un sistema de monitoreo con satélite, es la resolución temporal ya que muchos de ellos solo pasan cada 16 días por el mismo sitio y Honduras al estar en una zona tropical con alta incidencia a huracanes y altamente montañosa implica que el país casi el 80% del tiempo esta con alta nubosidad lo que imposibilita el seguimiento al ecosistema.

Fase II. Detección con Aeronaves.

La vigilancia aérea para la detección de pino afectado por plaga puede ser realizada por avionetas Cessna, helicóptero y dron; para la realización de dichas inspecciones es necesario de que existan condiciones favorables en el clima que no estropeen la circulación del aparato en el aire.

En el sistema de monitoreo la supervisión con aeronave complementa lo que no puede ser identificado en el análisis de las imágenes satelitales y luego corroborar en campo la veracidad de información. La supervisión mediante helicóptero o avioneta el técnico básicamente realiza una recolección de puntos con un GPS con puntos probables de infestación para luego ser verificados en campo.

En el país se establecieron diferentes zonificaciones para la realización de sobrevuelos y estas están clasificadas en zonas A, B y C dichas zonas tienen su periodicidad de supervisión teniendo a la Zona A con supervisiones una vez por mes ya que es la que está en fase III de ataque, la Zona B se sobre vuela cada quince días ya que son las zonas aledañas a la Zona A y existen muchos brotes aislados rodeados de bosques sanos y finalmente la Zona C que sería prácticamente el resto del país. Todas estas zonas son dinámicas porque cambian de prioridad según el avance de la plaga.



Figura 5. Toma en vuelo (ICF-UECP-2015)

Con el dron se sobrevolaban zonas de alta importancia ambiental como ser Áreas Protegidas y Zonas Productoras de Agua, la experiencia con el dron fue un poco complicada debido que para que el aparato pueda realizar un sobre vuelo las condiciones climáticas deben de ser ideales y si no las cumple el dron no realiza el vuelo.

Fase III. Detección y Control en Campo.

- *Fase III. 1 Detección:*

Son las cuadrillas de control en tierra firme que en comunicación con la unidad de monitoreo establecen intercambio de datos mediante protocolos estandarizados para retroalimentar la información obtenida del muestreo satelital y del muestreo aéreo.

El pilar fundamental de la unidad es el control en campo porque con ellos se identifica y se valida exactamente el brote y su respectiva fase de daño, el levantamiento de informaciones realiza mediante teléfonos inteligentes los cuales integran el sistema GPS y una App con la capacidad de levantamiento de información georreferenciada la cual toma las coordenadas para luego llenar una ficha digital para ser mandada a la unidad de monitoreo la cual utiliza el servidor de datos (ODK-ona.io).

Para la utilización del aplicativo Android Open Data Kit (ODK) se estableció una jornada de capacitación y la elaboración de manuales de utilización de dicha herramienta, las capturas siguientes son parte del aplicativo.



Figura 6. Aplicativo Android ODK

El proyecto de ODK ha sido un éxito en varias partes del mundo entero, en nuestro caso existieron algunas barreras, entre ellas se podría decir bajo estímulo, rechazo a la tecnología, baja iniciativa de colaboración ya que no le pagan ni un centavo por alertar, etc.

Aun así, la herramienta dio buenos resultados, dichos resultados se muestran en mapas en tiempo real, graficas que demuestran la alerta enviada, estadísticas puntuales y fotografías de lo alertado, así como podemos ver en las siguientes ilustraciones.

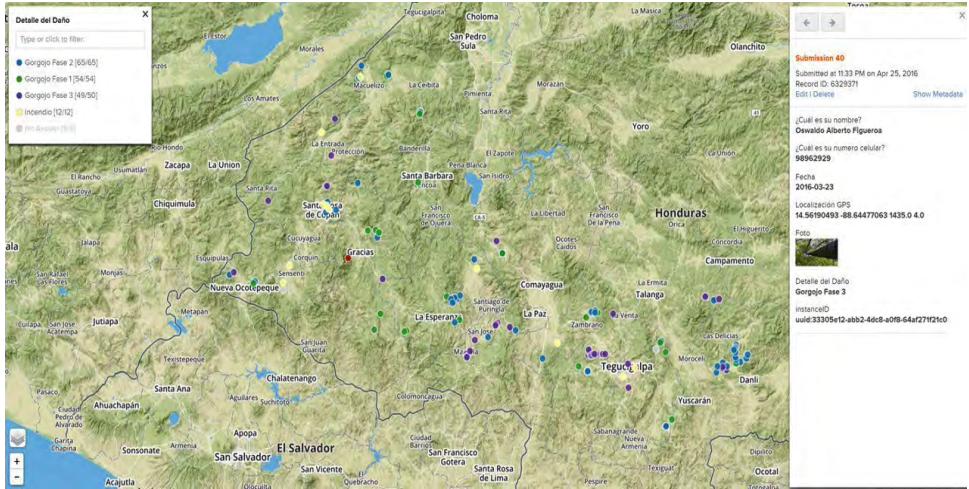


Figura 7. Mapa indicando la generación de la alerta.

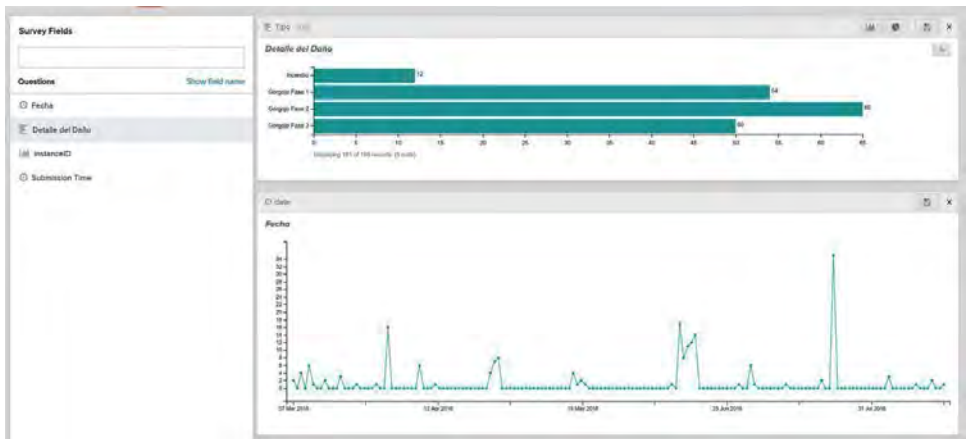


Figura 8. Generación estadística de las alertas enviadas al servidor ONA.io

Las campañas de control utilizaron también esta herramienta, mucha de esa información sirvió para hacer monitoreo de los trabajos realizados, así como se ven en las siguientes imágenes:

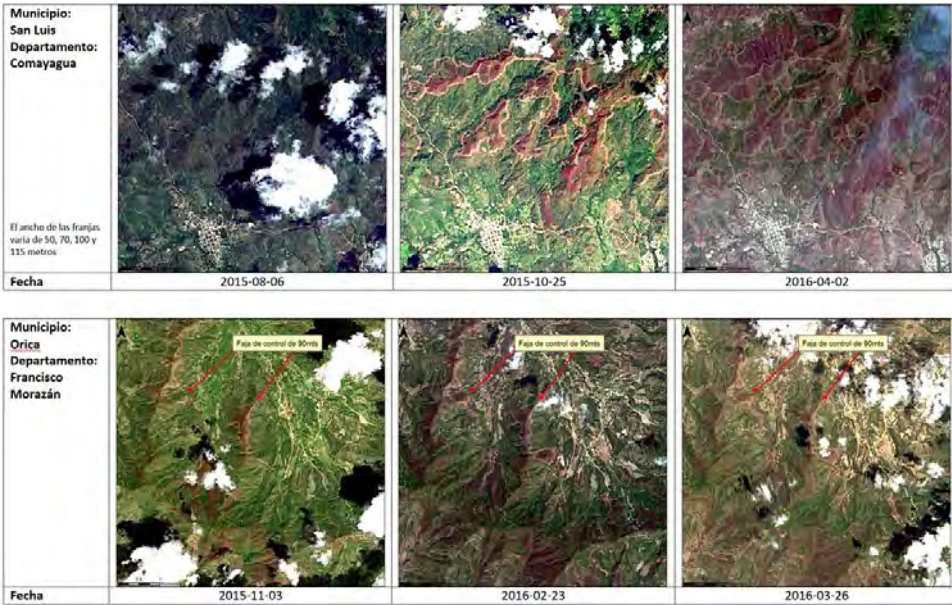


Figura 9. Fajas de Control

- *Fase III. 2 Control de Campo*

Mediante Decreto Ejecutivo PCM-09-2015 publicado en el Diario Oficial La Gaceta del 3 de marzo del 2015, se declaró emergencia Forestal en varios departamentos de Honduras por la Plaga del Gorgojo de Pino, y facultó la realización de actividades de control para poder erradicar la plaga en los departamentos afectados por la misma, pero esto no fue suficiente, por ello el Presidente de la República en consejo de Ministros declaró emergencia forestal nacional, facultando al ICF a coordinar lo necesario para controlar la plaga del Gorgojo de Pino y comienzan las acciones a nivel nacional para controlar la plaga con métodos tradicionales y según la experiencia fueron los más efectivos y la crisis disminuyó gracias al trabajo de control oportuno (Figura 10.).

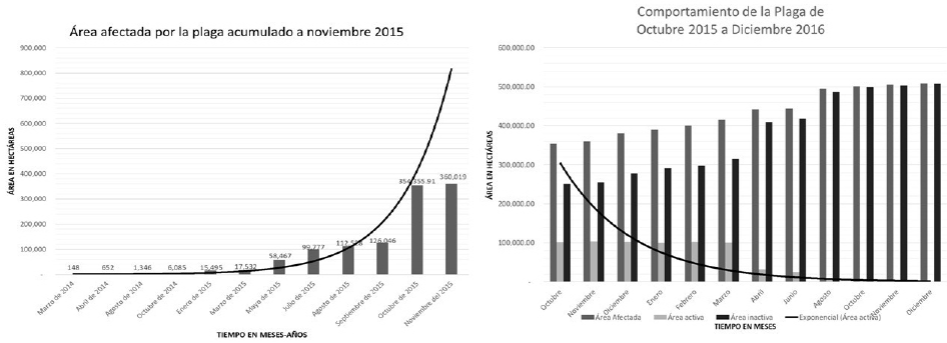


Figura 10. Afectación en cifras

Los métodos que se utilizaron en su momento fueron absolutamente tradicionales a los que se llaman los métodos de cortar y controlar o cortar y dejar (Figura 11.) (Billings & Espino, 2005).

El método del MCD o Cortar y Dejar se aplica en brotes pequeños (10- 50 árboles en las Fases 1 y 2) y en brotes medianos (51 -200 árboles) y consiste en tumbiar todos los árboles infestados de la Fase 1 y Fase2, hacia el centro del brote y como medida de seguridad, se cortan algunos pinos adyacentes supuestamente sanos, por el lado donde se determina la expansión del brote (faja preventiva).

La faja preventiva consta de algunos pinos sanos adyacentes a los de Fase 1. Por lo general la faja preventiva se aplica en forma de herradura alrededor del frente activo (Figura 13). (Macías, Billings & Espino, 2017).

Para detener brotes mayores a 10 hectáreas se aplicaron franjas de contención tumbando pinos en fase 1 y pinos sanos adyacentes con aproximadamente 20 a 100 metros de franja de pinos sanos dependiendo el caso del frente activo (Figura 12).

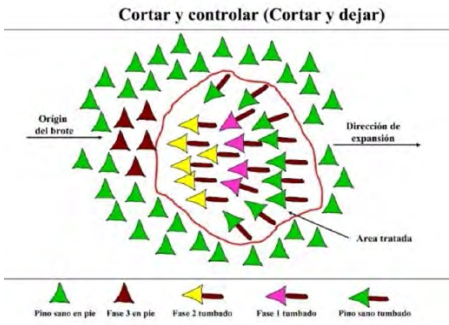


Figura 11. Método Cortar y Dejar.
(Billings & Espino, 2005)

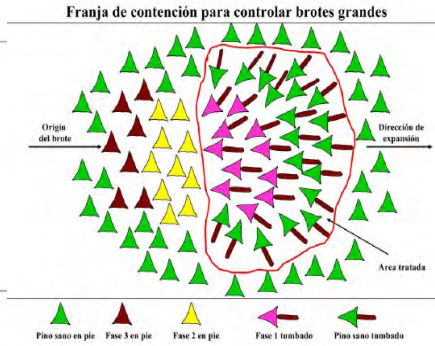


Figura 12. Franja de Contención.
(Billings & Espino, 2005)

En los términos de utilización de control en campo se menciona lo que es Faja Preventiva y Faja de Contención lo que parece funcionar igual, pero en realidad tienen procedimientos diferentes, la Faja Preventiva es el corte de los árboles aparentemente sanos y que están adyacentes a los pinos Fase 1 de un brote con la dirección del ataque detectado, lo cual este procedimiento no rodea al brote.



Figura 13. Dirección del ataque
(Servicio Forestal de los Estados Unidos, Instituto de Conservación Forestal. 2017)

La Franja de Contención se aplica durante infestaciones muy severas catalogadas como situaciones de emergencia del ataque del gorgojo *Dendroctonus frontalis* y esta sirve para detener el ataque continuo en áreas muy grandes en las cuales el gorgojo está en su plena actividad. (Macías, Billings & Espino, 2017) (Figura 14).



Figura 14. Faja preventiva(ICF-UECP)

Si esta técnica es aplicada correctamente la supervivencia del gorgojo descortezador se pone en compromiso ya que es reducida por la radiación solar, cambios en la humedad, al estar en el suelo aumenta la cantidad de depredadores (Kemerer et al. 2007).

CONCLUSIONES

En todas las situaciones de riesgo a cualquier amenaza la mitigación es la estrategia clave, en el caso de la infestación de gorgojos de pino queda demostrado que la utilización de satélites, aeronaves y observaciones en campo fueron oportunas, pero no suficientes para la detección y monitoreo del gorgojo ya que estos métodos deben de ser de uso permanente por la institución.

Los factores de expansión calculados en el 2015 mediante observaciones satelitales para los meses de agosto y septiembre eran del 200% aunado a ello la falta de flujo constante de los desembolsos financieros comprometía a las actividades realizadas por las cuadrillas de control en campo en seguir trabajando continuamente y agregado a estos factores el cambio climático que se sumó a la fórmula para empeorar el problema.

En esta experiencia nos dimos cuenta que la mitigación es costosa en todo aspecto, pero en relación a lo perdido en hectáreas de bosque no tiene comparación, es importante recalcar que todos los instrumentos digitales que se utilizaron en monitoreo y detección no tuvieron costo económico, para ello es recomendable complementar dicho sistema con una red de trampas de feromonas para el monitoreo permanente de poblaciones de gorgojos descortezadores a nivel nacional en todos los bosques hondureños para así tener un registro del comportamiento de dichas especies de insectos y su relación en las diferentes épocas del año ya que en esta experiencia no había manera de obtener un dato científico en ese aspecto.

Se recomienda la instauración de un sistema de alerta temprana con sus respectivos fondos para que sea sostenible en el tiempo y no vuelva a ocurrir una experiencia similar.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sr. Misael León, director del ICF, al Sr. Gunter Simon, Coordinador Nacional del Programa Adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal (CLIFOR-GIZ), al Sr. Hans Peter Debelius, Director Residente de la GIZ en Honduras y a Ronald Billings por su oportuna asesoría y compromiso con el país.

BIBLIOGRAFÍA

- Billings, R. F., Espino, J. V. (2005). *El Gorgojo Descortezador del Pino (Dendroctonus frontalis) en Centroamérica: Cómo Reconocer, Prevenir y Controlar Plagas*. Recuperado de <https://www.barkbeetles.org/centralamerica/0605s.html>
- Easterbrook, D. J. (2016). Chapter 21 - Using Patterns of Recurring Climate Cycles to Predict Future Climate Changes. En. *Evidence-Based Climate Science (Second Edition)* (pp. 395–411). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804588-6.00021-5>
- Fettig, C. J., Klepzig, K. D., Billings, R. F., Munson, A. S., Nebeker, T. E., Negrón, J. F. y Nowak, J. T. (2007). The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States. *Forest Ecology and Management*, 238 (1-3), 24–53. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.10.011>
- Kemerer, A., Di Bella, C., Melchiori, R., BenenchMacias, A. y Alvarez. Comparación de índices espectrales para la predicción del IAF en campos de maíz, pp. 126. Agricultura y Bosques, XII Congreso Asociación Española de Teledetección, Argentina 2007. Recuperado de <http://www.aet.org.es/?q=xiicongreso-agricultura>
- NOAA National Centers for Environmental Information. (16 de noviembre 2016). *State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2015*. Recuperado de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201513>
- Macías, J. E., Billings, R. F., Espino, J. V. (17 de marzo de, 2017). Guía para implementar el método de cortar y dejar y la franja de contención como medios de control del gorgojo descortezador del Pino, (*Dendroctonus frontalis*), En Centroamérica y México. Servicio Forestal de los Estados Unidos, Instituto de Conservación Forestal.
- The Pacific Forestry Centre (Ed.). (2004). *Detection and monitoring of the mountain pine beetle*. Canada: Micro Media Inc.